

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

Relaciones Internacionales



*CONOCIMIENTO, TECNOLOGÍA Y COMPETITIVIDAD INTERNACIONAL:
LECCIONES DENTRO DE LA POLÍTICA CIENTÍFICO TECNOLÓGICA EN
ESTADOS UNIDOS*

*Tesis que para obtener el grado de
Doctor en Relaciones Internacionales
presenta:*

Rafael Alberto Durán Gómez

Asesor: Dr. Paulino E. Arellanes Jiménez

Ciudad Universitaria, Noviembre de 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



A MIS PADRES*

Para quienes con todo su ser, cada triunfo o derrota en mi vida la acogen como propia: a ti Madre por tu amor, paciencia, apoyo y fe; a ti Padre por tu abrazo eterno y ti Dios que me has dado todo para ser tu instrumento. No me queda sino dedicarles este trozo de mi impagable gratitud.*

A MIS HERMANOS

En el intento por recopilar algo de lo que soy, ustedes son y serán siempre mis pilares. Aún en lejanías temporales, lo que se graba en el corazón siempre permanece. Gracias por su apoyo y comprensión.

A MIS MAESTROS

*Recordar y agradecer a todos aquellos que compartieron momentos en mi formación académica y, sobre todo, humana Desde la maestra Fuentes al inicio, hasta los doctores Arellanes, Aguilar, Nava o la Dra. Arroyo, revisores de este trabajo.
Gracias sin excepción por su vocación, su paciencia y su tiempo.*

A MI FAMILIA & AMIGOS

Inmerso en los detalles que constituyen lo bello de la vida, no podría arrancar nunca de mi mente a todas y cada una de las personas que contribuyeron (aún a veces sin darse cuenta) en los logros de mi vida. Ustedes saben quienes son, no se busquen en un papel, han estado, están y estarán por siempre en la esencia de mi alma y de mi ser.

GRACIAS por estar en mi sonrisa y mi inspiración. ✍

*-¿Qué es lo que más te sorprende de la Humanidad?
-Que se aburren de la niñez, se apresuran a crecer y luego
añoran ser niños otra vez
Que pierden la salud por la preocupación de hacer dinero, y luego
pierden el dinero para restaurar la salud
Que por pensar ansiosamente en el futuro olvidan el presente, de forma
que no viven ni presente ni futuro
Que viven como si nunca fueran a morir, y
mueren como si nunca hubieran vivido*

*-¿Cuáles son las lecciones de vida que quisieras que
tus hijos aprendieran?
-Que no pueden obligar a nadie a que les quieran, aunque pueden
mantener la paz y armonía con todos
Que aprendiesen que no es bueno compararse con los demás
Que una persona rica no es la que más tiene, sino quien menos necesita
Que en pocos segundos podríamos abrir la herida más profunda en
nuestros seres amados y que podría tardar demasiados años para sanar
Que aprendiesen a perdonar, practicando el perdón
Que hay personas que los aman profundamente, pero simplemente no
saben como expresar o demostrar sus sentimientos
Que aprendiesen que dos personas pueden mirar un mismo objeto
y verlo distinto
Que no es suficiente ser perdonado por otros, sino que deben aprender y
perdonarse a si mismos
Y que aprendiesen que yo estoy con ustedes, SIEMPRE*

(Entrevista con Dios /Anónimo)



INDICE

INTRODUCCION	1
1. EL SISTEMA NORTEAMERICANO DE INNOVACION	
1.1 ENFOQUE TEORICO-CONCEPTUAL	13
1.2 ALGUNAS IMPLICACIONES TEORICO-ECONOMICAS DE LA INNOVACION TECNOLÓGICA	24
1.3 JUSTIFICANDO LA INVERSION EN CYT	33
1.4 TECNOLOGIA, POLITICA PUBLICA Y RUPTURA DEL MODELO LINEAL	39
1.5 EL SNI PREVIO A LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL	48
II. EL GOBIERNO FEDERAL COMO INTEGRADOR DEL SNI DESDE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL	
2.1 INSTAURACION DEL MODELO LINEAL-MILITAR	65
2.2 LA INSTITUCIONALIZACION FEDERAL EN APOYO A LA IYD	77
2.3 DE LA VISION LINEAL A LA ESTRATEGIA INTEGRADORA	89
2.4 PRIORIDADES MILITARES	100
2.5 LA DINAMICA COMPLEMENTARIA: GOBIERNO, INDUSTRIA Y ACADEMIA	110
III. TRANSICIONES E INERCIAS PARA LA IYD FEDERAL EN EL NUEVO ENTORNO TECNOLÓGICO GLOBAL	
3.1 UN NUEVO CONTEXTO INTERNACIONAL Y EL PARADIGMA EMERGENTE DE LA INVESTIGACION Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO	123
3.2 TENDENCIAS DE LA INVERSION EN IYD Y LA TRANSICION INSTITUCIONAL ANTE LA PERDIDA DE LIDERAZGO TECNOLÓGICO	143
3.3 APROVECHANDO LA TECNOLOGIA DUAL: DE LA POLITICA FEDERAL MILITAR A LA DE PRIORIDAD CIVIL	157
3.4 PRIORIDAD CIVIL EN LA ADMINISTRACION CLINTON Y EL CASO DEL NIST (INSTITUTO NACIONAL DE ESTANDARES Y TECNOLOGIA)	167
3.5 TENDENCIAS GLOBALES Y CUESTIONAMIENTO DEL PAPEL FEDERAL COMO INTEGRADOR EFICIENTE EN IYD	181
IV. LECCIONES EN EL REDISEÑO DE LA POLITICA NORTEAMERICANA EN CYT	
4.1 EUA ANTE LA UNIVERSALIDAD Y DINAMICA DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO-TECNOLÓGICO	200
4.2 INSTITUCIONALIZACION, INDUSTRIALIZACION Y DEBATE DE LAS ACTIVIDADES CIENTIFICO-TECNOLÓGICAS	211
4.3 CONOCIMIENTO, TECNOLOGIA Y COMPETITIVIDAD: LA DIMENSION SECTORIAL	226
4.4 LA LECCION FUNDAMENTAL: COOPERACION PARA LA COMPETITIVIDAD	237
4.5 HACIA NUEVAS PRIORIDADES Y ESTRATEGIAS EN CYT	251
V. COROLARIO: INTEGRACIÓN, COMPETENCIA Y DESAFIOS	264
VI. CONCLUSIONES	278
VII. ANEXOS	287
VIII. BIBLIOGRAFIA	297

Durante dos siglos, los líderes de la Nación han aceptado que las inversiones en ciencia y tecnología (CyT) incrementan la productividad y aumentan los niveles de vida. La Investigación y Desarrollo, comúnmente conocida como IyD, es el principal componente y una de las medidas tradicionales de inversión en CyT.

La IyD industrial puede haber representado cerca de un cuarto del total del crecimiento productivo en décadas recientes, generando índices de ingresos cerca del 30 por ciento. La IyD Federal ha suplido a la IyD privada en áreas donde los beneficios están muy distantes o inciertos para las firmas privadas. Mientras el índice de los beneficios para la IyD de financiamiento federal es muy difícil de estimular, es substancialmente probable, de acuerdo a varios economistas, que éste otorgue el máximo ingreso que cualquier otra inversión Federal. En otras palabras, la CyT es una buena política económica y pública. Este presupuesto propuso \$82,730 millones de dólares para toda la IyD Federal en 2001 (incluida la categoría de Instalaciones), representando alrededor del 35 por ciento del total nacional de la inversión en IyD.

Durante la Guerra Fría, muchas de las inversiones nacionales en CyT se dirigieron a las necesidades de defensa y del espacio. Hoy, la nación percibe crecientes desafíos debido a la competición económica global. Creemos que podemos mejorar significativamente nuestra competitividad a través de una mezcla balanceada de investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. Por medio de ellas, diferentes entre sí, estas tres actividades son profundamente interdependientes, debemos fomentar todas ellas.

National Science and Technology Council



LISTADO DE SIGLAS

AAAS *American Association for the Advancement of Science/* Asociación Americana para el Avance de la Ciencia

ACI *American Competitiveness Initiative; el Plan de Gobierno para la Competitividad* es un Programa Prioritario de la Administración Bush/2006, junto con el programa de Defensa y el del Espacio

ATP *Advanced Technology Program/ Programa de Tecnología Avanzada; perteneciente al DoC*

CAD *Computer Assisted Design*

CMA *Council of Manufacturing Associations*

CRADA *Cooperative Research and Development Agreements/ Acuerdos de Cooperación en IyD*

CyT Ciencia y Tecnología

DARPA *Defense Advanced Research Projects Agency/ Agencia para Proyectos de Investigación (Militar) Avanzada*

DHHS *Department of Health and Human Services/ Departamento de Servicios y Salud Humana*

DoA Departamento de Agricultura de los Estados Unidos/USDA

DoC Departamento de Comercio

DoD Departamento de Defensa

DoE Departamento de Energía

Earmarkings Partidas extraordinarias del Congreso en apoyo a proyectos específicos en IyD

EPA *Environmental Protection Agency/ Agencia de Protección Ambiental*

EUA/E.U. Estados Unidos de América

FAR Sistema Federal de Requerimientos de Adquisición

FFRDCs Centros de Investigación y Desarrollo con Fondos Federales

HSTC *House Science and Technology Committee*

IyD Investigación y Desarrollo Tecnológico/ *Research & Development (R&D)*

MEP *Manufacturing Extension Partnership/ mecanismo de apoyo a las PYMES*

MILSPEC Sistema Especial de Especificaciones Militares

MIT *Massachussets Institute of Technology*

MITI Ministerio Japonés de Tecnología e Innovación

NACA Comité de Asesoría Nacional para la Aeronáutica; antecesora de la NASA

NAM *National Association of Manufacturers*

NAS *National Academy of Sciences; antecedente de la NSF*

NASA *National Aeronautics and Space Agency/ Agencia Nacional de Aeronáutica y el Espacio*

NCI Instituto Nacional del Cáncer

NIH *National Institutes of Health; dependientes del DHHS*

NII *National Innovation Initiative*; antecede y complementa de la ACI, es generada por el *Council on Competitiveness/ Consejo privado de la Competitividad*

NIST *National Institute of Standards and Technology/ Instituto Nacional de Estándares y Tecnología*; antes Buró Nacional de Estándares, NBS

NSA *National Security Agency/ Agencia para la Seguridad Nacional*

NSB *National Science Board*; instancia consultora dentro de la NSF

NSF *National Science Foundation/ Fundación Nacional de la Ciencia*

NSTC *National Science and Technology Council*; Consejo asesor creado por el Ejecutivo en 1995; actualmente está a cargo de proyectos en IyD contra el terrorismo, junto con la OMB y la OSTP

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OHS *Office of Homeland Security*

OMB *Office of Management and Budget/ Oficina de Administración y Presupuesto*; instancia del Ejecutivo, decide en los recursos hacia la IyD

OSTP *Office of Science and Technology Policy/ Oficina de la Política en CyT*; asesora al Ejecutivo

OTA *Office of Technology Assessment/ instancia de apoyo para el Congreso (1972-1995)*; G.W. Bush ha considerado su reestablecimiento

OTP *Office of Technology Policy*; pertenece a la *Technology Administration*, dentro del Departamento de Comercio

OTU *Office of Technology Utilization*; dependiente de la NASA

PHS Servicio de Salud Pública; hasta los años 40s/ antecedente del DHHS

PNB Producto Nacional Bruto

PYMES Pequeñas y Medianas Empresas

R&E Tax Credit Crédito impositivo a la Investigación y la Experimentación; para realizar investigación universitaria con fondos industriales

RIUs Universidades de Investigación Intensiva

SBIR *Small Business Innovative Research-Program/ mecanismo de apoyo a la IyD en las PYMES*

SEMATECH *Semiconductor Manufacturing Technology/ Consorcio para mejorar la manufactura de circuitos integrados*

SNI *Sistema Nacional de Innovación/ Sistema Norteamericano de Innovación*

STTR *Small Business Technology Transfer Program/ mecanismo de transferencia tecnológica*

TICs Tecnologías de la Información y Comunicación

TRP *Technology Reinvestment Program/ mecanismo de apoyo a la IyD en las empresas*

UDLA-P Universidad de las Américas-Puebla

UNAM Universidad Nacional Autónoma de México

URSS Unión de Repúblicas Socialista Soviética (ex)

INTRODUCCION

Las Relaciones Internacionales presentan la relativa desventaja de ser una disciplina científica que, además de producir su propio espacio, también recibe diversas herramientas teóricas y metodológicas de otras áreas adyacentes del conocimiento. Este carácter multidisciplinario resulta ser, sin embargo, una cualidad que permite una riqueza de enfoques y análisis que son de gran utilidad en la actual apertura de las Ciencias en general y de las disciplinas sociales en particular. Mediante una perspectiva multidimensional resulta más accesible entender la tremenda complejidad de los procesos actuales dentro de la denominada economía global.

Dentro de las relaciones internacionales como 'nuestro gran objeto de estudio', actualmente se habla de un proceso mundial donde los focos de atención se proyectan en gran medida hacia el impacto de la Ciencia y la Tecnología (CyT) en los procesos productivos y, como consecuencia, en los patrones de consumo, en el empleo, en la capacitación, en la ubicación de los capitales, así como en las esferas macroeconómicas, sociales, políticas y culturales. Se ha reconocido ampliamente el papel de la empresa transnacional como principal eje generador de los procesos tecnológicos, así como la función de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones en esta nueva dinámica global.

Históricamente, todas las sociedades se han basado en el conocimiento, pero la característica distintiva de las sociedades modernas es el ritmo, alcance, y aplicación constante de los nuevos saberes, así como su creciente difusión y acumulación para sus nuevas aplicaciones potenciales. Ante tal realidad, el reto de organizar y gestionar las actividades económicas vinculadas a enfoques adecuados o perspectivas de la ciencia y la tecnología ha emergido como un factor determinante en las mismas sociedades modernas.

Tan solo la convivencia de las 'nuevas' industrias (farmacéutica, aeronáutica, tecnologías de la información y la comunicación, nuevos materiales, instrumental médico, biotecnología, robótica, etc.) con otras 'más antiguas' (automotriz, maquina-herramienta, petroquímica, de equipo eléctrico, etc.) afecta no solo los temas

macroeconómicos del empleo, la productividad o el mercado, sino también la estructura generadora de las actividades de Investigación y Desarrollo (IyD) a nivel nacional e internacional.

Actualmente podemos hablar de una industrialización de la ciencia donde los avances científico tecnológicos constituyen la base del desarrollo de las empresas, las naciones o las regiones. La IyD representa la parte más substancial y medible de las actividades científico tecnológicas, así que se considera un factor esencial en la función del conocimiento y la tecnología como herramientas del desarrollo contemporáneo. La IyD es vista en los países y las industrias más ricas como una inversión necesaria en la consolidación de proyectos dirigidos a sus objetivos industriales y comerciales. Con estas actividades, la innovación tecnológica emerge como un elemento decisivo en la consolidación de ventajas competitivas frente a otras firmas, naciones o bloques económicos.

En este contexto, ha sido escaso el reconocimiento de que, a lo largo del siglo XX, las actuales corporaciones estratégicas basaron una parte importante de su crecimiento en el apoyo del gobierno, la vinculación con la educación superior o las aportaciones de personajes filantrópicos. Hasta cierto punto, resulta paradójico hablar del retiro “total y forzoso” del gobierno en las actividades económicas. Ello implicaría desconocer la importante función de gobiernos, como el de Estados Unidos, en la generación de una política de integración nacional en CyT; la cual, desde la Segunda Guerra Mundial, fue determinante en el surgimiento de un entorno endógeno para la innovación (pese a que ya existían apoyos federales aislados, como fue el caso del sector agrícola).

Se puede afirmar que dicha política se instituyó en 1945 con el famoso reporte de Vannevar Bush: *Science, The Endless Frontier (Ciencia: la Frontera Inalcanzable)*. En dicho documento se señalaba que *el trabajo de investigación de largo plazo y el involucrar la aplicación de los más recientes descubrimientos científicos a las necesidades militares debe ser responsabilidad de aquellos científicos civiles de universidades e industrias quienes son los mejores entrenados para ello*. Desde entonces el gobierno federal promovió un acercamiento con las universidades y las

industrias como una estrategia de integración de las actividades científico tecnológicas. Fue entonces cuando el gobierno federal encabezó la llamada *investigación básica orientada a misiones específicas*, la cual dio gran énfasis a las áreas de defensa (incluyendo al sector aeroespacial) y salud. Iniciaba el apoyo federal a proyectos de investigación específicos para ser cristalizados en innovación tecnológica y, con ello, el modelo lineal se utilizó para realizar y financiar actividades de I+D.

Entre los factores que consolidaron a los EUA como superpotencia se hallan los proyectos sólidos de desarrollo industrial, político y social, los financiamientos generosos, además de un acertado manejo de la CyT como un sistema integrado a la economía norteamericana. Sería durante la posguerra cuando los Estados Unidos aplicaron su modelo lineal-militar para consolidar sus instituciones en CyT, lo cual sería fundamental para hacerlos emerger como una superpotencia que fortalece su economía a partir de factores como el tecnológico.

Para los norteamericanos es claro que así como su país ha tenido respuestas efectivas en cambios económicos internacionales pasados, el actual desafío de la globalización de fines del siglo XX e inicios del XXI podrá ser solventado con las medidas adecuadas en esos rubros. El entorno internacional luego de *Bretton Woods*, el lanzamiento soviético del Sputnik en 1957, la advertencia en 1969 por parte de los Departamentos del *Tesoro, Comercio y Agricultura* de que la Unión Europea podría tomar el liderazgo económico mundial, o el desafío similar de la industria japonesa en los años ochenta, marcan periodos de cambio ante los cuales Estados Unidos ha realizado ajustes económicos muy firmes dentro de las empresas y las políticas gubernamentales. Hoy en día, un asunto muy importante es identificar qué tipo de gobierno y en qué áreas puede haber una intervención que contribuya en mantener el liderazgo tecnológico y mitigar los riesgos del proceso global.

La capacidad de innovar (crear nuevas ideas, bienes y servicios) se ha convertido en el requerimiento fundamental para mantener el liderazgo tecnológico. No obstante parece inevitable que el proceso global y la interdependencia, como evidencias de la inusitada movilidad de los conocimientos científico técnicos, abran la posibilidad a

otros países de innovar más, con lo que los Estados Unidos pierden terreno en la competitividad mundial.

Son inmensamente diversas las fuentes que pueden generar la innovación de nuevas tecnologías. Particularmente los Estados Unidos desarrollaron un *esquema tribásico* que se inspira en el modelo lineal-militar del gobierno federal y que es reconocido en todo el orbe. Se trata de una combinación entre los proyectos de investigación de la universidad, empresarios y el apoyo en la financiación (proveniente de capital de riesgo, de corporaciones o del gobierno). En dicho modelo la participación de la universidad en estrecha colaboración con el sector empresarial es evidente; el trabajo de vinculación con la investigación de base universitaria ha sido un componente fundamental en la fortaleza tecnológica norteamericana. Pero es importante también reconocer que el gobierno interviene siempre aún en diferentes niveles (normatividad, subsidios, apoyo universitario, concesiones impositivas, presupuesto hacia la I+D, o la participación directa en proyectos específicos a través de sus laboratorios y agencias federales).*

Aunque de 1945 al 2005 se atraviesan un gran cúmulo de eventos internos y condiciones externas cambiantes, el gobierno federal de los EUA si bien ha reconocido los límites de la perspectiva lineal-militar de apoyo a la CyT no ha erradicado del todo esa fórmula que le ha dado tantos dividendos en diversas etapas. Con una misión y visión integradora de las actividades científico tecnológicas, el gobierno federal ha fortalecido su presencia como uno de los principales soportes dentro del mercado tecnológico controlado al invertir entre la mitad y un tercio del total de inversión en I+D en las últimas décadas.

En la perspectiva de las empresas, además de la organización interna para desarrollar I+D propia y del mercado abierto a precios de coste, los centros públicos de I+D son una opción importante de acceso a la tecnología. Actualmente, las empresas pueden tener acceso a diversos programas gubernamentales como el

• Algunos de los ejemplos del modelo tribásico son el *Silicon Valley* en California, el *Research Triangle* en Carolina del Norte, y la *Ruta 128* del MIT en Massachussets. Una prueba del éxito de este modelo se refleja en el esfuerzo de muchos países por crear centros de investigación similares en torno a sus mejores universidades.

Small Business Innovative Research, el *Technology Reinvestment Program*, o el *Advanced Technology Program*; en ellos, pueden obtener donaciones directas para el desarrollo de tecnologías específicas. También pueden entablar acuerdos con los laboratorios nacionales en el marco de los *Cooperative Research and Development Agreements* o, inclusive, pueden acudir a la *Ley Antimonopolios* para demandar mayor apertura tecnológica de las grandes empresas. Todos estos son únicamente algunos ejemplos del entorno innovativo propiciado por el gobierno federal norteamericano.

Un documento de diciembre de 2004 por parte del *Center for Strategic and International Studies*, un muy influyente *think-tank* ubicado en Washington D.C., se refiere a la importancia de mantener el liderazgo tecnológico en el fortalecimiento de la economía norteamericana. Se sugiere una revisión de la estrategia de Seguridad Nacional, donde la búsqueda constante del liderazgo tecnológico debe aparecer a la par de los objetivos militares o el antiterrorismo.

Se observa entonces evidente que el gobierno de Estados Unidos ha adquirido un papel integrador ante la necesidad de generar una estrategia permanente para apoyar la política en CyT como un péndulo entre la productividad económica y su *realismo político*. Bajo ambas perspectivas, el gobierno federal promueve las actividades en IyD de forma decisiva. Este apoyo se mantiene en tiempos de globalización donde los sectores productivo, comercial y financiero, así como el poderío tecnológico-militar, continúan una alternancia vital en la política exterior.

Respecto al panorama macroeconómico, ha sido bien reconocido por empresarios, políticos y académicos que el liderazgo tecnológico de los norteamericanos ha sido erosionado y aún rebasado en algunos campos (p.e. semiconductores avanzados, tecnología de imágenes digitales, memorias de alta densidad, materiales avanzados, optoelectrónica, entre otros). La competitividad internacional ha puesto en "evidencia" una *erosión* tecnológica (al menos parcial) desde la década de los ochenta. Este hecho apoya la tesis de que el gobierno federal debe mantener el apoyo a la IyD en la búsqueda por mejorar el desempeño industrial del país.

Ante dicho contexto, la presente investigación comienza por estudiar la tesis de que el conocimiento científico y el tecnológico se vinculan estrechamente con la

competitividad internacional. Para nuestro caso particular, planteamos la premisa de que el gobierno federal norteamericano ha incorporado su política científico tecnológica como *un pilar indiscutible de su estrategia nacional*, además de que esta política destaca a la cooperación y el equilibrio de la inversión en I+D como una estrategia fundamental externada en el debate, en la adecuación institucional y en la generación de un entorno propicio para la innovación tecnológica.

Considerando dichos aspectos, nuestra hipótesis central afirma que el gobierno federal asume el papel de integrador de las actividades científico tecnológicas a través de una institucionalización pragmática de la I+D, ya que se ha adaptado tanto al entorno de las prioridades militares como al de competitividad global no militar. En otras palabras, el traslado de los conocimientos científicos a los tecnológicos, dentro del entorno federal de prioridad militar ha sido determinante y funcional bajo la premisa de la Seguridad Nacional; pero dicha propuesta se ha complementado con una visión de apoyo a la competitividad y la tecnología civil (caso de la Administración Clinton). Aunque desde hace más de 50 años el gobierno federal ha forjado un modelo de cooperación “lineal-militar” en I+D, esta perspectiva ha perdido cierto liderazgo frente a las prioridades globales de la competitividad industrial y ante la incuestionable *movilidad, diversidad y expansión* del propio conocimiento científico y tecnológico.

La referencia a una visión federal *lineal* de la innovación implica el apoyo a la I+D a partir de dos factores básicos: 1) la premisa de que el presupuesto federal encausa las prioridades nacionales en innovación tecnológica y, 2) la cooperación basada en una participación equilibrada entre los actores del sistema y en la racionalidad de *apoyo lineal* (investigación básica-aplicada-desarrollo tecnológico). Esta visión se impregna a la vez del aspecto militar, en cuyo entorno, la cooperación con prioridades en defensa resulta funcional en tanto que la industria complementa acertadamente las áreas de tipo civil.

Para entender el pragmatismo y la “inercia” que permiten observar y debatir los cambios institucionales implicados, tenemos que considerar el apoyo norteamericano a la CyT dentro de una dinámica integral. Un concepto que será recurrente es el

denominado *Sistema Nacional de Innovación* (SNI) que, en su forma más visible, se compone del sector académico (universidades, laboratorios y programas de investigación y educación), el empresarial (investigación industrial y centros de capacitación) y el gubernamental (proyectos, regulaciones y financiamiento); este concepto lo definimos como el conjunto de actores, estructuras e interacciones encaminados a vincular y hacer funcionar los esfuerzos dirigidos a la creación, producción y comercialización del conocimiento científico y tecnológico. Pese a que cada uno de sus actores juega un papel determinante en todo el SNI, nuestro eje recurrente se concentra en la IyD como la llamada '*fase precompetitiva*' y en la importancia del gobierno federal, aunque siempre considerando los diversos actores y elementos del sistema en su conjunto. Ello sin dejar de establecer la imposibilidad de explicarlos de manera absoluta o aislada.

Si las vinculaciones entre los actores del SNI son de vital importancia para la operación apropiada del todo, es claro entonces que, el proceso de innovación incluye otras actividades adyacentes a la investigación científica y al desarrollo tecnológico. Entre esos elementos también cognoscitivos se halla el diseño, la manufactura, la comercialización, la infraestructura, la organización, las regulaciones y, especialmente, el desarrollo del capital humano. Esta amplia perspectiva de la innovación tecnológica es abordada pero sólo manteniendo como nuestro eje de análisis al apoyo de la estrategia federal hacia la organización y promoción de la CyT en los EUA. Como se verá, podríamos considerar que estas dinámicas científico tecnológicas han existido desde la conformación misma de la nación, sin embargo, desde la Segunda Guerra Mundial es que se hicieron más intensivas con una integración federal, complementada con la industria y la academia.

Resaltando entonces que la parte medular de esta investigación doctoral se centra en las políticas federales al interior del sistema científico tecnológico norteamericano, nos proponemos observar cómo la política en CyT ha sido históricamente debatida, y cómo esta discusión ha traído un diverso número de asuntos en torno a su participación al interior del sistema. Ejemplo de ello es el contraste entre las administraciones de W. Clinton y de G.W. Bush que presentan

objetivos nacionales diferentes (competitividad económica vs supremacía militar). Ante esto, nuestra tesis contempla la necesidad de crear nuevas instituciones o, al menos, reformar y/o reforzar las ya establecidas para ejecutar la imperativa prioridad de rediseñar continuamente la política norteamericana hacia la CyT en el entorno de la globalización, la economía del conocimiento y la competitividad mundial. Si, durante el periodo de la Guerra Fría, la justificación basada en la Seguridad Nacional fue detonante de la supremacía tecnológica de Estados Unidos, durante los años noventa las condiciones de prioridad económica global dominaron el entorno. Ante ello, la adaptación no ha sido un camino fácil. Las nuevas prioridades emergen ante la economía global, aunque se mantienen algunos elementos recurrentes donde la denominada economía de guerra se niega a morir.

El objetivo principal de esta investigación es analizar los elementos que permitieron al gobierno federal norteamericano asumir el papel de integrador de las actividades científico tecnológicas del país y determinar si dichos instrumentos son vigentes en los movimientos pendulares entre la competitividad global y la Seguridad Nacional.

Otros objetivos de nuestra investigación se centran no sólo en hacer notar la trascendencia fundamental de los conocimientos científicos y tecnológicos en los Estados Unidos, sino también incluyen implícitamente su vinculación con la economía del orbe, de las regiones, de las empresas transnacionales, de las naciones y del hombre en sociedad. Es también importante destacar la intención por presentar algunos de los elementos clave en la naturaleza y movilidad global del traslado de esos conocimientos en tecnología y competitividad internacional. Aquí, es muy importante el planteamiento de una supra-hipótesis que afirma la continua adyacencia y multidisciplinariedad del conocimiento científico y tecnológico; en particular nuestra investigación centra su atención precisamente en la diversidad de fuentes y tópicos en torno a la temática en cuestión, la cual evidentemente solo representa la punta del iceberg de un sinfín de problemáticas.

Para estos propósitos, la estrategia metodológica adoptada es de carácter histórico-cualitativo, donde los elementos semánticos del marco teórico conceptual son fundamentales para la reducción crítica del análisis. La investigación se *pluraliza* no sólo con algunos elementos cuantitativos sino, particularmente, por la naturaleza

multidisciplinaria de nuestro enfoque. Luego de la explicación semántica, se requiere del uso de un marco histórico, político e institucional, donde situamos el papel del gobierno federal norteamericano como integrador nacional de las actividades de CyT. El entorno económico global pone en evidencia el cuestionamiento de la política “*lineal-militar*” de dicho gobierno; aunque, al final, todos estos elementos se vierten en el análisis de la experiencia norteamericana en CyT (lecciones) frente a una concepción general del desarrollo (pero no un desarrollo lineal ni continuo, sino complejo y de resolución ante los retos). El investigar sobre un país netamente generador de CyT desde la perspectiva del subdesarrollo basa su originalidad no sólo en demostrar la importancia que este tema tiene en los países desarrollados, sino también en el necesario proceso de decodificación del conocimiento, imprescindible en el ‘*ranking tecnológico*’ contemporáneo.

En el nivel económico, se analizará la estrecha relación de la Ciencia y Tecnología con el crecimiento y la dinámica económica; se observará la compatibilidad entre el capital productivo (cuyo motor ubicamos en el conocimiento científico y, sobretodo, tecnológico) y el comercial, observándose continuamente algunos rasgos característicos de la Revolución de la Ciencia, su vinculación con las bases de la Revolución Tecnocientífica actual y con la idea de una ‘*dialéctica tecnológica*’ de los países: creadores-seguidores-decodificadores-consumidores.

Respecto al aporte que la ciencia y la tecnología otorgan al crecimiento y la competitividad económicos, en años recientes ha emergido una vasta y creciente literatura. Por supuesto, esta perspectiva observa al gobierno federal como un inversionista que debe destinar parte de su presupuesto a la I+D para obtener, a partir de la innovación (comercial), los frutos económicos de esa inversión.

La perspectiva explicativa elegida para el presente estudio proviene de la denominada “*Nueva Teoría del Crecimiento*” (Rosenberg, 1982, 1993; Freeman, 1997), del “*Institucionalismo Económico*” (Nelson 1987, 1993; Etzkowitz 1989, 1997) y la corriente del “*Desarrollo Endógeno*” (Braczyk, 1998; Vázquez, 1999). Dicha convergencia teórica halla sus raíces en las grandes corrientes del desarrollo de los años cincuenta a los setenta, más recientemente su visión acumula interpretaciones

de la corriente evolutiva y de las nuevas aproximaciones de la innovación (Dosi, 1990, Mowery 1989, 1993; David & Abramowitz, 1994, entre otros). En este sentido la perspectiva Schumpeteriana de la innovación, es una referencia determinante en la complementariedad teórica. Este enfoque económico institucional es esencial para la explicación del funcionamiento del entorno innovativo.

Una vez comprendidos los fundamentos económicos del cambio tecnológico, será imprescindible una complementación político-institucional en nuestro marco teórico, ello con el fin de identificar la conducta de las tomas de decisión gubernamentales dirigidas hacia la promoción científico-tecnológica y visualizar la organización estructural en torno a la política científico-tecnológica norteamericana. En este sentido, habremos de partir del aparato burocrático federal establecido para esa promoción tecnológica y, de allí, se determinarán las vinculaciones para la generación y distribución del conocimiento en el entorno innovativo. Aquí, serán de gran utilidad los aportes de autores como R. Nelson (1987, 1993) y H. Etzkowitz (1989, 1997) dentro de la corriente institucionalista de la CyT. Particularmente, son también importantes las perspectivas de R. Barke (1988), L. Branscomb (1993, 1998) y J. Lewis (2004), quienes se introducen eficazmente en la explicación de la política pública hacia la ciencia y la tecnología y dan gran importancia a su permanente debate frente a la innovación.

Cabe también destacar a investigadores de la UNAM que se han vinculado, de diversas formas, con este tipo de análisis (R. Casas, L. Corona, A. Didrikson, J. Saldaña, J. Solleiro, A. Chavero y H. Castaños, entre otros).

Por consiguiente, se parte de una base teórica que presenta una visión acertada respecto al estudio, importancia e impacto de la política de CyT en el desarrollo. Esta perspectiva teórica es incorporada en diversos estudios recientes de la OCDE. Los instrumentos y técnicas de investigación requeridos en el presente estudio derivaron esencialmente de fuentes bibliográficas vinculadas a nuestro mismo objeto de estudio, pero también se hizo uso de fuentes primarias (documentos oficiales como de la *NSF*) y estadísticas (particularmente las referentes a los porcentajes del presupuesto federal destinado a la IyD). Cabe señalar que, la inquietud particular

hacia nuestro estudio, se origina desde la recopilación de información obtenida del *Seminario de Verano 1995* del *Center for Economic Public Research* de La Jolla, California, hasta el acercamiento al trabajo y crítica de los profesores Alfredo Nava (UDLA-P, 1995-1996), Leonel Corona (UNAM/FE 1997-1999) y Henry Etzkowitz (*Science Policy Institute* 2000-2001), entre otros aspectos.

Ante estos elementos, el trabajo se divide en cuatro capítulos, cada uno de los cuales representa a la vez una investigación integral que tiene un sinfín de temáticas adyacentes que pueden ser expandidas en futuros análisis. Este esfuerzo fortalece su valor en la utilidad que pueda aportar para futuros estudiosos, casuales y especializados, involucrados con este campo de conocimiento. Ante la diversidad en las temáticas abordadas, la perspectiva general se amalgama en la medida en que se concibe el enfoque multidisciplinario del trabajo. Esto implica que la investigación considera una sistematización y análisis desde diferentes perspectivas de la CyT, incluyendo una interdisciplinariedad donde al enfoque de la economía y gestión del cambio tecnológico se adhieren principalmente la historia y filosofía de la CyT, la sociología del conocimiento y la teoría de la educación.

El primer capítulo introduce el entorno teórico que contempla los conceptos básicos para entender el papel que juega la CyT en las naciones, además se presentan los antecedentes de la participación del gobierno federal en el sistema de innovación norteamericano. En segunda instancia, se abordan las principales características funcionales del sistema de CyT, destacando el papel del gobierno federal como fuente de recursos en su política de formulación y financiación de la IyD; esto se presenta en el marco de la Guerra Fría por lo que se percibe la influencia militar en la estructura organizativa de la CyT federal. En tercer término, se incluye un análisis que muestra, de acuerdo a nuestra percepción, las principales razones hacia la necesidad de rediseñar la estrategia federal (y nacional) hacia la CyT; entre dichas razones se subrayan: el entorno global donde la movilidad de los conocimientos y el modelo lineal-militar toman nuevas dimensiones. Particularmente se analizan los intentos gubernamentales por trasladar los esfuerzos de la IyD militar hacia el sector civil durante los años noventa; el caso del *Instituto Nacional de Estándares y*

Tecnología, dentro del *Departamento de Comercio*, es analizado en dicha política. Al final, presentamos las 'lecciones para el desarrollo' del propio SNI, derivadas de la experiencia pionera del gobierno federal frente a la empresa, la academia y la sociedad, en dinámica continua respecto al cambiante entorno innovativo y a las denominadas *nuevas prioridades al inicio del siglo XXI*.

1

CAPÍTULO

EL SISTEMA NORTEAMERICANO DE INNOVACIÓN

Como Freeman, Mowery y Rosenberg han señalado, las actividades en IyD han aumentado su importancia como fuente del cambio tecnológico a consecuencia de dos factores: el incremento en la contribución de la ciencia y los científicos (particularmente químicos y físicos) a la tecnología industrial, y la expansión de formas más funcionales de organización...

OECD

1.1 ENFOQUE TEÓRICO-CONCEPTUAL.

Desde hace mucho tiempo, se ha argumentado que el crecimiento económico y el desarrollo de cualquier nación dependen enormemente o están conectados directamente con el nivel de su capacidad tecnológica¹. Sin embargo, los principales elementos claves en la explicación de la naturaleza del cambio tecnológico y los procesos de innovación, así como un entorno conceptual más adecuado, han cobrado fuerza en los últimos quince años. La primera tarea del presente trabajo es, consecuentemente, introducirnos en la asociada complejidad al interior del proceso de innovación tecnológica y hacer más comprensibles los conceptos teóricos fundamentales que se requieren en la descripción y análisis de la política científico tecnológica norteamericana. Seguidamente, habrá de ubicarse al gobierno federal dentro del Sistema Norteamericano de Innovación (SNI) y destacar su adopción del concepto lineal de apoyo a la innovación tecnológica.

¹ Este aspecto ha sido especialmente explorado para explicar el crecimiento económico de las naciones industrializadas en los trabajos de ABRAMOWITZ o de VERSPAGEN (ver bibliografía). Una visión histórica de la tecnología dentro de la teoría económica la encontramos, por ejemplo, en SULLIVAN, Brian (1987). *The challenge of economic transformation: forerunner of democracy*, en Goldenbery, Steven & Strain, Charles. **Technological change and the transformation of America**. Southern Illinois University.

En el plano teórico, al interior de las Relaciones Internacionales ha existido una preocupación por explicar la tecnología militar, los grandes cambios estructurales impactados por el cambio tecnológico y por las relaciones transnacionales y/o de interdependencia. Pero en ninguna de estas (muy importantes) perspectivas la tecnología ha sido considerada como un factor endógeno. Esta tarea, sin embargo, ha iniciado desde mediados de los años noventa, cuando Susan Strange (1994) hizo hincapié en la necesidad de incorporar al factor tecnológico en el entendimiento de la política y la economía internacionales. Ya previamente, para Robert Cox (1987) la tecnología representó un elemento fundamental en la estructura política global ya que es igualmente importante, tanto como producto de las fuerzas sociales que como impacto en la sociedad.

Convencidos del aporte de las teorías económicas del cambio tecnológico en la comprensión de cómo la sociedad contemporánea se organiza en la producción científico tecnológica, comencemos por abordar la denominada *Nueva Teoría del Crecimiento*. Esta perspectiva teórica se basa, principalmente, en la importancia que tiene la acumulación del conocimiento para el desarrollo económico de un país.

Christopher Freeman² se refiere a la importancia de la inversión en recursos de conocimiento para el crecimiento económico. La idea inicial es que, si bien el conocimiento científico y técnico parece tener una movilidad internacional poco restringida, lo que sí se puede fomentar es la capacidad o entorno nacional para asimilar, imitar y generar las actividades de innovación. Ante este escenario, el concepto del Sistema Nacional de Innovación hace su aparición. Este es un término que tomamos de Richard Nelson³, aunque, de acuerdo con Freeman, el término '*national system of innovation*' fue utilizado por primera vez en 1992 por Bengt-Åke Lundvall y la idea se remonta a 1841 con Friedrich List en su concepto de '*The National System of Political Economy*'.

² FREEMAN, Christopher (1997). *The 'national system of innovation' in historical perspective*. En Archibugi, D. & Michie, J. (Eds.) **Technology, globalisation and economic performance**. Cambridge University Press, pp 24-82.

³ NELSON, Richard (1993). **National Innovation Systems**. Oxford University Press.

De hecho, List (citado por Freeman, 1997) asegura que las naciones actuales no son más que el resultado de la acumulación de inversión, perfeccionamiento y esfuerzos de las generaciones que conformaron el capital intelectual⁴. De tal forma, la producción de cada país corresponderá a la proporción del conocimiento adquirido, así como de su capacidad para procesarlo, mejorarlo y utilizarlo de manera apropiada. En este sentido; la teoría evolucionista (Nelson, Rosenberg, Dosi, Winter y Mowery, entre otros) se interna más en las repercusiones económicas implicadas por estos procesos, aunque también considera la necesidad de un desarrollo institucional dinámico para las actividades científico tecnológicas. Esta corriente observa las variables de la innovación, el aprendizaje y la trayectoria tecnológica. Desde esta perspectiva, los centros de I+D públicos y privados deben hallarse estrechamente ligados a las instituciones de educación y ciencia para que el conocimiento generado sea correctamente aplicado.

Inspirado en Douglass North (1990), el enfoque institucionalista⁵ que retomamos para nuestro estudio, emerge en particular de las propuestas de Richard Nelson (1987, 1993, 1996) y Henry Etzkowitz (1989, 1997). Estos autores se refieren a las competencias científicas y tecnológicas desarrolladas por el sector productivo, a partir de un modelo de 'triple hélice' (Etzkowitz, 1997) que incluye la existencia de redes (nacionales, regionales y globales) entre las empresas, universidades/centros de investigación y gobiernos. Nuestro estudio se preocupa por destacar la dinámica ejercida desde el gobierno federal estadounidense, en concreto su política científico tecnológica, cuyas instituciones crean los incentivos o los obstáculos para adoptar o cambiar estrategias u objetivos, tanto particulares como colectivos. Si las instituciones son un soporte de la capacidad tecnológica y organizacional de las

⁴ Remontándonos a la línea Solow-Aukrust-Schultz-Denison (quienes forjan el concepto de capital humano como el aumento cualitativo de la capacidad productiva del individuo), el capital intelectual se reduce aún más a la parte esencialmente pensante o creativa del capital humano. Dicho lo cual, el capital intelectual deja fuera el trabajo de tipo técnico o administrativo y se concentra en las actividades cualitativas de científicos e ingenieros o tecnólogos vinculados al concepto fundamental de la innovación. Véase, por ejemplo, DE PUELLES, Manuel & TORREBLANCA, José (1999). *Educación, Desarrollo y Equidad Social*, en Revista Iberoamericana de Educación, Madrid, OEI/Biblioteca digital: www.oei.com

⁵ Este enfoque parte del institucionalismo de elección racional, el cual estudia cómo se desarrollan las instituciones políticas, donde se puede analizar el comportamiento de los individuos como una teoría de juegos (buscar que todos salgan beneficiados lo mejor posible). Por otro lado, también busca estudiar el origen y

firmas y los países (Nelson, 1993), el papel de las instancias federales ha sido fundamental en el desarrollo de las actividades de Ciencia y Tecnología (CyT) como área estratégica para Estados Unidos.

Sólo a través de las instituciones (públicas y privadas), se va a poder modificar e incentivar la capacidad científica y tecnológica necesaria para enfrentar la movilidad mundial del conocimiento, la transferencia tecnológica y el proceso de globalización en general. Así, junto con la innovación en términos de competitividad comercial, las *innovaciones organizacionales o institucionales pueden generar nuevos impulsos al cambio técnico y económico* (Freeman, 1997; p.28).

Más recientemente, la propuesta del '*Desarrollo Endógeno*' (Vázquez, 1999; Braczyk, 1998) parte del reconocimiento de que, desde la última década del siglo veinte, emerge el nuevo paradigma de la globalización en la economía y la sociedad, un proceso que implica, indudablemente, un aumento de la competencia en los mercados. A la cabeza de dicho entorno global se encuentran aquellas ciudades y regiones urbanas que concentran el conocimiento, la organización y la capacidad de producción más desarrollados, lo que permite a la empresa innovadora la utilización de recursos de calidad para obtener '*economías de aglomeración*'. Las múltiples redes estratégicas son el elemento diferencial que sustenta el funcionamiento de la economía global a partir de la creación de nuevos espacios de producción e innovación. Esto se hace evidente tanto en las actividades industriales de alta tecnología (microelectrónica, la biotecnología, la robótica, los nuevos materiales, etc.), como en aquellas actividades manufactureras que en los años cincuenta y sesenta se caracterizaban por su producción estandarizada pero que se han reestructurado y han diferenciado la producción a través de la introducción de innovaciones (industria de la confección, aeronáutica, automotriz, etc.). Debemos también considerar en estos cambios globales a aquellos complementarios al área productiva; tal es el caso de las actividades de servicios avanzados (p.e. *marketing*, diseño o asistencia técnica), los servicios financieros y los servicios de ocio.⁶

evolución de las instituciones y cómo éstas afectan el comportamiento social, pero a través de las estrategias que los responsables políticos implementan para maximizar sus potenciales.

⁶ VÁZQUEZ, Antonio (1999). **Desarrollo, redes e innovación**. Madrid, Ediciones Pirámide, p.18.

...la teoría del desarrollo endógeno considera que en los procesos de desarrollo intervienen los actores económicos, sociales e institucionales que forman el entorno en el que se desarrolla la actividad productiva y, entre ellos, se forma un sistema de relaciones productivas, comerciales, tecnológicas, culturales e institucionales, cuya densidad y carácter innovador va a favorecer los procesos de crecimiento y cambio estructural.⁷

La perspectiva del desarrollo endógeno, como en su momento la teoría de la dependencia, considera que cada territorio tiene una trayectoria económica propia e, igualmente, cuenta con una capacidad y respuesta innovadora diferente. Para que un sistema productivo local sea innovador, debe introducir nuevos “paradigmas productivos” a dicho sistema local y, para ello, el sistema institucional (encabezado por gobierno, empresas, y educación superior) debe transformarse creativamente y desplegar su capacidad de aprendizaje, elemento ante el que no todos los territorios están capacitados. De hecho, esta capacidad de respuesta y adaptación de empresas o instituciones, ciudades o regiones, determina el grado de desarrollo ante los desafíos de la competitividad. Una competitividad global que es asimétrica y policéntrica. Aquí, las instituciones y las regiones basan su desarrollo en los recursos humanos, en los naturales e, incrementalmente, en los tecnológicos.

Estas teorías no son excluyentes, por el contrario, podríamos afirmar que son complementarias. Ya que mientras la Nueva Teoría del Crecimiento nos presenta una perspectiva macro con respecto al papel de la ciencia y la tecnología dentro de una economía, el Institucionalismo nos da la pauta para poder analizar de qué forma los gobiernos pueden promover la generación de CyT para el crecimiento económico de su país, a través de la creación de “reglas” que regulen e incentiven a los actores involucrados con el Sistema Nacional de Innovación y con el desarrollo económico general. Incluso la propuesta del *Desarrollo Endógeno*, nos permite ampliar la dimensión real del gobierno federal norteamericano en su promoción de la CyT.

Dicha convergencia teórica nos marca la pauta en la explicación y el análisis de la dinámica global del conocimiento presentada desde los noventa. La actual generación, acumulación y transferencia de flujos de conocimiento conlleva *nuevos y más amplios contextos trans disciplinarios, económicos y sociales* (Casas, 2002, 17).

⁷ Ibid, p.20.

Justo aquí es donde las redes, las organizaciones, las instituciones y el interés público deben adaptar los ambientes favorables para la innovación.

Tenemos que ser conscientes de que tanto la ciencia como la tecnología hacen referencia a procesos y resultados de la obtención de conocimiento útil⁸. Esta implicación involucra aspectos acerca de cómo el mundo trabaja y cómo puede trabajar mejor. De acuerdo con Freeman (OECD, 1991, 304), “cualquier esfuerzo por discutir el papel del cambio tecnológico desde la teoría económica debe regresar a Schumpeter. Casi solitario entre los economistas de principios del siglo XX, él se dedicó a poner a la innovación tecnológica en el corazón del sistema. Aunque con Schumpeter, como con otros economistas, encontramos cierto dualismo en su trabajo... (primero) la ciencia y la tecnología son abordadas, al menos implícitamente, como exógenos al sistema. (Después) enfatizó el papel de la ‘I+D burocratizada’, la cual se ha convertido en una función interna de amplio impacto y fuente de cierta superioridad competitiva.”⁹ Esta disyuntiva, en principio contradictoria, involucra en realidad la complementariedad de reconocer a la innovación tecnológica como un elemento global y endógeno al mismo tiempo.

La bien conocida distinción (schumpeteriana) entre “invención”, “innovación” y “difusión”, la cual ha sido adoptada en gran parte de los análisis económicos del cambio tecnológico, sirvió para resaltar el papel del empresario en el proceso entero y para poner el mayor énfasis en las innovaciones más radicales. Tanto la “invención” como la “difusión” fueron relegadas a un tipo de status inferior. El papel del inventor, aunque por supuesto reconocido, no era comparable de aquel del innovador, aún cuando los papeles puedan a veces ser combinados en la persona del inventor-empresario. Muchas invenciones pudieran nunca salir más allá del laboratorio o del ático proverbial o podrían empolvarse en la oficina de patentes. Sólo un acto empresarial innovativo podría llevar una invención del status de curiosidad científica al de un artefacto comercial; para Schumpeter

⁸ BELLO, Mark & BAUM, Michael. “Setting priorities ...” Op.Cit., **Gopher-subject**: Abril, 1995.

⁹ FREEMAN, C. “The nature of innovation and the evolution of the productive system.” En OECD (1991). **Technology and Productivity: the challenge for economic policy**, Paris, 304.

ésta era la verdadera y única fuente de ganancia y crecimiento en la sociedad capitalista, además de ser su hecho más característico.¹⁰

Como también enfatiza Solleiro, dentro del proceso de innovación actual, la difusión es más recurrente que la generación de nuevas tecnologías. Esto se observa debido a que, en la actualidad, existe más la de explotación del conocimiento existente (incremental), que la creación de las llamadas innovaciones radicales; esta tendencia implica que el concepto actual de SNI se acerca más a la idea de generar sistemas de distribución del conocimiento.¹¹ En la medida que estos sistemas de distribución sean eficientes, serán capaces de ser adaptados al esquema de competitividad global o prioridad militar, según la política nacional en turno.

Tal desafío de integrar y adaptar los elementos y directrices de una política científico tecnológica fue tomado por el gobierno federal de los EUA desde el informe de Vannevar Bush al Presidente Truman en 1945. ese documento trazó las líneas de la política norteamericana en CyT a partir del modelo lineal de desarrollo que afirmaba que la financiación hacia la ciencia generaría desarrollo tecnológico, progreso y bienestar social. Este modelo convencional integra las etapas de Investigación y Desarrollo en: *investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico*. Dentro del modelo lineal, estas son la parte fundamental del proceso de innovación ya que representan las fases previas a las de producción y comercio de bienes y/o servicios. En ausencia de la inversión, estructura y organización de la IyD, la segunda y muy amplia parte del proceso de innovación (la producción y el mercado, véase Tabla 1) no podría tener el éxito que ha presentado en las economías modernas. A partir de esta visión lineal, el gobierno federal apuesta por la búsqueda de equilibrio en la inversión dentro de la IyD.

TABLA 1. EL PROCESO DE INNOVACIÓN (MODELO LINEAL).

¹⁰ OECD (1991). **Technology and Productivity: the challenge for economic policy**, Paris, *Organization for Economic Co-operation and Development*, p. 304.

¹¹ SOLLEIRO, José Luis (1996). "Propiedad intelectual: ¿promotor de la innovación o barrera de entrada? En Solleiro, J.L. (et.al.). **Posibilidades para el desarrollo tecnológico del campo mexicano**. UNAM/IIIE, Editorial Cambio XXI, p. 28.

POLÍTICA	Científica	Tecnológica	Industrial	Comercial
Elemento Activo del Proceso	Investigación básica → aplicada ⇒	Desarrollo tecnológico ⇒	Producción ⇒	Mercado ↓
Recursos (\$)	↑ Inputs ←	↑ Inputs ←	↑ Inputs ←	Outputs ↻

Dentro de este simple (y, como veremos adelante, limitado) esquema del proceso de innovación, debemos resaltar el papel que juega la I+D y, dentro de ella, las diferencias entre los tres diferentes tipos de investigación: básica, aplicada y desarrollo tecnológico. La *Fundación Nacional de la Ciencia* (NSF) se refiere al objetivo de la palabra “investigación” como *un conocimiento satisfactorio o entendimiento de nuestro objeto de estudio, más que una aplicación práctica del mismo*; ante ello, la investigación básica implica conocimiento en ausencia de aplicación práctica.

Sin embargo, una más aceptada definición de investigación básica ha emergido sobre la ausencia de su relación con aplicaciones prácticas más que con la búsqueda de un entendimiento fundamental del fenómeno natural. Esta definición es desafortunada, incluso bizarra. En las ciencias aplicadas e ingenierías, parte de la investigación es de hecho totalmente básica en el sentido de una búsqueda del entendimiento en un nivel meramente fundamental. Gran parte de la investigación en ciencias (medicas y otras) es llevada a cabo en perspectiva de aplicación específica y práctica.¹²

Así, podemos distinguir a la investigación básica como un elemento no-práctico pero organizacional que es previo a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico como fases del proceso. La investigación básica es la herramienta hacia la ciencia pura, mientras la investigación aplicada y el desarrollo se convierten en la vía hacia la elaboración de tecnologías las que, naturalmente, requieren de motivaciones de carácter práctico. Estas diferencias son elementales y contribuyen con la explicación del proceso de innovación, el cual, sin embargo, implica una complejidad mayor.

Por un lado, en la práctica, el prometedor modelo lineal de desarrollo evidenció sus fallas desde la segunda mitad de los 50s (con el lanzamiento del primer satélite que

¹² NELSON & ROSENBERG, (1993). *National...* Op. Cit., p. 21.

ponía a los soviéticos en la supremacía tecnológica de la época). Por otra parte, en el plano abstracto, los teóricos del cambio tecnológico han analizado las fallas y han descartado la forma generalizada en la aplicación del modelo. Sin embargo, a pesar de la evidencia práctica y teórica, el modelo lineal mantiene su vigencia en el debate contemporáneo de la CyT (como veremos más adelante), particularmente como una estrategia federal de financiamiento y localización de prioridades en IyD.

De modo complementario, Vázquez¹³ nos indica, desde su propuesta del desarrollo endógeno, que *los actores económicos, sociales e institucionales intervienen en los procesos de desarrollo que conforman el entorno donde se desarrolla la actividad productiva. Entre éstos -continúa- se forma un sistema de relaciones productivas, comerciales, tecnológicas, culturales e institucionales.* Dicho sistema posee una densidad y carácter innovador que va a favorecer los procesos de crecimiento y cambio estructural. Esto implica que, en la era de la globalización, el conocimiento, la tecnología y la competitividad juegan un papel determinante y proporcional al esfuerzo concentrado en los elementos endógenos de los nichos regionales, nacionales y, particularmente, empresariales.

Otra interesante y complementaria perspectiva teórica la encontramos en Michael Porter (1990)¹⁴, particularmente en su definición de la *ventaja competitiva*. Acercamientos teóricos como su idea del diamante, crearon durante los noventa gran controversia en las formas de concebir la enorme importancia contemporánea de las grandes empresas innovadoras. No obstante, en el valioso esquema de la *ventaja competitiva*, el énfasis recae en la dinámica empresarial y la actividad del gobierno se deja al mismo nivel que la del *azar*.

Dentro de la concepción del SNI, sin embargo, además de reconocerse la enorme importancia de la empresa, se observa la necesidad de no marginar al gobierno, a la

¹³ VÁZQUEZ, Antonio (1999). **Desarrollo, redes e innovación**. Madrid, Ediciones Pirámide, p.20.

¹⁴ Porter nos habla de seis elementos fundamentales en el desarrollo industrial y la alta competitividad de países como Estados Unidos y Japón: a) condiciones o recursos básicos (p.e. infraestructura o educación), b) condiciones de una demanda interna exigente, c) vinculación y apoyo dinámico entre las industrias (productores y proveedores forman clusters), d) estrategias de competencia interna y global entre las empresas, e) el azar como variable fuera del control de la empresa (p.e. guerras o eventos climáticos), y f) el gobierno como regulador y promotor del entorno industrial.

educación superior y a la sociedad en general como actores fundamentales en el entendimiento, el apoyo, la generación y la transferencia de los conocimientos científicos y tecnológicos.

En este sentido, la transferencia de tecnología es otro importante concepto que nos ayuda en la presente investigación. Dicho término significa la adquisición, desarrollo y utilización de la información tecnológica entre los creadores, seguidores y consumidores de la tecnología. El concepto sugiere, por ejemplo, la existencia de cuadros capacitados en el manejo de la información tecnológica y con la posibilidad de identificar nuevas aplicaciones tecnológicas (innovativas) a necesidades identificadas. En otras palabras, transferencia de tecnología implica el proceso de asociación y organización de conocimiento que es producido por el mismo proceso de innovación que implica la tecnología. La innovación aparece debido a la identificación de una potencial posibilidad económica que justifica esfuerzos en costos y riesgos encaminados a la obtención de beneficios económicos que aquella inversión representó. Sin embargo, como veremos en la presente investigación, aún al interior de los costos directos para mantener la capacidad de la I+D+D nacional, es muy difícil evaluar y decidir la distribución de ese presupuesto. La principal razón de esto radica en que los beneficios del proceso de innovación no son tan inmediatos.

De una manera un tanto intangible, la ciencia y la tecnología generan un impacto derivado de los avances de sus conocimientos y reflejado en la producción o el crecimiento económico. Así, las razones económicas parecen ser suficientes para invertir en CyT pese a que nadie sabe con precisión cómo la CyT otorga enormes beneficios a la economía. Entre los intentos científicos por explicar, desde la disciplina económica, la existencia de ese *factor desconocido*, Mowery y Rosenberg (1989) han aceptado la contribución de Abramowitz acerca del elemento denominado "residuo"; este se refiere a aquellos factores intangibles que contribuyen y complementan al "capital visible" (equipo, maquinaria, infraestructura, capital humano, etc.). El conocimiento, por sí mismo, pertenece a todas las etapas y procesos de la producción, aún sin ser del todo percibido. Hoy día, el valor tradicional

de una industria ha sido alterado por la nueva economía del conocimiento. *Microsoft* es el gran ejemplo de la alteración de dichos parámetros: del valor total de la empresa de Bill Gates, sólo un 5 por ciento está constituido por tangibles (activos materiales) y el resto son intangibles (valor agregado basado en el conocimiento).

Por ahora, sólo debemos reconocer la importancia del entorno teórico económico aplicado a lo largo de la presente investigación.¹⁵ Se trata de una emergente perspectiva económica combinada con los ámbitos político y social, que contempla las fronteras entre el desarrollo científico, tecnológico, político, económico y social.

Asumimos entonces, la posibilidad de complementar nuestro tema con una perspectiva social y cultural en la medida en que la tecnología impacta decisivamente estos ámbitos. La tecnología y sus implicaciones sociales no son un tema inédito, no obstante, las implicaciones sociales experimentadas por la sociedad norteamericana durante la Guerra Fría y desde la última década del siglo XX merecería una atención más detallada;¹⁶ aunque, por supuesto, las secuelas sociales producidas por el factor tecnológico están implícitas en el presente documento. Las revoluciones tecnológicas del siglo XX impactaron en la agricultura, salud, medio ambiente y en general en la calidad de vida; se han erigido como un factor natural de oportunidades económicas para enormes segmentos de la sociedad americana.¹⁷

En la visión de Simon Kuznets, tal como lo percibe Moses Abramowitz¹⁸, existen tres importantes elementos que contribuyen con el nivel de desarrollo entre las naciones (especialmente enfoca su estudio al caso de Estados Unidos); estos son: secularismo, equidad y nacionalismo. Cada uno de ellos fue de suma importancia para la incorporación de la CyT al desarrollo social y económico de Norteamérica. En

¹⁵ Hacemos uso de la convergencia entre el denominado *Institucionalismo Económico Evolutivo* (North, Nelson), la *Teoría del Nuevo Desarrollo* (Rosenberg, Mowery) y la corriente del *Desarrollo Endógeno* (Vázquez, Braczyk); de hecho, toda esta conformación del marco teórico de convergencia deriva, en diferentes grados, de los esfuerzos teóricos post-schumpeterianos.

¹⁶ Finalmente, las tecnologías son desarrolladas y diseminadas por el hombre como individuo y mediante sus instituciones, donde todos los procesos de la IyD son considerados como procesos sociales. Cfr FREEMAN, Christopher & SOETE, Luc (1994). **Work for all or Mass Unemployment**. London, Pinter Publishers, Cap. 3.

¹⁷ Véase, por ejemplo, HISKES, Anne (1986). **Science, Technology, and policy decisions**. Westview Press.

¹⁸ ABRAMOWITZ, Moses (1989). **Thinking about growth, and other essays on economic growth and welfare**. Cambridge University Press, p. 55-56.

general, esa importancia estuvo basada en la libertad social y el respeto entre la comunidad científica y la artesanal.¹⁹ Ciertamente, el caso norteamericano ha sido, y continúa siendo, un ejemplo muy particular del impacto de la CyT en una sociedad determinada. La Historia muestra que conocimiento y tecnología se hallan en cambio permanente y es incierta su nacionalidad; discusión complementada en el capítulo 4.

Ante este escenario, cuando hablamos del “sistema nacional de innovación” en general, o del sistema norteamericano de innovación en particular, debemos de reconocer la existencia de una gran diversidad de factores (tangibles e intangibles) que continuaremos desarrollando en el análisis de la presente investigación. Sin embargo, podemos subrayar, en un sentido amplio, tres principales actores que poseen la responsabilidad de apoyar y/o realizar IyD: el gobierno, la industria y la academia (del citado modelo ‘triple-hélice’). Es un hecho que, aún enfocándonos en la participación del gobierno federal en esta promoción de la CyT, es imposible ignorar las dinámicas generales del sistema. A pesar de ello, nuestra hipótesis sugiere el predominio o liderazgo del papel del gobierno federal en el sistema; aunque no siempre como principal financiador o realizador de IyD, si permanentemente como integrador y promotor de una estrategia nacional en CyT.

1.2 ALGUNAS IMPLICACIONES TEÓRICO-ECONÓMICAS DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.

En febrero de 1992, al inicio de la Administración Clinton, en un mitin del presidente con algunos empresarios, el representante de *Hewlett Packard*, John Young, se refirió al papel de la tecnología en el crecimiento económico de largo plazo. Citando la idea de Robert Solow²⁰ acerca de que “mientras el trabajo y el capital representan un 50 por ciento del crecimiento en productividad desde la Segunda Guerra Mundial, la tecnología representaba la otra mitad”. Como se comentará en el tercer capítulo, la estructura de la IyD norteamericana ha cobrado muy diversas percepciones, pero su impacto es incuestionable, tanto en el nivel nacional como en la relación con otros

¹⁹ Contrariamente a la relación europea, donde la comunidad científica relegó a los artesanos a una actividad considerada de un nivel secundario debido a su característica “no lucrativa”.

países.²¹ Percibimos que, aquel porcentaje, se ha venido reduciendo al tiempo en que la superioridad tecnológica se “erosiona” o reestructura debido a la competitividad internacional.

El hecho es que, gran parte de los economistas que estudian la productividad y el crecimiento económico, han reconocido que si bien la productividad depende del capital físico (o tangible), también depende de un elemento “intangible”; ambos elementos representan una complementariedad en el progreso tecnológico. El consenso de la existencia de *ventajas tecnológicas intangibles*, como una parte importante del incremento productivo, ha sido estudiado en diversas naciones desarrolladas. Así, las mejoras y dinámicas del *know-how* han demostrado que, hablando de progreso económico, *trabajar más inteligentemente* puede resultar mejor que *trabajar más duro*.²²

Desde mediados de los años cincuenta, crece el interés académico por el papel que juega el cambio tecnológico en el crecimiento económico. Entre los economistas que estudian la relación entre tecnología y crecimiento económico, Abramowitz²³ incorpora el citado *factor intangible*, asumiéndolo con el concepto de “residual”. Este concepto trató de explicar las diferencias de un rápido crecimiento en los *outputs* respecto a los *inputs* para los EUA en el periodo de 1948 a 1979; él decía que el avance de la tecnología depende enormemente de ese factor “residual”. Más aún, él a la par de otros economistas, optó por explicar este progreso a partir del avance del conocimiento.²⁴ Por ejemplo, los fundamentos analíticos de Solow, que consideraron al avance tecnológico como una importante fuente del crecimiento (en su *Technical Change and the Aggregate Production Function*²⁵), dieron material a otros

²⁰ SOLOW, Robert (1957). “Technical Change and the Aggregate Production Function”. Review of Economic Statistics.

²¹ **President Clinton’s New Beginning**. Texto original, Febrero 14 y 15 de 1992, Arkansas, Donald I Fine, Inc. New York, p. 289.

²² **Economic Report of the President: Transmitted to the Congress**, Washington: U.S. Government Printing Office, Cap. 1, Febrero 1994.

²³ ABRAMOWITZ, Moses (1989). **Thinking about growth...** Op. Cit.

²⁴ Ibid, pp. 13-79.

²⁵ SOLOW, Robert (1957). “Technical Change ... Op. Cit.

economistas²⁶ para referirse al también denominado “elemento desconocido” (en la explicación de la diferencia entre los crecientes *outputs* y los moderados *inputs*) como sinónimo de progreso tecnológico. El mismo Abramowitz caracterizó esas diferencias como “*algún tipo de medida de nuestra ignorancia acerca de las causas del crecimiento económico*”²⁷, en tanto Rosenberg se refiere al “*interior de la caja negra*”.²⁸ Hoy en día, consideramos que la existencia del residuo o ‘elemento desconocido’ se ubica en el valor tecnológico agregado generado por los conocimientos científicos tecnológicos incorporados en los procesos productivos.

Desde principios de los años cuarenta, Schumpeter había enfatizado el papel central del progreso tecnológico y de la innovación como partes medulares de las dinámicas del crecimiento económico dentro del capitalismo.²⁹ El comportamiento competitivo que efectivamente impactó en el largo plazo vino de elementos innovativos, particularmente de la manufactura y producción del automóvil, los cuales prácticamente abolieron el trabajo rudimentario como actividad económica. El empresario innovador es el agente dinámico que promueve la investigación y la invención hacia productos que lleguen al mercado comercial. La innovación –como desarrollo de nuevos productos y nuevos métodos de producción- tuvo una implicación fundamental para entender la naturaleza del capitalismo como una fuerza histórica, así como la naturaleza del proceso competitivo.³⁰

El crecimiento económico resulta de la innovación -la introducción de nuevos productos, procesos y servicios- y mientras la tecnología es vitalmente importante para la innovación, no es el único agente responsable. El amplio crecimiento en el conocimiento científico y técnico no pudo haber sido transformado en continuo crecimiento económico en la sociedad occidental, ni ha gozado de un consenso

²⁶ Para una revisión de esta literatura, ver ABRAMOWITZ, Moses (1989)... Op. Cit., pp. 3-80; ROSENBERG, Nathan (1982) **Inside...** Op. Cit., y/o NELSON, Richard (1987). **Understanding Technical change as an evolutionary process**, Elsevier Science Publishers.

²⁷ ABRAMOWITZ, Moses (1956). “Resource and Output Trends in the United States since 1870”. American Economic Review, Paper and Proceedings, p. 11.

²⁸ ROSENBERG, Nathan (1982) **Inside the black box: Technology and economics**. Cambridge University Press.

²⁹ Ver, por ejemplo, “*The process of creative destruction*”, en SCHUMPETER, Joseph, **Capitalism, Socialism and Democracy**, 1975, Harper Row Publishers, New York, p. 82-86. Originalmente publicado en 1942 por Harper Brothers.

³⁰ Para una buena historiografía del progreso técnico, consultar Nathan ROSENBERG, 1982. **Inside...**, Op.Cit.

social que favorezca el uso diario de los productos de innovación. Además, el Occidente permitió a los innovadores un grado de libertad fuera de interferencia política o religiosa lo cual era inusual, sino único, entre las principales sociedades.³¹

Dicho entorno teórico nos lleva a una perspectiva económica más contemporánea; desde la visión *evolucionista* notamos una relación cercana entre la inversión y los resultados de la IyD. Esta visión ciertamente representa un desafío de la política en sus objetivos por reforzar y acelerar el dinamismo económico de los EUA. Cuando el sector privado no está generando suficiente innovación se afectan las decisiones de los responsables políticos (*policymakers*), así como los eventuales cambios tecnológicos y el grado de competitividad en los niveles nacional y mundial. Las consideraciones del gasto en IyD están conectadas con cada uno de los elementos del proceso tecnológico, aunque también es fundamental el papel de las redes interinstitucionales en la realización de las actividades científico tecnológicas. Las decisiones hacia las tecnologías “más adecuadas” se hacen determinantes en la búsqueda del mejor rendimiento de la CyT al interior de las empresas.

No es casualidad que, para los países desarrollados, la justificación económica en la evolución de su sistema nacional de CyT ha sido una clave importante de sus proyectos nacionales de desarrollo. De hecho, en términos económicos, buena parte de los *outputs* de los productos con contenido científico y/o tecnológico tienen que dirigirse a los inventores, ingenieros y a las inversiones iniciales de las instituciones o firmas; esto es importante en términos de incentivar las actividades de IyD. Además, esos logros económicos siempre han afectado las decisiones políticas en CyT (actualmente las del binomio competitividad global-supremacía militar).

En 1965, durante una de las etapas álgidas del apoyo del gobierno de EUA a su IyD, un reporte de la *Asociación Federal de Planeación Nacional* se refiere a las bases que justifican una estrategia en Ciencia y Tecnología a través de objetivos nacionales concretos. Estos fueron: "poder, prestigio exterior, orgullo interno, salud y bienestar

³¹ ROSENBERG, Nathan & BIRDZELL, L.E. (1986). **How the West Grew Rich**. Basic Books, p. 264.

de la ciudadanía, fortaleza del sistema educativo, así como el crecimiento económico."³²

La contribución y los beneficios económicos de la tecnología se dirigen hacia las sociedades modernas y no sólo hacia los innovadores en particular. Sin embargo, como se ha argumentado, este aporte de la tecnología al crecimiento económico no está totalmente explicado o medido. Cuando se intenta analizar el proceso de innovación tecnológica y su impacto en una nación, como el caso de Estados Unidos, no se deben considerar únicamente las implicaciones económicas, sino también las políticas y las sociales.

Existen muchas condiciones que influyen en la utilización de la investigación científica y tecnológica dirigida a los propósitos de innovación comercial. Obviamente este proceso no es tan lineal como puede abordarse teóricamente (investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico, producción e innovación comercial); la relación entre estas "cajas negras" es mucho más compleja y gran parte de sus interacciones no son muy tangibles. Sin embargo, debemos intentar identificar y clarificar lo mejor posible todos estos elementos de vinculación. Por conveniencia metodológica, es que partimos de la perspectiva teórica del modelo lineal aunque, en realidad, estamos lejos de adherirnos a la simpleza de tal modelo. No obstante, percibimos que el gobierno federal norteamericano adopta dicha perspectiva en el ejercicio de su política científico tecnológica. Aunque, a lo largo de la Historia, gran parte de las innovaciones tecnológicas se habían producido sin la investigación científica actual. Desde 1945 fue que el gobierno de EUA ve a la investigación como una actividad fundamental para la innovación; paulatinamente fue que los científicos e ingenieros van justificando con creces los recursos que se les destinan. Y aunque la investigación sigue teniendo un peso muy importante en el desarrollo, lo cierto es que por sí sola resultaría un esfuerzo insuficiente en tanto no se vincule con todo un entorno innovativo nacional.

³² ROSENBLOOM, Richard S (1965). **Technology transfer-process and policy**, Washington, D.C., *National Planning Association*. Reporte Especial No. 62, p. 2.

Inclusive, en la búsqueda de los beneficios económicos de cualquier empresa innovadora, se tienen que resolver muchos más aspectos que las cuestiones de inversión en IyD y sus conexiones con factores institucionales u organizacionales. La innovación tecnológica tiene y continuará generando diversas vertientes, cada una de ellas desarrolla su propio entorno y su especialización. Como resultado, las diversas áreas del conocimiento se abren. Para llegar a ser competitivo, cada actor debe buscar un adecuado entorno tecnológico y de capacidades. Si estas condiciones son encontradas, gran parte de los beneficios económicos tendrán un potencial de crecimiento y competitividad en función directa con la inversión en IyD y el funcionamiento general del SNI en busca de un entorno adecuado para las actividades en CyT.

Ejemplo de ello se presenta en la Tabla 2 que compara los SNI de Estados Unidos, Japón y la ex URSS durante los años 70. De manera complementaria al esfuerzo gubernamental, destaca el papel de la empresa, particularmente la transnacional, como nicho fundamental (aunque no único) del proceso de innovación. En apoyo directo a los asuntos relacionados con un entorno adecuado para la IyD, los responsables políticos juegan también una función determinante en el diseño de políticas públicas que permitan el mejoramiento del desempeño innovativo de las firmas norteamericanas. Se debe observar que una política tecnológica contempla promover, trasladar, usar y regular la investigación y el desarrollo (IyD) a través de las instancias gubernamentales implicadas.

TABLA 2. CONTRASTANDO LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN, EN LOS AÑOS 70.

Japón	Estados Unidos	(ex) URSS
Alto Gasto Total en IyD/PNB (2.5%)	Alto Gasto Total en IyD/PNB (2.27%)	Muy alto Gasto Total en IyD/PNB (4%)
Muy baja proporción de la IyD militar/espacial (<2% en IyD)	Muy alta proporción de la IyD militar/espacial (>50%)	Extremamente alta proporción de la IyD militar/espacial (>70% en IyD)
Alta proporción de la IyD total en el nivel empresarial y financiamiento corporativo (aprox. 67%)	Importante proporción de la IyD total en el nivel empresarial y financiamiento corporativo (aprox. 49%)	Baja proporción de la IyD total en el nivel empresarial y financiamiento corporativo (<10%)
Fuerte integración en IyD con	Fuerte integración en IyD con	Separación de la IyD con la

la producción e importación de tecnología en el nivel empresarial	la producción e importación de tecnología, aunque muy dependiente de la iniciativa institucional federal	producción e importación de tecnología y débiles vínculos institucionales
Sólidas redes de vinculación entre usuarios-productores y subcontratistas	Consolidadas redes de vinculación usuario-producto-subcontratista, con liderazgo internacional	Débiles o ausentes vínculos entre <i>marketing</i> , producción y concesiones
Fuertes incentivos para innovar en el nivel empresarial, incluyendo directivos y fuerza laboral	Consolidados incentivos para la innovación empresarial, incluyendo directivos y fuerza laboral, aunque afectados por una ambivalencia en la política comercial internacional	Algunos incentivos para innovar emergen en los años 60 y 70, pero son contrarrestados desalentando a directivos y fuerza laboral
Intensiva experiencia de competición en los mercados internacionales	Liderazgo con relatividad emergente en la competitividad del mercado internacional	Exposición relativamente débil en la competición internacional, excepto en la carrera armamentista

FUENTE: Diseñado con información de FREEMAN (1997, 33) y MOWERY & ROSENBERG (1989, Cap.II).

Consecuentemente, requerimos examinar el desarrollo del sistema científico tecnológico norteamericano con una perspectiva histórica que explique qué tanto el desempeño innovativo ha sido inducido por este gobierno. Los orígenes históricos y el entorno económico, nos permitirán obtener un mejor entendimiento de la importancia en la estructura institucional de la CyT en los EUA.

Por ejemplo, durante su Administración, el presidente Clinton siempre reconoció que los esfuerzos hacia la tecnología no resultan sencillos. Bajo esta perspectiva, *“el trabajo de científicos e ingenieros que lleva a nuevos descubrimientos, implica diversos sub-esfuerzos de tipo económico”*. Finalmente, estos esfuerzos conforman las articulaciones reales del SNI aunque, como veremos adelante, las actividades de IyD son diversas y caras. *“Al mismo tiempo, si la tecnología y la automatización han sido el motor de la revolución industrial...”* (estas también han traído) *“aspectos controversiales” en la relación tecnología-sociedad. Podemos estar de acuerdo con el argumento de la tecnología como una amenaza hacia el factor trabajo, en una posición alarmista clásica; sin embargo, el avance tecnológico siempre ha “producido salarios y niveles de vida más altos y no desempleo masivo”*.³³ Finalmente, gran parte del problema no radica en la generación de los avances científico tecnológicos

por sí mismos, sino en la capacidad de la sociedad para distribuir sus beneficios y para acceder al nuevo conocimiento inherente. Por supuesto, este proceso requiere cada vez más competitividad y especialización, resultados implícitos del cambio tecnológico. En este sentido, el gobierno norteamericano no debe impedir sino facilitar y regular el crecimiento.

Concordamos con los autores que definen a la tecnología como “*conocimiento que contribuye a la creación, producción y mejoramiento de productos económica y socialmente útiles*”³⁴. Desde esta perspectiva económica, asumimos a la tecnología como algo positivo (aunque, por sí misma, puede verse como una herramienta neutral ya que el hombre le otorga su función). Acerca de esta ‘*influencia positiva*’ de la inversión en IyD sobre el crecimiento reflejado en los *outputs* del proceso, Verspagen establece que existen tres *inputs* esenciales en la actividad de producción: trabajo, capital y el *stock* de conocimiento científico tecnológico.

Existen muchos escritos tratando de establecer tanto la relación teórica como la empírica entre el cambio tecnológico en la forma de gastos acumulados en IyD, y el índice de crecimiento del valor agregado. En la parte teórica, la relación entre cambio tecnológico y crecimiento es prominente tanto en las propuestas evolutivas del proceso económico (p.e. Nelson, Dosi, Verspagen) y la denominada nueva teoría del crecimiento. Ambas perspectivas hacen énfasis (...) en la influencia de la tecnología como un factor relativo a incrementar los retornos a escala, y como la fuente primaria del crecimiento económico en el largo plazo.³⁵

Sin embargo, a pesar de la importancia estratégica de la tecnología en el crecimiento y la referida influencia positiva, por supuesto que los economistas reconocen la existencia de sus particulares problemas. Estos se hallan más allá de la tradicional idea de que la tecnología desplaza el trabajo humano hacia una

³³ **Economic Report of the President:**... Op. Cit.

³⁴ DOSI, Giovanni, ZYSMUN, John & D’ANDREA, Laura (1990). “*Technology, Trade Policy and Shumpeterian Efficiencies*”, en De La Mothe & Ducharme; (1990). **Science, Technology and Free Trade**, Pinter Publishers, p. 56.

³⁵ El trabajo de VERSPAGEN (1993) en su “*R&D and Productivity*” está dedicado a esta influencia positiva de la inversión en IyD sobre el crecimiento de los *outputs* (ver referencias).

situación de desempleo (la máquina contra el hombre). Ciertamente se requieren más profundas investigaciones para clarificar la relación entre desarrollo tecnológico, productividad y desempleo³⁶, pero otros problemas inherentes en la tecnología se refieren a los presupuestos económicos, los cuales además de reflejar la responsabilidad política de promover y regular la innovación tecnológica, por supuesto que contempla diversos asuntos correlacionados con la CyT, sobre todo de corto y mediano plazos. Temáticas vinculadas con aliviar asuntos sociales, otros aspectos productivos, asuntos de organización, distribución o uso de tecnología o productos de valor tecnológico agregado, etc. Los cambios en la forma de innovar pueden ser determinantes y decidir el camino por el que las inversiones en IyD son conducidas.

A partir del análisis de David & Abramowitz (1994) se observa que el incremento del *stock* de conocimiento científico relevante para la industria implica cambios en la innovación respecto a la inversión dirigida a recursos intangibles (humanos y materiales) más que hacia la acumulación de tangibles (convencionales) bienes de capital como estructura y/o equipo. En otras palabras, esta generación y acumulación de conocimiento útil, aunada a la explotación/comercialización de ese conocimiento, transforman la innovación en sus fases científica, tecnológica y organizacional. Además, se ha observado un mayor índice de retorno en las actividades de formación de capital intangible —más notablemente, educación e IyD organizada— por sobre las inversiones en recursos tangibles.³⁷ Ello sin dejar de reconocer que la simple acumulación de capital humano resulta inútil si deja de lado los objetivos de la innovación. Al final, hablamos de una adecuada combinación de los recursos tangibles e intangibles, reconociendo que estos últimos están muy vinculados a la capacidad cualitativa del capital humano e intelectual en vinculación a las actividades educativas, científicas y de investigación.

1.3 JUSTIFICANDO LA INVERSIÓN EN CYT.

³⁶ Véase FREEMAN, Chris & SOETE, Luc (1994). **Work for all or Mass Unemployment**. London, Pinter Publishers, particularmente el Capítulo 4.

³⁷ DAVID, Paul A. & ABRAMOWITZ, Moses (1994). “*Convergence and Deferred Catch-up Productivity Leadership and the Waning of American Exceptionalism*”, Stanford University Press, p. 19.

Cuando los científicos e ingenieros, como capital intelectual, demuestran que pueden aportar algo tangible a la sociedad es cuando los fondos públicos se liberan a raudales. Este es un hecho que puso a los científicos en una posición estratégica para la Seguridad Nacional de los EUA. Aunque en la medida que los científicos se fueron agregando a proyectos civiles, las empresas fueron incorporándolos, lo que iría justificando aún más la importancia de las actividades de IyD en la política económica.

La idea de justificar la política en CyT a partir de la generación de retornos económicos y, sobre todo, de su impacto en el desarrollo nacional, se origina de la evidencia teórica y empírica. Existe un claro interés emergente por demostrar la transformación del conocimiento hacia beneficios económicos mediante la innovación tecnológica de productos, procesos y servicios. Cada teórico en este campo, ha desarrollado su propio punto de vista, sin embargo, todos concuerdan en reconocer la dificultad de medir los retornos económicos generados por la IyD, aunque, definitivamente, consideran que dichos retornos existen.

Dentro de la relación entre productividad e innovación tecnológica, Linda Cohen sintetiza las aportaciones de *"una vasta línea de investigación, incluyendo trabajos de Robert Solow, Edward Denison, Zvi Griliches, Edwin Mansfield, F.M. Scherer, y muchos otros que concluyen que más de la mitad del crecimiento histórico en el ingreso per capita de los EUA se debe a los avances en el conocimiento, y que el retorno económico total para inversión en IyD es muchas veces tan alto como el retorno para otras formas de inversión."*³⁸

El impacto positivo de la IyD sobre la productividad es un hecho analizado en diversos estudios, aunque en todos se muestra que la influencia exacta es imposible de establecer. A mediados de los años noventa, investigadores como Griliches (1994) indican que la tasa de retorno de las inversiones en IyD es mucho más alta que la presentada sobre la inversión en instalaciones, maquinaria y equipo. Para Verspagen (1993), el índice (siempre positivo) de retorno de la inversión en IyD varía

³⁸ COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). *"Privatizing Public Research: The New Competitiveness Strategy"*. Preparado para el *Center for Economic Policy Research*, Junio. p. 10.

de un 3 a un 274 por ciento, aunque, es obvio que los índices de retorno difieren entre sectores³⁹, entre empresas en un mismo sector y, más aún, entre países. Este aporte conceptual, pese a su amplitud, resulta de gran utilidad en la comprensión de la racionalidad de las políticas públicas hacia la CyT.

Más recientemente, ha emergido en la literatura económica una segunda racionalidad para las políticas públicas de la IyD, siguiendo una línea de argumentos desarrollados por Nathan Rosenberg, Richard Nelson, David Mowery, Paul David, y Moses Abramowitz, entre otros. Esta visión brota de dos observaciones acerca del proceso mediante el cual la empresa identifica y desarrolla nueva tecnología potencialmente benéfica. Una observación se refiere a la forma en que el conocimiento científico es ensamblado en nuevas tecnologías. Una innovación técnica comprende normalmente muchos avances previos en conocimiento, frecuentemente generados de soluciones a problemas aparentemente desvinculados. Un investigador puede no conocer todos los usos potenciales de un nuevo avance en el conocimiento, y el dirigente de una investigación puede no darse cuenta de información técnica que podría ser muy útil para un proyecto adyacente. La segunda observación es que los costos de transferir conocimiento desde el punto de su descubrimiento hasta una nueva aplicación parecen ser menores entre investigadores que trabajan en equipo o, al menos, en la misma locación u organización que entre investigadores que están separados física y organizacionalmente.⁴⁰

IncurSIONAMOS entonces en la gran complejidad de la IyD como fuente esencial de la competitividad. La necesidad de mejorar la organización del proceso de innovación y de optimizar el ambiente en torno al sistema de CyT, se ha venido presentando en su aspecto teórico. Ahora procedemos a confrontar ese entorno teórico con lo que ocurre en la práctica, al tiempo que se continuará haciendo énfasis en los elementos

³⁹ Bart VERSPAGEN ha desarrollado estos niveles diferenciados al interior de un extenso rango en el índice de retorno de la IyD en su trabajo *R&D and Productivity*, donde señala que “para los sectores de alta tecnología (*high-tech*), respecto a estas elasticidades positivas del *output* derivado de la IyD, fueron encontrados rangos de valor desde 5-11 por ciento. Sin embargo, únicamente para los países más desarrollados (tecnológicamente) las elasticidades en la IyD estimadas fueron significantes.” Respecto a estos valores en los sectores denominados *medium-tech* “eran claramente más bajos que en los sectores de alta tecnología”; y en los llamados “sectores de baja tecnología (*low-tech*), no fue encontrada ninguna influencia significativa de la IyD. Más aún, diversas elasticidades estimadas en este último grupo fueron negativas”; el autor concluye que la influencia de la IyD en la productividad depende enormemente de los contextos sectorial y nacional.

del complejo sistema norteamericano de Innovación. La investigación básica y la de alta tecnología serán buenos ejemplos dentro de esta complejidad; un breve párrafo, escrito por Teich en 1986, nos sirve de punto de partida para introducirnos en este propósito:

Para 1985, 2.7% en el Producto Nacional Bruto fue destinado para propósitos en CyT mediante IyD organizada. De esto, 49.9% fue financiado por la industria (...) y 46.7% por apoyo Federal. Además, en una visión complementaria, entre los más de 100 millones de hombres y mujeres de la fuerza de trabajo en EUA, 3.4% eran científicos e ingenieros (trabajando en firmas industriales, universidades, laboratorios de agencias gubernamentales, hospitales, instituciones de investigación no-lucrativas, y otras organizaciones); de éstos casi 3.5 millones de científicos e ingenieros, 369,000 tienen grado doctoral; sin embargo (ese año) sólo 25,000 científicos e ingenieros con grado doctoral fueron empleados en actividades de IyD.⁴¹

Teich nos muestra información de mediados de los ochenta que incluye, no sólo la importancia que Estados Unidos como nación ha dado a la investigación y desarrollo tecnológico, sino también algunos de los microelementos primordiales que conforman el sistema. Para 1985, si notamos el apoyo compartido hacia la IyD donde casi el 50% es financiado por fondos industriales, en comparación con el 47% del apoyo federal, podríamos comenzar a preguntarnos cuáles son las características o la dirección de esos recursos y hacia qué tipo de proyectos se enfocan. De 1983 a 1993, los gastos federales en IyD fueron de 46.9 a 42 por ciento (en tanto que para 2003 esta participación federal disminuyó al 29.5 por ciento); este decremento en la participación del presupuesto federal hacia la IyD, respecto a la industria, puede indicar que el gobierno federal ha tratado de empujar a las empresas a involucrarse en más proyectos e inversión de IyD. Las inversiones compartidas y las medidas impositivas son un estímulo importante para dichos propósitos.

Al tiempo que el grueso de la IyD tiene que ser realizado por la industria privada, el apoyo hacia la investigación básica ha sido ampliamente reconocido como una

⁴⁰ COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). "*Privatizing ...*", Op.Cit., p. 11.

⁴¹ TEICH, Albert (1993). **Technology and the Future**. New York, St. Martin's Press, p. 323.

legítima función del gobierno federal debido a la necesidad de considerar el largo plazo y la requerida difusión de los conocimientos científico tecnológicos. Cuando la empresa llega a requerir de investigación, comúnmente recurre a acuerdos con las universidades y los centros de investigación.

En este tipo de investigación, la mayor parte del sector privado no presenta muestras de iniciativas de inversión ya que la consideran “una inversión incierta” para sus requerimientos generalmente de corto plazo. Más aún, los resultados de este tipo de investigación se perciben inapropiados además que no pueden ser patentados, sus posibles beneficios parecen emerger sólo en el largo plazo (elementos suficientes que alejan a los hombres de negocios de este tipo de inversión). Las empresas que invierten en la I+D, prefieren acercarse a la investigación aplicada y, sobre todo, al desarrollo tecnológico, que son actividades de más corto plazo ya que se acercan y llegan a impactar substancialmente al proceso productivo. Esta es la razón por la que el desempeño económico, en el corto plazo, se ve afectado más en el gasto privado que en el público hacia la I+D.⁴² En otras palabras, la mayor parte de las veces, el gobierno federal tiene mayores dificultades en la medida en que debe exhortar a la industria privada a que invierta en proyectos de I+D en el (incierto) largo plazo. La tendencia muestra que las empresas prefieren concentrar esos esfuerzos en la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, actividades con visión de corto y mediano plazos.

Paradójicamente, las empresas observan que la nueva tecnología es cara para ser descubierta pero barata para ser diseminada. Lo que una compañía aprende pasa rápidamente a otras, haciendo imposible para el innovador la captura de todos los retornos (beneficios) de su innovación. De hecho, algunas estimaciones encuentran que las empresas innovadoras capturan menos de la mitad de los retornos sociales de su I+D. Estas tendencias pueden sugerir que existe una sistemática desinversión en I+D por parte de las industrias.⁴³ Sin embargo, esta falacia teórica se derrumba

⁴² MILLER, Hugh & PIEKARZ Rolf (1992) et.al. **Technology, International Economics, and Public Policy**. AAAS Selected Symposium, Westview Press Inc., Washington D.C., p. 34.

⁴³ **Economic Report of the President: Transmitted to the Congress**, Washington: U.S. Government Printing Office, Cap. 1, febrero-1994. En este capítulo se explica como la Administración Clinton pidió al Congreso la

por los altos niveles de retorno de la inversión industrial en I+D, particularmente en desarrollo tecnológico; esto lo demuestra el hecho de que para finales del siglo XX, casi dos tercios del financiamiento en I+D provino de las empresas privadas.

Por tanto, la empresa privada juega un papel estratégico. En su perspectiva, la parte más atractiva de la I+D se halla en la posibilidad de desarrollar aquellos productos y procesos que están más cercanos a convertirse en innovaciones. La industria que más desarrolle este ámbito tendrá la habilidad de incrementar en mayor medida sus retornos o ingresos por concepto de I+D, particularmente si consideramos el ciclo de vida de los productos en la era moderna. En este sentido, las industrias de alta tecnología, por sobre las demás, son el mejor ejemplo debido a que están continuamente en la búsqueda de mejorar sus retornos a través del conocimiento de frontera generado por la I+D.

Las industrias *high-tech* gustan de crear entornos positivos (*positive externalities*) para el conocimiento generado por sus actividades de I+D y porque los beneficios de este conocimiento no pueden ser completamente apropiados por los agentes privados que pagan el costo para la generación de dicho conocimiento. Es útil distinguir tres diferentes tipos de conocimiento generado por la I+D y la innovación:

1. Conocimiento propio, como conocimiento del proceso productivo reflejado en curvas de aprendizaje de las firmas-específicas, que puede ser generado dentro de la empresa y, por tanto, es ampliamente apropiable;
2. Conocimiento en diseño del producto que, una vez generado, puede con frecuencia ser capturado por los competidores mediante *ejercicios de ingeniería-inversa*; y
3. Conocimiento que se expande más allá de la firma innovativa, pero no necesariamente fácil de extenderse más allá de las fronteras nacionales o aún regionales.

extensión del crédito al impuesto sobre investigación y experimentación, el cual fue creado en 1993. Por la misma razón, la Administración incrementó los fondos para convenios de investigación con la industria, tal es el caso del *Advanced Technology Program*, además de la creación diversos centros de extensión manufacturera.

Cuando el conocimiento no es completamente apropiable, los retornos sociales para las actividades de inversión en I+D con frecuencia exceden los retornos privados. Este es el argumento externo común en apoyo de políticas para promover el mejoramiento del bienestar económico nacional. Esto aplica por igual tanto para las industrias domésticas como para aquellas involucradas en el comercio internacional.⁴⁴

Nos adherimos a la perspectiva de Dosi, cuando hace notar que el conocimiento y su organización son el alma de la I+D. Dentro del impacto económico, a pesar de la incertidumbre y la competencia imperfecta (particularmente en la investigación de frontera o *high tech*⁴⁵), debemos invertir en estas actividades ya que esos conocimientos y tecnologías representan la resolución de problemas regionales y globales. Actualmente, la ciencia y la tecnología son la parte medular y conductora de los resultados competitivos entre países. Hablamos de la transformación del conocimiento hacia sus beneficios económicos y sociales a partir de una adecuada política científico tecnológica.

Como hemos inferido, el desarrollo tecnológico posee características de incertidumbre, así que debemos poner mayor atención en la dirección de la I+D. Esto depende, en buena medida, de las condiciones de cambio social, las decisiones y estrategias empresariales y la política gubernamental. En particular, la política federal hacia la I+D tiene que evaluar constantemente la relación entre el desarrollo tecnológico y la sociedad; por tanto, el gobierno debe reconocer que el desarrollo tecnológico y el social son interactivos y la dirección de la I+D hacia el proceso de innovación debe ser integrado al proceso político, social y cultural.

1.4 TECNOLOGÍA, POLÍTICA PÚBLICA Y RUPTURA DEL MODELO LINEAL.

Cada una de estas iniciativas, como otras, son diseñadas para acelerar el entorno pre-competitivo donde las tecnologías son inventadas y diseminadas.

⁴⁴ DOSI, Giovanni, ZYSMUN, John & D'ANDREA, Laura (1990). "Technology...", Op. Cit., p. 23.

⁴⁵ "Si bien es cierto que los beneficios sociales de ciertas tecnologías (especialmente las high-tech) son claramente evidentes, esto no garantiza un éxito (para toda la sociedad) en el largo plazo.... Invertir en alta-tecnología puede ser riesgoso y hasta contraproducente debido a su naturaleza (de incertidumbre)... Las industrias high-tech son estratégicas no sólo debido a sus entornos de vinculación y conocimiento sino también porque están caracterizadas por la competencia imperfecta", Ibid, p. 34

Previamente a la dimensión institucional, la producción del conocimiento científico tecnológico es de carácter privado; proviene del trabajo mental e intelectual de ciertos individuos (científicos). Cada mente tiene su propia capacidad, creatividad e intereses. Entonces la pregunta es ¿cómo se debe generar un entorno propicio para optimizar el trabajo organizado de diversos científicos e incrementar la generación de conocimiento? Esta cuestión es fundamental para los responsables políticos ya que sin un apoyo adecuado y constante de recursos o una organización idónea del entorno, los esfuerzos invertidos a las actividades de I+D no generarán altos niveles de conocimiento científico tecnológico.

Otras preguntas fundamentales que deben tener siempre presentes los responsables políticos son: ¿Cómo distribuir los recursos hacia la CyT de manera más responsable y redituable? ¿Cómo construir una coordinación eficiente entre las instituciones de I+D, las universidades, las industrias y el gobierno? ¿Cómo tener instituciones exitosas en I+D? ¿Cómo estimular las actividades de I+D desde una reestructuración normativa? ¿Cómo incrementar las capacidades en las instituciones de I+D? Y, más allá de las capacidades, ¿Cómo combatir la falta de compatibilidad en valores, instituciones y apoyo social como incentivos reales para la investigación y el desarrollo tecnológico?

Frente a estas cuestiones, el referente básico se ubica en los objetivos de orden 'nacional' como entorno directriz de las actividades en CyT. Se ha subrayado, por ejemplo, que los gastos en I+D que conciernen a los responsables políticos, son frecuentemente justificados por las prioridades militares de la Seguridad Nacional o por el progreso y el crecimiento económicos. Tanto la tecnología militar como la civil han sido estimuladas durante los últimos 60 años bajo estas prioridades fundamentales de la política estadounidense. Aunque la disseminación y el beneficio sociales de las actividades científico tecnológicas se convierte en una 'tercera dimensión' como una constante adicional en la mente de estos políticos.

En este sentido, una adecuada selección tecnológica y de las actividades de I+D apropiadas es determinante para la vinculación de redes endógenas. El objetivo es crear un entorno propicio para la generación constante de "innovación tecnológica" y

los hombres del gobierno se preocupan por esta misión; ellos saben que existen diversos obstáculos involucrados con la dinámica al interior de la organización e institucionalización que implica la generación, regulación y difusión de tecnología.

Una tecnología es la suma de capacidades, recursos, destrezas, conocimiento y organización para crear exitosamente un servicio o producto útil. La política tecnológica involucra los medios públicos para reforzar esas capacidades y optimizar sus aplicaciones al servicio de objetivos nacionales y el interés público. Las tecnologías son creadas por razones económicas y las inversiones que ellas requieren deben estar justificadas económicamente.

La política tecnológica debe incluir no sólo política científica —concerniente a la salud y efectividad de las actividades de investigación— sino también los demás elementos del proceso de innovación, incluyendo diseño, desarrollo y manufactura, así como la infraestructura, la organización y los recursos humanos sobre los cuales depende. Hay un amplio consenso en que el papel del gobierno es intensificar la ventaja competitiva de las firmas de Estados Unidos en el comercio internacional e incrementar los índices de innovación y la productividad nacional sin perturbar los mercados o gastar inapropiadamente los fondos públicos.⁴⁶

En etapas históricas diferentes, la política pública norteamericana siempre ha estado permeada por los objetivos de la competencia comercial, además del desarrollo militar. A la vista de ambas prioridades, se han conformado las bases de una política de innovación donde, de una manera general, el gobierno puede apoyar la promoción nacional de la I+D+D mediante tres actividades principales:

1. actividades de apoyo a la oferta.- implica inversiones y fomento directo de la I+D+D con un especial énfasis en la investigación generadora de nueva tecnología
2. actividades de apoyo a la demanda.- donde el gobierno es promotor de la cooperación con la industria y la academia a través de alentar las inversiones

⁴⁶ BRANSCOMB, Lewis M (1993). **Empowering Technology: Implementing a US Strategy**. MIT Press, p. 3.

en tecnología, educación y capacitación del capital humano involucrado con la I+D, y

3. condiciones de infraestructura.- fomentando las mejoras en los vínculos infraestructurales, tales como las redes de información y los equipos de laboratorio.

Frente a ello, la complejidad del sistema científico tecnológico en Estados Unidos tiene muy diversas implicaciones; la mayoría de éstas emergen debido a la dinámica y naturaleza diversa del mismo proceso de innovación. Demasiados factores están vinculados, por ello, para los responsables políticos resulta difícil poner en orden o adaptar todos los elementos del sistema de CyT. Elementos que no son independientes ya que se ven impactados, al tiempo que repercuten, tanto en las nuevas condiciones nacionales como mundiales.

Entre todos los elementos de discusión, uno de los debates más importantes en CyT, se refiere a los cuadros profesionales (científicos e ingenieros primordialmente) quienes realizan o desempeñan las actividades de I+D, incluida la participación innovativa del sector académico (educación superior y técnica de alto nivel) en la innovación industrial. Los ingenieros y todos aquellos que adquieren la responsabilidad de diseñar o mejorar los productos o procesos productivos, tienen que poseer la habilidad de adaptar y evaluar nuevas posibilidades (de frontera) en la tecnología.⁴⁷ En este sentido es claro que, para valorar ese potencial de la innovación, no basta como única la visión de la educación. De manera integral, existe una relación entre la educación y otros factores, comenzando con el entorno y la infraestructura de la I+D. Finalmente, aunque se reconoce que el conocimiento científico y tecnológico es universal y no se rige por las fronteras, es un hecho que las naciones desarrolladas saben que la única manera de tener acceso a dicho conocimiento es a través de sus científicos e ingenieros nacionales. El desarrollo de

⁴⁷ "...la alta tecnología está continuamente cambiando, lo que es alta tecnología ahora, puede no serlo mañana. Lo que fue llamada alta tecnología en la industria de los semiconductores ha cambiado totalmente diversas ocasiones en las pasadas dos décadas. Los revolucionarios métodos de 'producción ligera' (lean production), pioneros de la *Toyota Motors* entre 1950 y 1970, durante los ochenta se han convertido en la pieza central de la competitividad para los artículos manufacturados (...) desplazando a los métodos más avanzados de manufactura durante las décadas anteriores." Véase TEICH, Albert (1993). **Technology and...** Op.Cit., p. 369-70.

una fuerza de trabajo capacitada y competitiva es un factor clave en la formación de un entorno de innovación favorable y, por tanto, es un área vital de política pública.

A pesar del abordado carácter de incertidumbre de las actividades en IyD, los políticos en CyT siempre han implantado mecanismos para asegurar que los retornos de aquellas se dirijan a los inversores iniciales. Al nivel empresa, el conocimiento resultante se cristaliza normalmente en forma de patente; en tanto que, al nivel nacional, será importante que la trayectoria del conocimiento y/o la tecnología resultante se expanda o disemine dentro de las fronteras nacionales, al menos de manera inicial.⁴⁸ En esta diseminación, los recursos humanos en IyD pertenecientes a una institución, a una región o a un país determinado, tendrán un papel fundamental al constituir la *gran mano invisible de la CyT*.

Los recursos humanos en CyT, sin embargo, serían inútiles sin una organización y un entorno infraestructural adecuado. Las redes que generan el intercambio y la movilidad del conocimiento, así como la infraestructura tecnológica, son también asuntos centrales en el proceso de toma de decisiones. La cooperación y la comunicación entre los sectores gubernamental, académico e industrial, son esenciales para el éxito de la innovación. Estos son aspectos considerados por el gobierno en la promoción del sistema de CyT. Desde sus inicios, los aspectos que originan las dinámicas del sistema de CyT en EUA dependen en gran medida de la política pública. En específico, se identifican dos políticas públicas fundamentales en la construcción del sistema norteamericano de innovación. Las legislaciones antitrust (que incluyó debates en torno a la propiedad intelectual) y, desde la posguerra, la participación de la IyD militar, crearon las condiciones iniciales para la más importante estructura de innovación del siglo XX. Se observa entonces que, desde su gestación, el sistema norteamericano de innovación incorpora el balance entre las prioridades militar y comercial, las cuales justifican la dirección e importancia de las actividades científico tecnológicas del país.⁴⁹

⁴⁸ DOSI, Giovanni, ZYSMUN, John & D'ANDREA, Laura (1990). "Technology...", Op. Cit., p. 41.

⁴⁹ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). "The U.S. National Innovation System". En NELSON, Richard & ROSENBERG, Nathan **National Innovation Systems. A comparative analysis**. Oxford University Press, pp. 29-30.

En un sentido amplio, los asuntos de la política científico tecnológica son generalmente diseñados tanto para promover los avances científicos o tecnológicos, como para regular esos desarrollos y sus aplicaciones. Por ello, los responsables políticos deben debatir tanto la parte de la oferta y diseminación de la CyT (*promoción*), como la evidente importancia de la *regulación* o normatividad (como lo contempló el espíritu inicial de la misma *Ley Antitrust* de la segunda década del siglo XX). De hecho, durante las tres décadas posteriores a 1945, las políticas nacionales hacia la CyT fueron más de *promoción* que de *regulación*. Ejemplos de ello se dan con el radar, la aviación civil y la industria de cómputo, las cuales fueron incentivadas al transferir tecnología en proyectos desarrollados desde el sector militar (el caso de la aviación es retomado en el cuarto Capítulo). La regulación militar del gobierno federal (Capítulo 2) sería una *excepción antimonopólica* que fue justificada mediante la Seguridad Nacional.

Las leyes antitrust disfrutaban una relación muy complicada con el proceso de innovación. Por un lado, la competencia puede generar los incentivos para innovar y, con ello, puede ser un estímulo importante para el proceso de innovación. Por otra parte, sin embargo, ocasionalmente hay circunstancias en las cuales la cooperación entre las firmas es necesaria para avanzar. Por ejemplo, los clusters de firmas pequeñas pueden no tener suficientes fondos disponibles para mantener propias e independientes sus capacidades en investigación, además, en conjunto, éstas pueden desarrollar economías de escala y apoyar a grupos de investigación para su “masa crítica” necesaria para su trabajo productivo. Lastimosamente, las leyes antitrust son comúnmente mal entendidas como mera prohibición de *acciones de cooperación*.⁵⁰

En la perspectiva histórica, observamos que la política antitrust ejerció una influencia única y determinante para la formación del Sistema Norteamericano de Innovación (en comparación con otras naciones desarrolladas). Las regulaciones antimonopólicas invitaron a las medianas empresas a invertir en los procesos de innovación productiva, incluidas las actividades de IyD. Dicha política en parte fue responsable de la formación de importantes empresas que serían las pioneras en

⁵⁰ MILLER, Hugh & PIEKARZ Rolf (1992) et.al. *Technology...* Op. Cit., p. 35.

introducir la investigación con base científica al campo industrial e iniciar las inversiones en investigación privada. Esas importantes firmas fueron forjadas a partir de la necesidad de organizar y crear su propia I+D, en tanto, la gran mayoría de las pequeñas industrias no percibieron esta necesidad. Durante el periodo de la posguerra, la política antitrust mantuvo una importante influencia sobre la inversión corporativa en I+D de las grandes industrias, generando un efecto expansivo hacia la proliferación de nuevas industrias en cada sector productivo.⁵¹ Aún ahora, a pesar de diversas modificaciones, esta política antitrust mantiene su influencia,⁵² esto se observó con las demandas a *Microsoft* al final del siglo veinte.

Otro asunto importante que contribuyó en el entorno de la promoción federal sobre la I+D fueron los derechos de patente y de propiedad intelectual, estos son fundamentales en el tema de los retornos adecuados de las actividades en CyT. De acuerdo con Cohen y Noll (1994, 12), *“si existe una política que es enfatizada por los políticos conservadores, es la relacionada con el fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual, incluyendo patentes, copyright y secretos comerciales.”*⁵³ Como señalan estos autores, dicha política fue complementada con la creación de

⁵¹ En el caso de Du Pont, la inversión en I+D se incrementó en cuanto la firma intentó el desarrollo de ‘nuevos nylons’. Por su parte, AT&T promovió políticas liberales de licitación en los microelectrónicos como resultado directo de la política antitrust, permitiendo con ello una rápida entrada de nuevas firmas en la industria de los semiconductores. Véase, por ejemplo, MOWERY & ROSENBERG, 1993.

⁵² De acuerdo con COHEN & NOLL (1994, 14), *el único cambio en la política antitrust respecto a la I+D, fue una legislación de 1984 que redujo la exposición de firmas colaboradoras en I+D de tres a uno en daños si su colaboración era primero registrada con el gobierno. Mientras que varios cientos de colaboraciones han sido registradas desde que esta acta fue aprobada, la importancia de este cambio es debatible debido a que las quejas antitrust enfocadas en colaboraciones de investigación fueron excesivamente raras antes de que el cambio fuera hecho. Ciertamente es que, aproximadamente dos tercios de los registros antitrust han involucrado tres industrias en las que los asuntos antitrust relacionados a la investigación han sido superados en el pasado: la industria de las telecomunicaciones (los diversos ex componentes de la vieja AT&T que han generado numerosos registros), la industria de cómputo (el viejo pleito antitrust contra IBM contempla reclamos hacia las políticas de investigación de IBM), y la industria automotriz (en los sesentas, las Tres Grandes iniciaron un programa de colaboración para la creación de métodos que reduzcan las emisiones de sus autos, lo cual después fue controversia es haber tenido una amplia conspiración industrial para reducir los índices de progreso tecnológico en esta área).*

⁵³ *Una mayor seguridad en los derechos de propiedad intelectual incrementa e incentiva la innovación, aunque estos también presentan tres dificultades principales. Primero, los derechos de propiedad intelectual incrementan los beneficios para los monopolios establecidos y, con ello, conducen a ineficiencia económica debido a los precios excesivos y la producción restringida. Segundo, en algunos casos los derechos de propiedad intelectual pueden inhibir el seguimiento de innovaciones de otros investigadores que combinan una vieja tecnología con una nueva idea. La privatización extrema de la información puede impedir a una entidad el suficiente entendimiento de una tecnología desarrollada por otra para poder reconocer una extensión útil de la misma (...). Tercero, los derechos de propiedad intelectual limitan la difusión de los resultados de las investigaciones. Debido a que la investigación puede tener aplicaciones en muchos productos e industrias, sus beneficios potenciales son realizados únicamente si los resultados son difundidos completamente y otras*

subsidios impositivos para las actividades de innovación (tal fue el caso del crédito impositivo a la IyD), o a través de permisos e, inclusive, alentando fusiones y/o adquisiciones horizontales entre competidores, especialmente cuando las empresas combinadas generan un potencial más efectivo en investigación industrial. Aunque no debemos olvidar que cada tipo de apoyo gubernamental a la IyD tiene su propia complejidad.

Las políticas de subsidio tienen también sus retrocesos. Una fuente del problema es el efecto de los subsidios sobre los incentivos de los encargados de la investigación. Sin la oportunidad de beneficios en sus aplicaciones, los investigadores pueden no perseguir tópicos que tengan el mayor potencial de retribución económica y pueden estar propensos a hacer promesas que la gente del gobierno quiere escuchar, ello en lugar de estar basados sobre una razonable evaluación de las realidades técnicas y del mercado.⁵⁴

Cuando el gobierno federal decide involucrarse como *empresario* puede emerger otra desventaja dentro de las políticas de subsidio hacia la IyD. La organización y las decisiones federales al interior de sus empresas llevan una desventaja desde que sus productos no están totalmente disponibles en el mercado privado, además de resultar extremadamente detallados, complejos e inflexibles. Las actividades gubernamentales de realizar IyD comercial resultan muy singulares debido a que la innovación federal no puede ser tan libre como la privada.⁵⁵

Otra crítica al sistema federal se ubica en su monitoreo de nichos en Investigación y Desarrollo Tecnológico. A veces las “prioridades” en IyD del gobierno pueden darse por compromisos, lo que hace pensar al empresario a la hora de decidir entre acercarse a los contratos federales o generar IyD con sus fondos propios. Tocaré al gobierno federal tratar de revertir esa concepción de ineficiencia teórica de la IyD federal.

Este tipo de obstáculos encabezan un costo administrativo poco ordinario en el manejo de los contratos federales y una gran dificultad en el esfuerzo de maniobrar o

compañías tienen una iniciativa para encontrarles nuevas aplicaciones... Ver COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). “Privatizing ...”, Op. Cit., p. 12-13.

⁵⁴ Ibid., p. 14.

cambiar indicaciones en virtud del cumplimiento en los contratos.⁵⁶ Los proyectos de IyD que son revisados para la obtención de contratos con el gobierno federal; la mayor parte de las veces tienen que observar esta etiqueta de ser muy complicados y costosos. Más aún, se afirma la existencia de un *“escepticismo público general acerca de la propensión del gobierno a ser despilfarrador y corrupto, además de los concomitantes pagos políticos para determinados oficiales quienes encubren escándalos y perpetran impunidades, el problema es insertado profundamente en la naturaleza de una amplia clase de actividades, incluidos los proyectos de IyD.”*⁵⁷

La diversidad de ejemplos dentro de las iniciativas federales sobre los proyectos de IyD es tremenda. Una vez discutidos, se seleccionan aquellos proyectos que las agencias federales y los subcomités ven con buenos ojos. Aunque no siempre las iniciativas y proyectos promovidos por los políticos corresponden a las inquietudes de los científicos e ingenieros que desarrollan los proyectos. Un aspecto importante aquí es que el gobierno federal se ha abierto a compartir los proyectos de innovación con el sector privado, al tiempo que promueve la innovación por otros medios. Este aspecto es sólo uno de los más visibles rubros donde la política y la tecnología convergen, aunque de ningún modo el único, tal como se verá en los siguientes capítulos, la política en CyT contiene una complejidad mucho mayor: desde su institucionalización hasta la toma de decisiones presupuestales en áreas específicas.

Toda esta complejidad y diversidad de asuntos en CyT, que emerge de la práctica histórica derivada de la Segunda Guerra Mundial, es cristalizada en una política federal que, al menos durante la Guerra Fría, mantuvo una “concepción lineal” de la innovación. Esto se demostrará en la medida en que, durante la etapa de institucionalización de la CyT, el gobierno federal sólo hace énfasis en los elementos de oferta, demanda e infraestructura científico tecnológica en condiciones de un

⁵⁵ COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). “Privatizing ...”, Op. Cit., p. 16.

⁵⁶ *Los contratos eficientes para desarrollar tecnología entre fronteras organizacionales son especialmente difíciles de realizar, ello debido a que las firmas privadas virtualmente nunca optan por realizar IyD desde otras organizaciones y prefieren llevarla a cabo internamente. La causa del problema es la incertidumbre hacia los costos y los resultados de la IyD, los cuales suelen ser imperfectamente conocidos además que la investigación no sería realizada en sus instalaciones. Debido a esta incertidumbre, el gobierno muestra dificultades en especificar objetivos o concepciones técnicas realistas y en monitorear el desempeño del contrato.... Consecuentemente, los contratos en IyD usualmente están basados sobre un tipo de fórmula costo-reembolso...* Ver COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). “Privatizing ...”, Op. Cit., p. 15.

⁵⁷ *Ibid.*, p. 16.

marco innovativo tipo “semilla” y de hegemonía de los esfuerzos militares. Sólo será hasta finales de los años ochenta, con el fin de la Guerra Fría y la emergencia del proceso global, que el gobierno federal apreciará la necesidad de una nueva conceptualización de la CyT.

Aunque es obvio que la práctica antecede y es mucho más contundente que la perspectiva teórica, el gobierno federal intenta adaptarse a las nuevas apreciaciones conceptuales (y, sobre todo, pragmáticas) del proceso de innovación. Ya desde fines de los años cincuenta, el lanzamiento soviético del Sputnik había cuestionado el simple modelo lineal-militar. En nuestra perspectiva, aunque buena parte de la adaptación de la política federal en CyT se ha dificultado por la inercia gubernamental que tiende a la formulación de sus políticas con base en los primeros modelos del proceso de innovación (ver Tabla 3), algunos elementos del viejo modelo se mantienen hasta nuestros días con el fin de evaluar prioridades, balancear una adecuada distribución de los recursos y fomentar el financiamiento y la vinculación para realizar la IyD.

TABLA 3. LAS CINCO GENERACIONES DEL MODELO DE INNOVACIÓN DE ROTHWELL*

Generación	Elementos clave
Primera/segunda	Modelos lineales simples— necesidad/demanda, tecnología/oferta
Tercera	Combinando modelos, reconociendo la interacción entre elementos diferentes y vinculándolos entre sí.
Cuarta	Modelo paralelo, integración al interior de la firma, ‘hacia arriba’ con apoyo estratégico y ‘hacia abajo’ mediante la demanda de compradores activos; énfasis en vínculos y alianzas.
Quinta	Extensa red e integración de sistemas, respuesta regional y flexible, innovación continua.

Teóricamente, la evolución del modelo que explica la naturaleza del proceso de innovación va desde el sencillo modelo lineal (inspirado en el apoyo federal de los EUA durante la posguerra y formulado en los años sesenta) hasta los modelos interactivos cada vez más complejos. El modelo de quinta generación de Rothwell, muestra a la innovación como un proceso *multi-adyacente*, el cual requiere de altos niveles de integración donde las actividades (inter e intra) de la firma dependen de la vinculación de los sistemas (integración de redes públicas y, sobretodo, privadas) para aprovechar un entorno más adecuado para la innovación.

*Tomado de TIDD, Joe, BESSANT, John & PAVITT, Keith (1997). **Managing Innovation**. John Wiley & Sons Press, pp 29-30.

Como se analizará, en los años de la posguerra y la guerra fría, el gobierno federal tiene la justificación militar para ser el gran integrador y organizar la trayectoria científico tecnológica “nacional”. Pero más adelante, la era global representara

nuevos retos a partir una vinculación más estrecha entre el conocimiento y la economía internacional. Esto se hace evidente en la medida en que se complican los asuntos en CyT y, sobretodo, en que la empresa privada no sólo toma el liderazgo en la generación de nuevas tecnologías (trayectorias tecnológicas propias), sino que comienza a evidenciarse la falta de funcionalidad de actores como el gobierno y la academia, quienes tendrán que adaptarse al nuevo entorno global.

1.5 EL SNI PREVIO A LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.

Desde los tiempos de la construcción de la Unión Americana, los Padres Fundadores (como Thomas Jefferson, James Madison y Benjamín Franklin) otorgaron importancia a las actividades científicas y técnicas como elementos significativos en la transformación nacional a partir de la utilidad de los nuevos conocimientos. Se trataba del inicio de las políticas en CyT donde, aún los más modestos políticos, tenían en su mente el interés por construir caminos y canales, aunque sin la preocupación formal por organizar el conocimiento científico técnico.⁵⁸

No obstante, los primeros esfuerzos del gobierno por generar una real política científico tecnológica los debemos remontar al siglo XIX. A finales de dicho periodo, apareció la gran iniciativa en favor del avance de la tecnología civil, mediante la asignación de tierras federales, para que los estados fundaran universidades dedicadas a las ciencias agrarias y físicas. El sistema de patentes también pretendió estimular el desarrollo económico basado en la innovación tecnológica. Previamente, la construcción del *Canal Erie* y la cartografía, son sólo otros dos ejemplos que fomentaron el crecimiento de la ingeniería civil, la oceanografía y la geología desde principios de aquel siglo.

De acuerdo con Smith (1990), hacia 1815, las necesidades reales de la nueva nación hicieron emerger las primeras vinculaciones del gobierno federal en la promoción y organización de instituciones preocupadas por la CyT. Podríamos marcar ese año como el inicio de las dinámicas federales insertas en el apoyo a la investigación; el sistema norteamericano de innovación comenzaba a gestarse.

⁵⁸ TEICH, Albert & PACE, Jill H (1986). **Science and Technology in the USA**. Oxford, Longman, p. 18.

A pesar de la *doctrina del conocimiento útil*, existió poca investigación aplicada significativa en la joven república.... El "sistema" de investigación en la nación no fue ni suficientemente desarrollado ni muy bien integrado para permitir a la energía científica estar organizada para promover propuestas concretas. Pero hacia 1815 la actividad científica, incluida la investigación aplicada dentro de los gobiernos federal y estatal, se vería acelerada. La necesidad de la cartografía, la medición, definición de estándares y diseños armamentistas permitieron crecer a los *technical bureaus* dentro del gobierno, los cuales fueron incrementalmente útiles. En el nivel federal, gran parte de esas actividades apoyaron mejoras internas o de defensa nacional: la primera escuela de ingeniería de la nación fue la Academia Armada de West Point, New York, formalmente designada un centro de instrucción en 1818. Estos esfuerzos podrían ser clasificados usualmente como investigación aplicada ya que los directores de los *technical bureaus* del gobierno durante el siglo diecinueve fueron también parte del liderazgo científico nacional.⁵⁹

Aquel incipiente apoyo federal a las actividades en IyD se presentaba sin ser aún una prioridad nacional, ya que cada Estado de la Unión había elaborado, sobre la marcha, su propio aparato para resolución de problemas. Gran parte de esos desarrollos iniciales habían sido importados de Europa. "*Originalmente, no existió una tecnología norteamericana propia, si esto significa máquinas y otras herramientas de apoyo; se buscó el estilo Europeo, la producción económica, transportación, medicina y las condiciones materiales de vida. Los colonizadores Europeos trajeron las contribuciones físicas de la civilización Europea*"⁶⁰. En este proceso de *importación de innovaciones*, Smith dedica mucha atención a la participación individual en la necesaria complementación industrial para los casos en que pudo haber sido muy difícil importar las innovaciones.

Podría decirse que la Revolución Industrial debió migrar a América en 1790, en la persona de Samuel Slater. Como diestro mecánico, Slater había memorizado en

⁵⁹ SMITH, Bruce (1990). **American Science Policy since World War II**. The Brookings Institution Washington, D.C., p.19.

⁶⁰ "La revolución industrial, que comenzó con las máquinas textiles del hilado de algodón de Manchester y expandiéndose al resto de Inglaterra de 1750 a 1800, transformó la producción de bienes utilizando una fuerza de trabajo disciplinada, más maquinaria ahorradora de trabajo y más altos desembolsos de capital." SMITH (1990; 23).

detalle el proceso de producción usado en las plantas textiles de Manchester, cuando sale de Inglaterra en defensa de las leyes de control de las exportaciones. Luego de compartir sus ideas con la rica familia Browne de Providence, Rhode Island, había acordado con ellos el lanzamiento de la industria textil de Norteamérica....

En 1813 Francis Cabot Lowell, un ingeniero autodidacta que también tomó diseños, planos y proyectos de Inglaterra, inició la primera fabrica textil que combinó el cosido con el tejido (...). Pero, entonces como ahora, la tecnología no podía simplemente ser tomada e inmediatamente instalada. Instalar la maquinaria de producción y hacerla trabajar toma tiempo ya que las ideas deben ser dominadas y las destrezas adquiridas. Entonces este aprendizaje adquirido inicia su impacto en la economía. En esta forma -con la adaptación e incorporación de tecnología apropiada- la Revolución Industrial comenzó en América.⁶¹

Por otra parte, durante todo el siglo XIX, una de las mayores prioridades fue el comercio el cual aceleró, entre otros aspectos, la necesidad de transportación. Primeramente, fueron los barcos de vapor que utilizaban la energía termodinámica para recorrer los ríos y canales, posteriormente, apareció el ferrocarril como la opción más conveniente para transportar grandes y pesadas cantidades de productos en largas distancias. Al mismo tiempo, la especialización de la ciencia en su relación con la tecnología fue adquiriendo una mayor importancia durante ese siglo. La Guerra Civil también dio relevancia a las innovaciones. Aunque la mayoría de ellas nacen con objetivos inicialmente militares (como en el caso del telégrafo, los nuevos métodos de construcción de armas de fuego o el establecimiento de una red ferroviaria). Todas fueron determinantes tanto para los esfuerzos de la guerra como para el crecimiento económico norteamericano en las décadas de transición del siglo XIX al XX.

Realmente, la Guerra Civil, llevó al gobierno federal hacia una mayor valorización y realce del desarrollo científico. Podemos también referirnos a los esfuerzos científico técnicos realizados por la armada y los ingenieros navales. De hecho, la marina hizo

⁶¹ Ibidem.

un uso intensivo de estos cuadros, implantando un bosquejo de modelo para el uso del desarrollo científico en apoyo a los propósitos militares. La guerra, en general, dio a los científicos la oportunidad de institucionalizar su papel como consejeros del gobierno; la *Academia Nacional de Ciencias* fue fundada y aprobada por el Congreso en 1863.⁶² Otra importante consecuencia emanada de la Guerra Civil había sido el establecimiento del *Departamento de Agricultura* en 1862, el cual, desde entonces, ha tenido un 'fuerte énfasis en la ciencia'. Por su parte, la investigación básica o fundamental tuvo un lento desarrollo en las universidades, aunque destaca la creación de *The Johns Hopkins University* en 1876 y su posterior Escuela de Medicina (1893).⁶³

Lento pero firme fue el desarrollo de la investigación en las universidades norteamericanas. Cuando, en la década posterior a 1880, escuelas como el MIT y Cornell abrieron los primeros cursos de ingeniería eléctrica, el principal objetivo era estar en contacto con ciertas necesidades prácticas a nivel regional. Así, en la medida en que las innovaciones aparecían constantemente derivadas de invenciones individuales, iban permeando en toda la sociedad norteamericana de la época. De hecho, el subsiguiente gran incremento en el número de universidades tuvo, como tarea ineludible, el concentrarse en la resolución de las necesidades específicas de cada región; en esa perspectiva es que cada nueva universidad se fundaba.⁶⁴

Sin un gran apoyo económico para las universidades, la ciencia básica dependió de esfuerzos esporádicos antes de la Segunda Guerra Mundial. Se habla por ejemplo de la génesis del proyecto de desarrollo del Silicon Valley en 1930, pero eran tiempos en los que el departamento de ingeniería de Stanford lo integraban solo 2 profesores. Uno de ellos Frederick Terman, autor del proyecto original. Pero la idea tuvo que esperar algunas décadas porque la infraestructura científica de California era muy pobre (con la excepción de casos como Berkeley o los laboratorios de la Marina en *China Lake*)

⁶² TEICH, Albert & PACE, Jill H (1986). **Science and Technology** ... Op. Cit., p. 19.

⁶³ SMITH, Bruce (1990). **American Science Policy**... Op. Cit., p. 27.

⁶⁴ Ver NELSON, Richard R & ROSENBERG, Nathan (1993). "American Universities and Technical Advance in Industry". Stanford University, CEPR, Publicación No. 342.

No obstante, la fortaleza de la investigación científica se basó en los individuos, arropados la mayoría por las distintas universidades. La Segunda Gran Guerra acercaría a un sinnúmero de investigadores (básicos) a proyectos aplicados como en el caso del radar (Slater, Schwinger, etc.) o el proyecto Manhattan de la bomba (Fermi, Bethe, Alvarez, Wigner, etc.). Algunos de ellos ganaron el Premio Nobel, pero todos al terminar su misión siguieron su vocación en la investigación básica.

De modo complementario a la formación de los demás actores del aparato nacional de innovación, el gobierno federal comenzaba a cerrar algunos de los vacíos que los científicos, las industrias, las universidades y la sociedad en general dejaban en la confrontación de los problemas emergentes derivados de esta etapa del proceso de industrialización. La dinámica gubernamental tomaba cierto protagonismo, aunque la economía aún dependía de la iniciativa emprendedora de los Ford y los Edison.

Las notables (y excepcionales) incursiones al reino de la ciencia incluyeron la firma de la *Hatch Act* en 1887 por el presidente Grover Cleveland, quien otorgó algún apoyo público a la ciencia con el establecimiento de estaciones de investigación agrícola en cada estado, el fondo de la nacional *Academy of Sciences* durante la Guerra Civil y la apropiación de 1898 por el Congreso, con cierta audacia y mucha crítica, de 50,000 dólares para el inventor Samuel Langley por el desarrollo del 'aeroplano.' Durante la Gran Depresión, el presidente Franklin Roosevelt confió firmemente en los científicos que dominaban el recién establecido *National Resources Board*, aunque buena parte eran economistas y científicos sociales asesorando sus programas económicos.

Roosevelt también estableció dentro de la Oficina Ejecutiva al *Science Advisory Board* (SAB) para asesorarse en aspectos técnicos; sin embargo, para 1940 la influencia de este consejo había desaparecido y sus recomendaciones al presidente no encontraron más simpatizantes. El eclipse del SAB puede ubicarse en (...) octubre de 1939.⁶⁵

Los esfuerzos federales de vinculación hacia la CyT no fueron tan marginales ya que irían gestando redes en la medida en que se complementaban con los intereses de la educación y la iniciativa privada. Más aún, el entorno social e industrial que

⁶⁵ HISKES, Anne (1986). **Science, Technology, and policy..** Op. Cit., p. 36-7.

caracterizó a la norteamérica del siglo XIX contribuyó también en la gestación de elementos incipientes para formar un sistema nacional de innovación.

Este entrelazado de actividades se vio directamente favorecido por las condiciones de la sociedad americana. Para David y Abramowitz (1994), por ejemplo, es claro que las características específicas de los Estados Unidos durante el siglo XIX marcarían un camino muy distinto a la vieja concepción social de Europa Occidental. Elementos como la abundancia de tierra y oportunidades había generado un espíritu de igualdad y el fomento de la búsqueda de la riqueza; hasta los propios puritanos adoptaron esta distinción al mérito en su perspectiva religiosa. La expansión del concepto de la propiedad y la oportunidad americana, abrió a su vez el camino hacia la valoración de la empresa, la innovación, el ahorro y el comercio como actividades respetables.⁶⁶ Ante dicho entorno, el capitalismo americano se convertía en el caldo de cultivo que fomentaría las actividades científico tecnológicas.

La evidencia indica que no podemos determinar que el éxito económico de Estados Unidos desde el siglo XIX y antes de 1939 se haya atribuido a su sistema de CyT con una fuerte participación federal, en realidad, no se hallaba listo dicho sistema en ese periodo. No obstante, podemos afirmar que, desde los tiempos del fin de la Guerra Civil y en las primeras décadas del siglo XX, los norteamericanos combinaron las innovaciones en transporte, comunicación y producción de tecnologías como un entorno superestructural para incrementar sus actividades en el sector manufacturero a una escala sin precedentes. Una etapa en la que, en general y con el tipo de excepciones expuestas, el gobierno federal no se involucró en la IyD. Quizás el mayor aporte fue su interés basado en las ideas del *laissez-faire*, en la medida en que, al menos, no interfería en contra de la individualidad innovativa.

Como indican Mowery & Rosenberg (1993, 31), en aquel periodo se permitió un tipo de innovación donde la investigación científica aún no era tan determinante ya que los avances en maquinaria agrícola y de transporte se debieron más a la dotación de recursos (incluidos aquellos con alto contenido cognoscitivo como la *maquinaria importada, conocimiento técnico y artesanal, planos, proyectos y otra serie de*

⁶⁶ DAVID, Paul A. & ABRAMOWITZ, Moses (1994). "Convergence and Deferred Catch-up..." Op.Cit., p. 25.

documentos llevados de Europa y del mundo entero). Todos esos elementos cognoscitivos, además de la protección de su mercado, conjugaron una singularidad productiva de crecimiento económico que permitió que “el ingreso per cápita de Estados Unidos rebasara al registrado en la Gran Bretaña para 1913, aún dependiendo escasamente en las instituciones asociadas con la IyD como ocurre hacia el final del siglo XX”.⁶⁷ En los albores del siglo pasado, fueron diversas las condiciones que crearon ventajas en innovación respecto a otras naciones, algunos las denominan simplemente las *fuentes del conocimiento*.⁶⁸ Esta capacidad social de valorar las fuentes del conocimiento fue de la mano del espíritu emprendedor y el reconocimiento hacia la educación.

De 1870 hacia 1950, EUA no sólo mantuvo, sino en realidad amplió su liderazgo sobre otros países en términos del PIB per capita real y de la productividad laboral. Gran Bretaña, la primera nación industrial en el mundo, había tenido el liderazgo durante un siglo anterior y los Países Bajos lo tuvieron previamente cuando fueron un gran poder mercantil.

... en las últimas décadas del siglo XIX, la economía de los EUA se había movido hacia la posición de liderazgo productivo global, el cual fue tomado por un largo periodo subsecuente. Ello gracias a las características socio-económicas propias y excepcionales, además de la naturaleza del dominante progreso tecnológico y los avances en su productividad laboral. Durante el término del siglo XIX y principios del XX, esa naturaleza fue un recurso-intensivo natural, con el uso tangible de capital y una escala-dependiente en la producción en masa, además de una alta incursión de tecnologías y modos de organización empresarial.⁶⁹

En las primeras décadas del siglo XX, la presencia del apoyo federal hacia la IyD era aún insípida, siendo el factor dinámico la iniciativa privada. Incluso figuras filantrópicas, como en los casos de John D. Rockefeller y Andrew Carnegie, comenzaron a inyectar sumas significativas de dinero hacia la comunidad

⁶⁷ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). “*The U.S. National Innovation...*”, Op. Cit., p. 31.

⁶⁸ “En 1870, los Estados Unidos y el Reino Unido aparentemente eran muy similares (...) gozaron de un amplio liderazgo sobre otros países que habían comenzado su industrialización hacia 1870. Entre 1870 y 1930 los E.U. establecieron un claro liderazgo sobre el R.U. (28%), además de haberlo incrementado ampliamente sobre la generalidad de los otros países industrializados.” DAVID, Paul A. & ABRAMOWITZ, Moses, 1994, 5.

científica.⁷⁰ La industria crecía y obtenía importancia nacional, al tiempo que las agencias del gobierno manejaban un sentido de orientación empresarial propio y reducido, ello a pesar del establecimiento de nuevas instancias gubernamentales.

Por ejemplo, en 1903 surgió el *Departamento de Comercio y Trabajo*, el cual desarrolló su propia autonomía y capacidad de decisión acerca de los asuntos de la investigación en las industrias y el trabajo. Los laboratorios gubernamentales también comenzaron a tener importancia; éstos iniciaron el desarrollo de I+D desde finales del siglo XIX. De entre ellos, podemos mencionar la creación del PHS, *Servicio de Salud Pública* en 1912 (que posteriormente se convertiría en el NIH o *Instituto Nacional de Salud*), también destaca el NACA o *Comité de Asesoría Nacional para la Aeronáutica*, creado en 1915.⁷¹ Podemos entonces observar una preocupación emergente del gobierno federal por la creación de instituciones de I+D y, aunque estas iniciativas aún no significan un liderazgo en CyT, si es importante observar estos ejemplos como antecedentes importantes de la interacción entre gobierno, industria y academia. Estas dinámicas indudablemente impactarán en el proceso de construcción de una estructura para el sistema norteamericano de innovación.

El pragmatismo americano había fortalecido los vínculos regionales entre las universidades, las empresas y el modesto pero constante papel del gobierno federal.⁷² Hacia las primeras décadas del siglo XX, se habían consolidado diversos centros de investigación, tanto en empresas como en universidades, que mantenían contactos informales entre sí, e incluso con proyectos federales concretos, particularmente agrícolas. La posición federal fue discreta, regulatoria y selectiva.

La adaptabilidad del gobierno federal provocó cambios económicos e innovativos que a su vez requirieron de transformaciones estructurales en las diversas firmas manufactureras. Estas transformaciones incluyeron la inversión en investigación

⁶⁹ DAVID, Paul A. & ABRAMOWITZ, Moses (1994). "Convergence and Deferred Catch-up Productivity...", OpCit, pp 3-4.

⁷⁰ Véase TEICH, Albert & PACE, Jill H (1986). **Science and Technology** ... Op. Cit., p. 23.

⁷¹ A pesar de haber sido una agencia gubernamental, la NACA realizó su primer proyecto de colaboración con el MIT y, aún después, mantuvo la mayoría de sus actividades de investigación en un rango interactivo.

⁷² "El gobierno federal jugó un modesto papel como soporte a la investigación en sectores no-agrícolas, en tanto los gobiernos estatales financiaron tanto la educación pública superior como algunas actividades de extensión

industrial, la cual fue impactada por la política antitrust. “La interpretación, cada vez más rigurosa, del *Acta Antitrust Sherman* de finales del siglo XIX provocó acuerdos entre firmas por el control de precios y ganancias muy frecuentemente llevados a procesos civiles. Entre 1895 y 1904, la serie de convenios en E.U., particularmente la oleada de fusiones después de 1898, fue en parte responsable de ese nuevo entorno legal. La legalidad de los acuerdos formales o informales de ajuste de precios y mercado compartido fue duramente criticada, así que las firmas recurrieron a las fusiones horizontales para controlar precios y mercados. Un uso efectivo de las fusiones para estos propósitos, frecuentemente requerían un fuerte control central de las firmas subsidiarias.”⁷³ Definitivamente, estas políticas antitrust impactaron toda la estructura hacia la CyT, incluyendo ciertamente a la investigación industrial. La industria adquiriría la necesidad de generar nuevo conocimiento mediante la creación de *laboratorios* propios. La apropiación del conocimiento producido fue considerada para responder al entorno de los términos legales.

Con las meras implicaciones del crecimiento de la investigación industrial, la política antitrust extendió sus efectos hacia la estructura corporativa. Las medianas empresas pudieron complementar el trabajo de las grandes, al tiempo que estas últimas compartieron la idea de la diversificación corporativa y el uso de patentes sin importar si las medianas pudieran crecer y convertirse en competencia futura. Finalmente, la pragmática interpretación del *Acta Sherman* y la visión del *Departamento de Justicia* habían estimulado un entorno favorable para diversificar los arreglos entre las firmas con lo que se fortaleció la confianza corporativa hacia la investigación industrial.⁷⁴

Durante los primeros veinte años del siglo XX, la expansión de laboratorios al interior de las corporaciones (en su mayoría privadas), incentivó la estructura inicial del sistema norteamericano de innovación. Los departamentos de IyD empresariales comenzaron a desarrollar investigación y conocimientos propios con una base científico tecnológica. Al mismo tiempo, iban aprendiendo otras formas de

en ingeniería' en sus universidades." Ver, MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). "*The U.S. National Innovation...*", Op. Cit., p. 61

⁷³ Ibid., p. 32.

innovación gracias a adquisiciones, acuerdos y/o las transferencias de tecnología. Por supuesto que la transferencia tecnológica fue muy importante en esta etapa del proceso de la industrialización norteamericana y, obviamente, el gobierno federal no podía mantenerse fuera de la promoción de la CyT, aunque más bien como un agente normativo. La participación federal fue reducida a las medidas regulatorias, actuando escasamente como realizador de CyT. Su singular participación tendió a estar cerca de los contratos de innovación con las corporaciones privadas, para mantener la legalidad de la política antitrust y para analizar los casos que involucraban la compra de patentes o firmas.⁷⁵

Durante ese tiempo, el crecimiento industrial fue evidente a pesar del lento desarrollo en la investigación industrial. Las agencias federales tuvieron que colaborar con la industria en este campo. El *Bureau of Standards*, el *Bureau of Census*, el *Bureau of Mines*, y la *NACA* atendieron los requerimientos industriales y gubernamentales. Investigación y tecnología comenzaron a adquirir su proceso institucional frente a la sociedad Americana.

Por el contrario, cuando llegó la Primera Guerra Mundial, todos los recursos industriales y privados fueron movilizados hacia el gobierno, particularmente por su sistema militar y de armamento. Esta colaboración, sin embargo, no fue tan fuerte o efectiva como pudo esperarse. Otras agencias emergen en importancia: en 1915 se establece el *Naval Consulting Board* (base del *Naval Research Laboratory*); también se crea el *National Research Council* (como parte de la *National Academy of Sciences*) en 1917. Algunos de los campos desarrollados por esas alianzas fueron el gas para la guerra y la óptica. Las universidades no pueden ser omitidas en este esfuerzo, ellas colaboraron junto con el gobierno y la industria en apoyo a la guerra.⁷⁶

⁷⁴ Ibidem.

⁷⁵ “Muchas de las principales innovaciones en producto y proceso de Du Pont, por ejemplo, fueron obtenidas por la firma en un punto temprano de su desarrollo, algunas sobre los consejos del laboratorio central de investigación.... Mucho tiempo previo al periodo de 1940, la investigación en Du Pont se centró en desarrollar invenciones adquiridas de fuentes externas, el nylon y el *neoprene* fueron excepciones a esta regla. Las instalaciones de investigación en AT&T, General Electric y, en menor medida, Eastman Kodak, desempeñaron similares funciones de monitoreo durante este periodo.” Ver MOWERY & ROSENBERG, 1993, 32.

⁷⁶ TEICH, Albert & PACE, Jill H (1986). *Science and Technology*... Op. Cit., p. 20.

La Primera Guerra Mundial (1914-1919) pone en alerta la existencia de los actores y elementos necesarios para una gestación sistemática en la incorporación de la investigación en el proceso productivo. Así como la industria, el gobierno y la universidad también venían contribuyendo trascendentalmente en la conducción de la investigación vinculada a las necesidades de innovación (civil o militar). Aunque será hasta la Segunda Guerra Mundial cuando el gobierno federal se involucre directamente en la promoción de la CyT, durante esta primer Gran Guerra se confirma el potencial federal para crear y expandir la capacidad científico tecnológica del sistema. En el siguiente párrafo, tomado de Smith (1990), es claro que antes de la Primera Guerra Mundial y aún durante la Gran Depresión, la actitud gubernamental y, en general de la nación estaba aún lejos de un sistema integral:

En vísperas de la Primera Guerra Mundial, las actividades de investigación aplicada de los departamentos militares estuvieron en un estado de negligencia. Mientras florecieron los esfuerzos de investigación gubernamental vinculados a la minería, agricultura, estudios geológicos, predicción del clima y salud pública, los militares habían permitido que los esfuerzos para usar la línea científica iniciados durante la Guerra Civil se desvanecieran (...). Sólo las *Signal Corps* habían mostrado imaginación y energía en usar los resultados de nuevas investigaciones en radio comunicaciones. La marina apoyó el Observatorio Naval, habiendo realizado la transición hacia el diseño naval moderno, cambiando del carbón a la gasolina como combustible para barcos. Pero estos cambios raramente provenían de la investigación naval; más bien existieron imitaciones de las últimas prácticas europeas.

En los años 20s la pauta principal en materia de política científica la marcó el Secretario de Comercio Herbert Hoover. Como ingeniero capacitado, Hoover extendió el campo de las actividades de investigación del *Commerce Department*, generando la *Patent Office* y el *Bureau of Mines* y permitiendo la provisión de apoyo técnico para regular las industrias en aviación y radio. Su más ambicioso esfuerzo, sin embargo, fue el intento por crear un fondo nacional de apoyo a la investigación básica en las universidades. Intento finalmente fallido, pero que había reflejado un avance notable en el nivel de pensamiento relativo a las funciones de la ciencia y del sistema de investigación en la sociedad americana. Hoover dedujo que el sistema de investigación estaba en

problemas debido a que las universidades carecían de una base adecuada de apoyo. Aunque los esfuerzos en investigación (...) tanto del gobierno como industriales estuvieran bien financiados, las universidades tenían que depender de la filantropía, la cual no era suficiente para sostener sus necesidades crecientes. Si la investigación básica universitaria no avanza a la par, la investigación aplicada industrial y gubernamental resentiría esa ausencia.⁷⁷

El pensamiento de Hoover es un antecedente fundamental del posterior modelo lineal de la innovación. Como ejemplo de este impacto, podemos añadir que la *Hoover Institution* para la investigación científico social, con sede en la *Universidad de Stanford*, insertó importantes precedentes basados en un pensamiento avanzado acerca del papel de la CyT en la sociedad. En general, el esfuerzo nacional para desarrollar una política de uso y apoyo hacia las actividades científico tecnológicas fue completado durante la Gran Depresión, aunque el camino hacia una política real en CyT durante el *New Deal* no fue 'ni tranquila ni lineal'. Durante los años 30s, las relaciones de la ciencia no se ajustaban tan adecuadamente con la orientación social del *New Deal*. La expansión mediante la innovación fue una idea definitivamente impopular. El desempleo por la tecnología fue una muy común explicación en la época de depresión y existieron llamados para una moratoria a la investigación científica y el desarrollo tecnológico.⁷⁸

Entre los esfuerzos fallidos de aquella década, encontramos el intento del NBS, *Buró Nacional de Estándares*, por ganar la aprobación del Congreso para un programa de investigación básica a ser desarrollado por partes iguales entre el gobierno y la industria. Quienes hicieron esta propuesta evidentemente tenían en mente una idea parecida a lo que, después, sería la llamada *investigación básica orientada a misiones específicas*. Pero entonces, aún no era siquiera claro el concepto de "*investigación básica*".⁷⁹

Sin hacer a un lado las dudas sociales contra la tecnología y los *zigs-zags* políticos, el tiempo de paz establecido con el *New Deal* permitió cierta estructuración y práctica de las actividades científicas y tecnológicas. Ejemplo de esto fue el *Instituto Nacional*

⁷⁷ SMITH, Bruce (1990). *American Science Policy...* Op. Cit., p. 30-1.

⁷⁸ Véase SMITH, Bruce (1990). *American Science Policy...* Op. Cit.

del Cáncer (NCI), creado en 1937 como parte de un proyecto de investigación biomédica moderna que comenzaba a tomar fuerza. No obstante, los denominados *zigs-zags* políticos se mantuvieron hasta la llegada de la guerra.

En retrospectiva, podríamos preguntarnos si esta secuencia de eventos previos a la Segunda Gran Guerra contribuyeron a la gestación de una política de CyT a nivel federal. Las percepciones históricas comentadas en esta sección, son consideradas como pruebas de que esta dinámica innovativa siempre ha existido, no sólo desde la perspectiva del gobierno federal, sino también en la más amplia esfera de la sociedad norteamericana. Aunque hay que reconocer que no existe aún en este periodo la cristalización de redes innovativas ni la participación integral de los actores en la construcción de un Sistema Nacional de Innovación como tal. Ciertamente, la revisión de estos antecedentes merece un análisis más riguroso y completo, más allá de los objetivos de la presente investigación.

Baste, por ahora, abrir un paréntesis para reseñar la importancia de la **industria automotriz** como fiel reflejo de la enorme trascendencia de la empresa privada en la gestación de las actividades en IyD y como forjadora de un entorno innovativo pre-sistémico. Concretamente, en este periodo se gesta uno de los parteaguas en los sistemas productivos: *el fordismo*. Gracias a la visión innovativa de Henry Ford, se forjó a principios del siglo XX una empresa que terminaría ese mismo siglo como la cuarta firma con los mayores ingresos a nivel mundial.

Entre 1885 y 1915, los sistemas de producción de bienes y servicios son revolucionados de tal manera, que terminarían afectando los hábitos de la administración y regulación del trabajo industrial, y con ello, los de la sociedad entera. Aunque las fábricas que surgieron en las décadas posteriores a la Guerra de Secesión crecieron, en la primera década del siglo XX se hicieron gigantescas, llegando a emplear a miles de trabajadores, y a instalar líneas de montaje en serie que multiplicaron la producción.

La producción del automóvil es el máximo ejemplo de esta transformación. En 1904, Ransom E. Olds, usando la técnica de ensamblaje en serie, había producido 5,000

⁷⁹ Ibid., p. 33.

automóviles. Pero fue Henry Ford a sus 40 años, un pequeño agricultor, y luego ingeniero en la "*Compañía Edison*" de Detroit, el que supo explotar al máximo las posibilidades de la producción en serie. Antes de fundar la "*Ford Motor Co.*" en 1903 con un pequeño grupo de asociados, Ford había dedicado su tiempo libre a diseñar motores de combustión interna, automóviles de carreras y de lujo.

En 1904, Henry Ford vendió su primer automóvil a un costo elevado. Pronto aprendió que, para tener éxito, había que seguir la nueva lección de la economía: "*mayores ventas a precios más bajos, arrojan mayores ingresos*". A principios de 1908, introdujo en el mercado el "*modelo T*", un carro de 4 cilindros, 20 caballos de fuerza y que costaba 850 dólares, sólo en color negro. Ese año vendió 11,000 automóviles, pero la aventura apenas iniciaba.⁸⁰ La expansión de la *Ford Motor Company* prosiguió a un ritmo desconocido hasta entonces: en 1913 se produjeron 200 mil autos, 500 mil en 1915, un millón en 1919 y dos millones en 1923. Para 1920 circulaban en las carreteras de los Estados Unidos más de 9 millones de vehículos. En 1929, uno de cada 5 norteamericanos tenía un automóvil.

Mientras Ford ponía más y más autos en circulación, el gobierno federal mantuvo más bien una posición no activa en la innovación, aunque si complementaria de su entorno. Por ejemplo, este gobierno estableció la *Ley Federal de Apoyo a los Caminos (Federal Aid Roads Act)*, que otorgó el marco general para la construcción de carreteras en el resto del siglo XX. Basado en un sistema de planeación, supervisión y mantenimiento de carreteras, la ley produjo una red que comunicó a todas las ciudades norteamericanas. Entre 1920 y 1930, los gastos del gobierno para construir carreteras superaron al presupuesto de cualquier tipo de empresa

⁸⁰ Ford comenzó con el mismo sistema que ya se aplicaba en la fabricación de armas, máquinas de coser, bicicletas: el armado fijo de piezas. Pero en 1913, introdujo el "armado de piezas móvil". Primero, sólo se trataba de piezas pequeñas, pero pronto se llegó, de esa manera, a fabricar el chasis. Situados en un plano social, se afirmaba que en poco tiempo los obreros estuvieron especializados en pequeñas tareas, y programados para realizar su trabajo a un ritmo predeterminado. Con ello se redujeron tiempos y gastos en la producción. La nueva mentalidad industrial y empresarial tenía como máximo objetivo desarrollar en grado extremo en el trabajador las actitudes maquinales y automáticas, destruir el viejo nexo físico-mental del trabajo profesional calificado que exigía una cierta participación activa de la inteligencia, de la fantasía, de la iniciativa del trabajador, y reducir las operaciones productivas a un sólo aspecto físico y maquinal. El precio del Ford "modelo T" lo redujó a 290 dólares para 1913. Ese año, estableció la primera línea de montaje en *Highland Park*, Michigan, reduciendo visiblemente el tiempo y costo de la producción de autos. Bajo el principio de no detener nunca el flujo de las materias primas utilizadas, llegó a vender 248,000 Ford "T" en 1914; también logró

privada. Así, como indica Gramsci (1984), el Estado se constituía en la principal agencia subsidiaria de la industria automotriz, y sin duda, de toda la economía.

"El desarrollo de la industria automotriz terminó por investir al Estado con una función de primer orden en el sistema capitalista, como empresa (*holding estatal*) que concentra el ahorro a disposición de la industria y de la actividad privada, y como inversor a mediano y largo plazo".⁸¹

El automóvil promovió tanto el crecimiento de las industrias del acero, cristal, plomo, níquel, caucho y textiles, así como dio paso a la obsolescencia del ferrocarril en algunas áreas del transporte. A pesar de las tremendas desigualdades generadas en la sociedad norteamericana⁸² e, incluso, de haber ocasionado (en su proceso de adaptación social) más muertos y mutilados que la Primera Guerra Mundial, el automóvil contribuyó a extender más el concepto de "civilización", entendiendo por ésta la expansión del mundo cultural, la cual fluía de la amplia capacidad del capitalismo para hacer de los recursos naturales un bien de consumo o mercancía: "la experiencia de la civilización fue el mundo cultural que esta capacidad produjo".⁸³ Este corte transversal obtenido de reseñar el impacto de la industria automotriz es también fundamental para comprender los conceptos y el entorno de gestación del SNI. El capítulo siguiente se concentrará en desglosar, analizar y debatir las dinámicas federales hacia la CyT posteriores a la Segunda Guerra Mundial. Mostrando la naturaleza de estas dinámicas, esperamos aportar en el entendimiento de nuevos eventos y transformaciones dentro de la vinculación del gobierno federal en las actividades científico tecnológicas.

Frente a este escenario, además de haber analizado en este primer capítulo la estructura teórico conceptual por aplicar, hemos detectado que los elementos

el ensamble de un automóvil en 93 minutos, una décima parte de tiempo menor previo logrado ocho meses antes. Para 1925, la planta producía un auto "T 9109" cada 10 segundos, por día laboral.

⁸¹ GRAMSCI, Antonio (1984). **Notas sobre Maquiavelo**. México, Ed. Nuevo Sol, p. 312.

⁸² Un ejemplo de esto es que, hablando en términos de desarrollo económico, el crecimiento financiero de las industrias promedió un 286% entre 1922 y 1929, mientras que el salario de los trabajadores sólo se incrementó en un 14% durante el mismo promedio, lo cual se traduce en una desigual distribución de la riqueza. Tomado de GRAMSCI, Antonio (1984). **Notas...**, Op.Cit., p. 312.

⁸³ EWEN, Stuart (1977). **Captains of Conscience. Advertising and the Social Roots of the Consumer Culture**. New York, McGraw-Hill Paperbacks. 1977. p. 30.

históricos básicos se fueron gestando antes de 1939. La empresa privada, particularmente en forma de los grandes monopolios, fue la encargada de iniciar la industrialización de la CyT, al tiempo que el gobierno federal y las universidades mantuvieron una actividad más discreta, aunque importante en proyectos regionales específicos. En el entorno de la denominada Segunda Revolución Industrial, las firmas estadounidenses de finales del siglo XIX y principios del XX valoran las actividades de investigación 'intramuros' como fundamento de su crecimiento productivo. Como observa Noble⁸⁴, a las primeras industrias basadas en la Ciencia (eléctrica y química), se sumaban otras como la extractiva, petrolera, acerera, del caucho y, por supuesto, la (reseñada) industria automotriz.

Posteriormente, con la entrada de Estados Unidos a la Segunda Guerra Mundial (1941), nuestra perspectiva histórica y política indudablemente se reforzará con el análisis de la participación federal en la promoción e institucionalización de la CyT. Ese fue el evento que transformó en definitiva el entorno nacional norteamericano en dirección a la convergencia de diversos actores y estructuras vinculadas a las actividades científico tecnológicas. La cristalización del gobierno federal como el gran integrador de la CyT bajo la justificación de la Seguridad Nacional en los Estados Unidos, será el tema del próximo capítulo.

⁸⁴ NOBLE, David (1982). *America by Design - Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalism*, Alfred A. Knopf, New York.

2

CAPÍTULO

EL GOBIERNO FEDERAL COMO INTEGRADOR DEL SNI DESDE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

La posibilidad de una baja en el potencial de la tecnología avanzada ha estado relacionada más directamente con la desaceleración de los esfuerzos organizados en investigación y desarrollo. Los hechos generales son que los gastos en IyD en los laboratorios y programas industriales organizados han continuado incrementándose en las principales economías tanto como base de los productos nacionales y, más aún, como valores absolutos reales (en los Estados Unidos existió una notable fuga en la base de los gastos totales hacia la industria, entre mediados de los sesenta y mediados de los setenta, pero ésta fue confinada a gastos de financiamiento federal para propósitos de defensa, y aún esa categoría se ha recobrado desde finales de los setenta).

OECD

2.1 INSTAURACIÓN DEL MODELO LINEAL-MILITAR.

La perspectiva clásica del impacto social de la CyT se asocia con frecuencia al modelo lineal donde a más ciencia, más tecnología, mayor producción y riqueza, por lo tanto, mayor bienestar social. En esta lógica, la ciencia es una actividad crucial que debe ser fomentada en la búsqueda del bienestar común; pero su contribución social será mayor si se concentra exclusivamente en encontrar y acumular las verdades objetivas del mundo, olvidándose incluso de la misma sociedad. De manera analógica, la tecnología por sí misma (como la ciencia) es neutral y debe responder

únicamente al criterio de eficacia técnica. Desde esta perspectiva, CyT son vistas como elementos autónomos a la cultura y las necesidades sociales.

No es de extrañar que dicha visión proviene de la parte final de la Segunda Gran Guerra y el inicio de la posguerra donde las prioridades militares, y no las sociales, marcaron la pauta del inicio del papel integrador que tomaría el gobierno federal de EUA en CyT. Para algunos especialistas, el documento de Vannevar Bush “*Science-The Endless Frontier*” (‘*Ciencia, la Frontera Inalcanzable*’) representó el *manifiesto de autonomía de la CyT* respecto a la sociedad ya que enfatizó la importancia de invertir en una *gran ciencia* que debía mantener su independencia y dinamismo en bien del desarrollo tecnológico y, como consecuencia, del progreso social.

“La preparación militar requiere de una organización de control civil que sea permanente e independiente, que tenga vinculación estrecha con los Servicios Militares, pero con fondos dirigidos desde el Congreso y la clara convicción de incentivar la investigación militar. La tarea de la investigación de amplio-rango, incluyendo la aplicación de los descubrimientos científicos más nuevos a las necesidades militares, debe ser la responsabilidad de aquellos científicos civiles en las universidades y en la industria quienes son los mejor entrenados para realizarla completa y exitosamente.”

Estas palabras fueron escritas no al final del periodo de la Guerra Fría sino en 1945 por Vannevar Bush en su famoso reporte *Science, the endless Frontier*, subtítulo *A Report to the President on a Program for Postwar Scientific Research*, en el cierre de la Segunda Guerra Mundial. Este reporte ha rebasado la dimensión de su tiempo.⁸⁵

Aún con las limitantes, cuestionamientos y transformaciones que el modelo lineal militar de los EUA ha tenido durante 60 años, esta perspectiva representó una innovación administrativa de avanzada que ha gestionado la CyT a nivel macroeconómico tanto de este país como de otros interesados en el desarrollo de este importante rubro. Durante estas 6 décadas el modelo ha sido el eje de la

⁸⁵ “*In the National Interest: The Federal Government and Research-Intensive Universities*”. **Gopher-subject:** NSF 92-223, Reporte para el *Federal Coordinating Council for Science, Engineering, and Technology*, Febrero 19, 1993.

transformación política y económica que sigue repercutiendo hasta nuestros días. Pese a que a 60 años del discurso de Vannevar Bush no hay un consenso para reconocer o no la existencia de un modelo en la política científico tecnológica de EUA, lo cierto es que gran parte del análisis que se presenta en el debate de esta política, se realiza mediante criterios y elementos aportados por dicho modelo (tales como la importancia de la investigación básica para el desarrollo a largo plazo, la interacción del gobierno con las universidades y las empresas en la realización de I+D, la necesidad de financiar proyectos de I+D que contribuyan a las prioridades de la Seguridad Nacional, etc.).

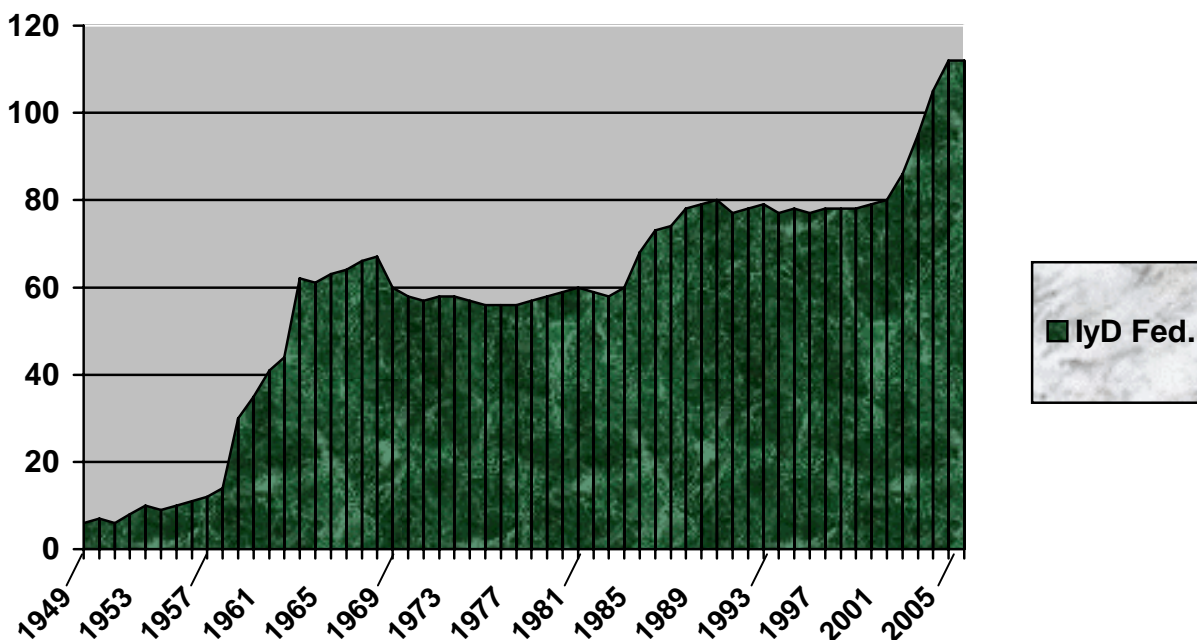
Frente a ello, asumimos la existencia y transformación del modelo lineal-militar estadounidense dividida en 6 etapas diferentes. Con la diferenciación de estas fases solo se pretende dimensionar un marco histórico general que, sin embargo, dista mucho de ser simple o absoluto ya que los factores que intervienen en el desarrollo de la política en CyT de los EUA se reconocen extremadamente complejos y dinámicos.

1. La primera etapa (1945-1957) inicia con el Reporte de V. Bush donde se habla de una política de 'cheque en blanco' para el apoyo de la CyT, asumiendo que los gastos dirigidos hacia la investigación traerían beneficios 'automáticos' a las prioridades de Seguridad Nacional y progreso económico.
2. Una segunda fase (1957-fines de los 60s) es marcada por el lanzamiento soviético del Sputnik y el apoyo sin precedentes a la CyT, comandada por las ciencias del espacio; donde la NASA toma gran fuerza como agencia federal.
3. Aunque en el siguiente lapso (años 70s) no crece significativamente el presupuesto federal en I+D, es un periodo importante ya que inicia una política de regulación y rendición de cuentas. Además se mantiene la importancia de la CyT a partir de rubros como la Energía y el desarrollo de tecnología dual, donde las empresas norteamericanas comienzan a competir en un marco global.
4. Durante la cuarta etapa (años 80s), particularmente en las administraciones de Ronald Reagan y George Bush se presenta un segundo ascenso importante del presupuesto federal hacia la I+D (luego de la segunda etapa) en el marco del proyecto nacional-militar de la Guerra de las Galaxias.

5. En la quinta fase (años 90s) despunta el rubro de salud dentro del presupuesto asignado a la IyD federal no-militar; en este lapso ante las necesidades de competitividad global de la empresa norteamericana, el gobierno federal hace uso de sus recursos en CyT civil.
6. Por último (2001-2005), la Administración de George W. Bush logra un tercer despunte histórico del presupuesto federal en IyD, pero esta vez ante un enorme déficit público y, sobretudo, unas condiciones globales en CyT muy diferentes a las de 6 décadas atrás. Pese a que durante los primeros 4 años se logró justificar las prioridades militares antiterroristas derivadas de los acontecimientos del 11 de septiembre de 2001, lo cierto es que queda en el debate actual la necesidad de redimensionar la política científico tecnológica norteamericana ante sus prioridades nacionales, el entorno competitivo y la movilidad global de los conocimientos.

Si bien el gobierno federal se convirtió en el integrador nacional de las actividades científico tecnológicas, de 1945 a 2005 se presentan tremendos cambios (véase por ejemplo el gasto federal en IyD, Figura 1).

FIGURA 1. GASTO FEDERAL EN IYD (MILES DE MILLONES, DÓLARES CONSTANTES-2000).



FUENTE: Marburger, John (2005). *AAAS S&T Policy Forum Keynote Address*, Washington, D.C. www.ostp.gov

Durante todo este periodo, el gasto federal en CyT prácticamente siempre mantuvo como mínimo la mitad de su presupuesto en el sector militar; aunque, por su parte, el

área civil encontró mecanismos para desarrollarse de modo importante. En realidad, el esquema lineal militar siempre ha contemplado el desarrollo científico-tecnológico tanto militar como comercial, aunque en distintas perspectivas según la Administración en turno.

No obstante, es interesante observar que tres de las anteriores etapas históricas (2, 4 y 6) se han significado como las de un incremento significativo en el presupuesto federal en IyD bajo la justificación militar de la Seguridad Nacional.⁸⁶ De ellas, las etapas 2 y 4 se dieron en el periodo de la Guerra Fría y se significaron especialmente por que los grandes montos federales hacia la IyD contagiaron la inversión de la empresa privada en este tipo de inversión. También es claro que la apuesta inicial hacia la investigación (básica y aplicada) realizada en las universidades ha sido muy trascendente para los proyectos de innovación tecnológica durante todas las etapas.

Respecto a la forma de realizar las actividades en IyD, las primeras etapas derivaron en aquellos grandes laboratorios centralizados por el gobierno federal. Pero en la medida en que se presenta una apertura del gobierno federal, el modelo lineal militar permitió, desde la tercera etapa, el surgimiento de un *esquema tribásico* más flexible respecto a las fuentes de financiamiento y a la participación (directa e indirecta) de las instancias federales.

Por su parte, la institucionalización dentro del gobierno federal también se ha ido transformando. Durante las primeras 2 etapas, el Ejecutivo llevó la batuta de una política científico tecnológica en los EUA a través de sus agencias federales que destinaron parte de su presupuesto al apoyo de proyectos de colaboración en IyD. Pero desde la tercera etapa, el Congreso aparece como un balance de poder para el apoyo científico tecnológico con una visión más integral instituyendo un marco más plural y equitativo en la toma de decisiones de esta área. Lo más importante es que se da un entorno de debate de la política en CyT donde se impactan aspectos que van desde la distribución de los recursos presupuestales en IyD hasta los rubros tecnológicos de mayor prioridad nacional.

⁸⁶ Véase, Marburger, John (2005). *AAAS S&T Policy Forum Keynote Address*, Washington, D.C. www.ostp.gov

Ante dicho marco histórico, nos avocamos a la tarea de comprobar que el gobierno federal se convierte en el gran integrador nacional de la CyT bajo un proceso institucional con perspectiva lineal-militar. Dicho proceso deriva de la convergencia de muy diversos factores de la sociedad, economía y política de los Estados Unidos pero consolidaría un sistema de IyD que sería modelo por algunas décadas y que, por supuesto, mantiene su influencia en la actual perspectiva del denominado Sistema Nacional de Innovación, particularmente del subsistema científico tecnológico. Las características específicas de este país han sido estudiadas desde muy diferentes perspectivas, pero en el caso que nos ocupa, realmente no es tan fácil establecer si la organización del sistema de CyT norteamericano fue el resultado de una estrategia conscientemente planeada. En este sentido, afirmamos la existencia de dicha estrategia e intentamos comprender cómo los responsables políticos se involucran activamente en la estructura y las decisiones federales de apoyo y realización de la IyD.

Con la existencia o no de una política razonada, la interacción entre los gastos federales y privados hacia la IyD impactaron significativamente en el rendimiento del sistema norteamericano de innovación. Las prioridades de la Segunda Guerra Mundial aceleraron y transformaron de manera inusitada la emergencia del sistema de CyT norteamericano. El programa de IyD militar fue enorme y tuvo un respaldo financiero abundante, esto incrementó la demanda de profesionales, ingenieros y científicos en general. Las industrias y las universidades tomaron un papel complementario dentro de los esfuerzos nacionales en IyD. Específicamente, el gobierno se preocupó por la investigación básica y aplicada en la idea de incorporar los conocimientos científicos a los procesos tecnológicos. Ante esa idea común, *“las instituciones no gubernamentales asumieron la responsabilidad primaria para la realización de gran parte de la IyD. La guerra también transformó el entorno tecnológico y competitivo mundial en el cual las empresas norteamericanas operaban. Los Estados Unidos emergieron de los tiempos de guerra como un líder que nadie podía desafiar en un amplio rango de tecnologías, hecho nunca*

*presentado antes de 1940 y los fondos federales construyeron una sólida capacidad de investigación científica durante los años de posguerra.*⁸⁷

Hacia 1939, poco antes de la Segunda Guerra Mundial, el gobierno norteamericano nunca había tenido una participación directa en la I+D de una manera moderna (como se vio en el capítulo anterior, la escasa participación federal en la I+D nacional fue realizada por algunas pocas agencias y de manera esporádica). Con la guerra, el gobierno federal asumió importantes responsabilidades hacia su proceso de toma de decisiones, las finanzas, las regulaciones, y aún respecto al uso de los beneficios (*outputs*) de la investigación científica, entre otros aspectos. Esto también representó el inicio de un liderazgo del gobierno federal como promotor de la I+D (gestando tanto las inversiones en proyectos concretos de I+D *-inputs-*, como regulando sus beneficios). El principio de la Seguridad Nacional se convierte, desde entonces, en la razón fundamental para mejorar el sistema de I+D.

Después de la Guerra, los Estados Unidos se convirtieron en el centro del mundo científico, especialmente para Europa Occidental. Por los siguientes 20 años los científicos en países europeos desarrollaron lazos más cercanos con los EUA que con cualquiera de sus vecinos. La colaboración Trans-Atlántica fue una sólida fuerza para las experiencias inter-culturales y estimuló la cooperación y el progreso científico. Un gran número de científicos europeos fue entrenado en los EUA y haber trabajado ahí era prerrequisito del éxito. Los líderes europeos de la posguerra vieron que éste era el más rápido camino para restaurar sus cuadros científicos. Por dos décadas o más, existió una importante fuga de cerebros hacia los Estados Unidos.⁸⁸

El papel del gobierno federal al interior del sistema de I+D, fue construido mediante la creación y/o participación de agencias federales que se enfocaron en sus correspondientes prioridades, incorporando con gran eficacia las actividades científico tecnológicas. Esta participación federal dentro del sistema se hizo eficiente

⁸⁷ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). "*The U.S. National Innovation...*". Op. Cit., p. 39.

⁸⁸ DUIGNAN, Peter & GANN, L.H. (1992). **The Rebirth of the West**. Backwell Publishers, p. 617.

debido a los elementos y circunstancias específicas que permitieron la supremacía tecnológica norteamericana en la escena mundial.

Como se visualizó desde el Capítulo anterior, el Proyecto Manhattan representó el primer gran compromiso federal por insertar a la I+D+I organizada como una estructura de dimensión nacional. Este enorme esfuerzo militar requirió de un presupuesto superior al del Departamento de Defensa durante los años críticos de la Segunda Guerra Mundial (1941-1945) y fue el detonante que introduce al gobierno federal como el gran integrador de la CyT. Incluso, el resultado directo de este proyecto (la energía nuclear trasladada en las bombas a Hiroshima y Nagasaki), consolidaría a la CyT como una base fundamental de la *Real Politik* norteamericana de la posguerra y, aún, de nuestros días. De manera paradójica, este poderío de destrucción masiva y la perspectiva militar en general, servirían como caldo de cultivo para la realización de grandes complejos en I+D+I. La utilización de la ciencia a gran escala, trajo consigo a la denominada *Gran Ciencia* de la posguerra, donde gracias al apoyo inusitado a la investigación, los avances científico tecnológicos expanden su espacio en las diversas ramas cognitivas (no sólo militares) generando bienestar civil.⁸⁹

El dramático proyecto de la bomba atómica fue asignado a la OSRD, *Oficina de Investigación Científica y Desarrollo*. Esta agencia, oficialmente de tipo civil, carecía de grandes financiamientos pero fue clave como pionera de la innovación institucional. Establecida y dirigida por Vannevar Bush, se trataba de una organización civil centralizada que fue el modelo donde el gobierno permitía a los científicos distribuir los recursos y decidir dentro de las diversas áreas de investigación. Empleando los fondos federales para proyectos de investigación científica y manteniendo la vinculación con universidades y empresas, la OSRD es precursora del modelo lineal de la innovación tecnológica durante los mismos años de la Segunda Guerra Mundial.⁹⁰

⁸⁹ Ver, por ejemplo, MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). "The U.S. National Innovation...", Op. Cit.

⁹⁰ "El contraste entre la organización de I+D+I en tiempo de guerra, tanto en la Primera como en la Segunda Guerra Mundial, refleja el mayor estado de desarrollo en las capacidades de investigación de las universidades y el sector privado observado durante el segundo conflicto global. Las disposiciones contractuales desarrolladas por la OSRD durante la Segunda Guerra permitieron a la Oficina activar la amplia disposición de las

La OSRD, además de haber tenido al desarrollo de la bomba atómica como su proyecto más crítico, también fue responsable de otros numerosos proyectos que fueron importantes durante el esfuerzo de la guerra. El modo de operación de la OSRD, particularmente en la atmósfera de las urgencias del tiempo de guerra, hizo más sencillo deshacerse de consideraciones tradicionales y suposiciones rígidas respecto a una distribución geográfica equitativa y la diversidad entre instituciones que realizan IyD. Esta oficina controlaba directamente sus proyectos de investigación y contrataba su personal, así como selecciona a las universidades e industrias para solicitarles estudios especializados.

Con los proyectos que realizaba la OSRD fue posible la creación de nuevos centros de investigación financiados por el gobierno y administrados por universidades e industrias. Desde estos orígenes, la visión lineal (de apoyo a la investigación coordinada entre gobierno, empresa y universidad) en un entorno de prioridad militar se flexibiliza en cuanto a combinar las actividades de IyD militar con proyectos civiles. Esta medida, que tuvo grandes resultados a nivel militar (tal fue el caso del desarrollo de la bomba atómica en Los Álamos), tuvo también una función primordial de carácter civil en la posguerra. Derivadas de este esfuerzo, algunas universidades privilegiadas (entre ellas Harvard, MIT, Chicago, Caltech y Berkeley) y organizaciones industriales (como *Bell Telephone*, *General Electric*, *Westinghouse*, *Du Pont* o *RCA*) dominaron la realización de investigación y desarrollo, emergiendo de la guerra con capacidades amplias y mejoradas.⁹¹

Después de la OSRD, se multiplicaron las agencias con financiamiento e involucramiento en proyectos de IyD. Las diversas instancias federales, siguieron la estructura de la OSRD en organización, objetivos y su relación con la industria, la academia u otras agencias federales. Mientras algunas instancias del gobierno federal eran creadas (caso del Departamento de Defensa) y otras eran rescatadas

capacidades científicas del sector privado que se habían desarrollado durante el periodo entre guerras. Miembros de la comunidad científica fueron solicitados para recomendar y guiar, así como para participar en investigación científica con fines militares. La OSRD no fue subordinada a los militares sino al Presidente así como a los comités legislativos pertinentes." Ver MOWERY & ROSENBERG, 1993, 40.

⁹¹ TEICH, Albert & PACE, Jill H (1986). **Science and Technology...**, Op.Cit., p. 21.

para los fines en I+D (como el Departamento de Agricultura), todas ellas tenían que ser adaptadas hacia los objetivos generales del entorno de la posguerra y las premuras de la Seguridad Nacional. Por esta razón, todas fueron parte de los cambios sociales y económicos a partir de 1945.

Los cambios en el tamaño y la composición del presupuesto federal han sido conducidos por eventos externos así como por aspectos domésticos cambiantes y prioridades sociales, entre ellos los más significativos han sido los asuntos de Seguridad Nacional. Entre los eventos de mayor influencia internacional estuvo la prolongada postura de la guerra fría de más gasto en defensa y disposición militar, la explosión nuclear soviética en 1948 y la explosión termonuclear de 1951, la tensión de la Guerra de Corea en junio de 1950, el desarrollo de armamento nuclear estratégico en la mitad de los 50s, el *Sputnik* y el subsiguiente compromiso hacia un programa espacial, la Guerra de Vietnam, las cambiantes prioridades sociales asociadas con los programas de la Gran Sociedad, el creciente tema del medio ambiente, los temas de sanidad y salud en los 70s; la 'Guerra contra el Cáncer', crecimiento masivo en investigación energética por la *Energy Research and Development Administration* y, luego, el Departamento de Energía y, más recientemente, una amplia preocupación sobre la baja aparente en la competitividad internacionales de los EUA, especialmente en industrias de alta-tecnología.⁹²

Es así que el prometedor modelo lineal occidental de CyT se esparció en la posguerra, hasta que sufre un duro revés en octubre de 1957, cuando los soviéticos parecían tomar la vanguardia tecnológica con el lanzamiento del *Sputnik*. Este hecho solo fue el primero de una cadena de reveses vinculados con el progreso científico tecnológico: *residuos contaminantes, accidentes nucleares en reactores civiles y transportes militares, envenenamientos farmacéuticos, derramamientos de petróleo, etc.*⁹³

⁹² MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). **Technology. and the Pursuit of Economic growth.** Cambridge University Press, p. 128.

⁹³ LEWIS, James (2004). **Globalization and National Security.** Washington DC, Center for Strategic and International Studies, CSIS-Report, Diciembre, p.5.

Con todo y la promesa cumplida por el gobierno de EUA de enviar al primer ser humano que caminó sobre la luna, lo cierto es que los gastos excesivos en CyT de los años sesenta fueron duramente criticados por los movimientos sociales que habían enfocado sus luchas hacia el Estado y sus acciones militares en Vietnam, otro importante blanco de estos movimientos fue la misma tecnología moderna.

La política lineal y de cheque en blanco para la CyT fue revisada y corregida. Llega una transformación hacia una política de regulación y rendición de cuentas. La creación de la *Environmental Protection Agency* (Agencia de Protección Ambiental-1969) y de la *Office of Technology Assessment* (Oficina de Evaluación de Tecnologías-1972) son algunas mejoras al viejo modelo de gestión unidireccional.

En esta convergencia o adaptación dentro de las prioridades políticas, económicas y sociales, las cuestiones de organizar y hacer funcionar el sistema norteamericano de investigación y desarrollo tecnológico fueron discutidas incluso en el Congreso como parte de las necesidades establecidas. Desde los años sesenta, el Congreso ha sido un fuerte mecanismo íntimamente ligado a la promoción, el gasto, la evaluación y la distribución de los recursos, incluidos los científico tecnológicos. Aunque su presencia se institucionaliza hasta la primera parte de los años setenta.

Actualmente, cada primer lunes de febrero el Presidente entrega al Congreso su propuesta para los gastos federales en IyD. Mediante este proceso presupuestal se deciden los gastos y los impuestos del siguiente año fiscal. El Congreso se ha apegado a dicho proceso presupuestal desde 1974 en que se instituyó como el inicio del balance entre ejecutivo y legislativo en el gasto y las tasas impositivas en apoyo a la CyT. Desde entonces, los miembros del Congreso tienen gran influencia en el apoyo y la dirección de las actividades de investigación nacional. Ello a través de la *apropiación* de fondos⁹⁴, la autorización de programas y el apoyo a proyectos concretos. Son. Las agencias federales tienen que competir por fondos para su IyD ante la jurisdicción de esos subcomités que evalúan las diversas prioridades (el número de subcomités varía de acuerdo a las fuerzas políticas en cada

⁹⁴ Apropriación es la acción del Congreso, mediante un Acta, de permitir a las agencias federales gastar dinero para propósitos específicos.

Administración, por ejemplo, durante el periodo fiscal 2005 se contó con 13 subcomités de apropiación en cada cámara del Congreso).

En una perspectiva general, respecto a las instancias gubernamentales en las actividades de IyD encontramos que la autoridad centralizada desde la Casa Blanca, comenzó por tener mucho mayor participación que el Congreso en la coordinación de una política científica y tecnológica. Las agencias del Congreso, tales como la *Office of Technology Assessment* y la *Congressional Budget Office*, han apoyado a la legislatura de manera importante, pero no ha habido una institución con el poder ni con el alcance de la *Office of Management and Budget (OMB)*.⁹⁵ Esta oficina es parte del poder Ejecutivo y ha estado presente en algunas “particularidades” de las decisiones presidenciales. Por ejemplo, en tiempos en los que era clara la Seguridad Nacional como máxima justificación durante la Guerra Fría, las políticas presidenciales hacia la ciencia y la tecnología usualmente fueron poco restringidas por otras presiones políticas⁹⁶, sobretodo, a partir de que esa justificación representaba, por mucho, la gran prioridad del electorado y la sociedad en su conjunto. Aunque en décadas recientes, como sabemos, la actividad legislativa ha adquirido gran relevancia en el proceso de formular las políticas, incluida la CyT.

Las relaciones entre las instancias legislativa y ejecutiva han llegado a ser severamente ríspidas, y el poder del presidente ha sido debilitado. La Constitución contempla un astuto balance de poder entre el Congreso y la Casa Blanca. En la mayoría de las decisiones importantes, en particular las financieras, es el presidente quien hace las propuestas y el Congreso el que las acepta o rechaza. Por esta razón, la continua negociación es parte e instrumento de la relación entre estas dos instancias.

Desde 1985 ha existido un endurecimiento en sus respectivas posiciones, con un Congreso que ha llegado a ser incrementalmente resistente en las propuestas que la administración hace al legislativo.⁹⁷

⁹⁵ Véase BARKE, Richard (1988). **Science, Technology, and Public Policy**. University of Houston, p. 59.

⁹⁶ Además de la perspectiva de la presente investigación, ciertamente debemos considerar que la política no es solamente realizada por el Ejecutivo y el Legislativo, debemos también tener muy presente la función de los *Lobbies*. Para un mayor acercamiento en las actividades lobbistas hacia la IyD, ver BIRNBAUM, Jeffrey. *The Lobbyists*. Times Book. 1994.

⁹⁷ DERIAN, Jean Claude (1990). **America's Struggle...** Op.Cit., p. 90.

Concluyendo este punto, el Ejecutivo prácticamente monopolizó las decisiones del gobierno federal hasta los años setenta. A él se le atribuye el diseño inicial del modelo lineal-militar desde los años cuarenta, particularmente con la función pionera de la OSRD y la expansión a otras agencias federales. Alrededor del Presidente se desarrollaron diversas instancias de asesoría en CyT. Por ejemplo, la *OMB*, como importante generadora del pensamiento político, es encargada de revisar todos los presupuestos (y por tanto, prioridades) en IyD propuestos por las agencias. También la *Office of Science and Technology Policy (OSTP)*, que es presidida por el Consejero en Ciencias del Presidente, aporta un alto nivel de asesoría y coordinación. Las políticas en IyD del Ejecutivo, que se complementan con la participación del Congreso instituida durante los setenta y fortalecida desde los ochenta, serán discutidas en los párrafos siguientes.

2.2 LA INSTITUCIONALIZACIÓN FEDERAL EN APOYO A LA IYD.

El balance de poder entre Ejecutivo y Legislativo ha sido fundamental para la política científico tecnológica en los EUA desde los años 70. Los asuntos vinculados al apoyo gubernamental hacia la investigación han permeado una gran diversidad de elementos al seno del Congreso. Todos estos temas son muy complejos cuando se trata de debatirlos caso-por-caso; entre ellos destacan: el cuestionamiento de una política equitativa en la selección de proyectos para el fomento de las economías de escala; un equilibrio en el apoyo a proyectos de largo plazo frente a pequeños proyectos específicos y de corto alcance; la disyuntiva de otorgar mayores fondos hacia la investigación básica o hacia el desarrollo de tecnologías más próximas al mercado; el problema de la distribución 'justa' de los beneficios e incentivos para la comercialización de proyectos generados de fondos federales; la determinación para decidir el desarrollo de aquellos proyectos 'de alto riesgo' o incertidumbre hacia el mercado y todo el proceso innovativo. Ante tal complejidad, se ponen en evidencia los enormes límites prácticos del enfoque teórico-lineal de la CyT.

Como resultado de la necesidad de fomentar la participación legislativa encaminada a emitir políticas hacia la CyT, el Congreso ha estado más involucrado con estas resoluciones desde inicios de la década de los sesenta. Fue entonces que, por

ejemplo, “rediseñó la carta de la *Fundación Nacional de la Ciencia* (NSF), promovió la creación de nuevas instancias de los *Institutos Nacionales de Salud* (NIH) e intentó infructuosamente establecer un *Departamento de Ciencia*. En este sentido, el proceso de realizar política científica no era diferente del quehacer en otras políticas nacionales.”⁹⁸ Esta responsabilidad del Congreso para atender las necesidades norteamericanas puede dividirse en dos: la visión de gran escala o macro y la comprensión de las implicaciones tecnológicas específicas.

...el término ‘política tecnológica’ es usado en referencia a dos diferentes procesos y entornos legislativos. El primero es de gran escala, proyectos high-tech, como el cohete lunar Apolo y el *superconducting-supercollider*, que fueron una preocupación de la agenda nacional en ciencia y tecnología. Este tipo de ejemplo con frecuencia fue usado por los comités del Congreso en ciencia y tecnología....

Pero esto es sólo la punta del iceberg de la política tecnológica. Un segundo tipo es difícil de definir porque se extiende sobre la perspectiva económica y legislativa. Consiste en un amplio conjunto de políticas que dependen del entendimiento de las implicaciones ambientales, económicas y sociales derivadas de las tecnologías complejas. Es ecléctico y de naturaleza *ad hoc* ya que la tecnología no respeta las jurisdicciones de los comités y juega un importante papel en cientos de áreas políticas.⁹⁹

Resulta particularmente importante que, desde los años setenta, el tema de las designaciones de apoyo federal en IyD deriva también de las decisiones del Congreso. Podría decirse que ese es el principal asunto de la IyD que emerge en cada uno de los sub-comités de CyT. Muchos de los comités locales tienen interés en la ciencia y la tecnología, pero el más importante por mucho tiempo ha sido el *Comité de la Ciencia, el Espacio y la Tecnología*. En general, el Congreso tendió a estar pendiente sólo de los niveles del presupuesto en IyD, pero ha habido una mayor tendencia a apropiar o destinar fondos para instalaciones o proyectos específicos.

⁹⁸ SMITH, Bruce (1990). **American Science Policy**... Op. Cit., p. 72.

⁹⁹ KELLER, William (1992). “*Institutional Structures and Technology Policy in Congress: Toward an Applied Policy Science*” .En BRYNER, Gary. **Science, Technology, and Politics**, ... Op.Cit., p. 34.

Estas prácticas son conocidas como 'excepciones tecnológicas turbias' (*technology pork-barreling*) y han sido ampliamente criticadas por ignorar los procedimientos revisados, cuidadosamente establecidos con anterioridad.¹⁰⁰

Como un canal en el debate público, hacia mediados de los setenta, el Congreso tomó diversas medidas para establecer instituciones de análisis político bajo el control legislativo directo. La estrategia del Congreso se conformó en dos partes: la expansión de sus recursos e instancias para el análisis científico tecnológico y la creación de los medios para informar del debate respectivo, aunque cuidando que la información generada no sirva a los intereses particulares del Ejecutivo.

Cabe destacar que el Congreso debate su política científico tecnológica principalmente a través de tres instancias: la *Office of Technology Assessment* (OTA), el *Congressional Research Service* y la *General Accounting Office*. Los años setenta fueron decisivos en el proceso de institucionalización federal de la CyT y dichas instancias fueron parte del cambio. En 1972, el Congreso crea la OTA (*Oficina de Evaluación Tecnológica*), que tenía la tarea de realizar análisis especializados y emitir un juicio imparcial y justificado ante asuntos tecnológicos complejos. Casi paralelamente se había expandido el personal y los recursos del *Congressional Research Service* (el *Servicio de Investigación del Congreso* fue conocido previamente como el *Legislative Reference Service*), así como se impulsó ampliamente a la *General Accounting Office* (*Contraloría General*), encargada de analizar y debatir las propuestas del Ejecutivo en materia científico tecnológica y apoyar a los comités de investigación legislativa. Además, en 1974 se establece la *Congressional Budget Office* (CBO), que podía cuestionar el presupuesto del Ejecutivo. "Si el conocimiento es poder, el Congreso entendió que para alcanzar éste debe equiparse con aquél."¹⁰¹ Desde ese año se establece el formato del proceso presupuestal que el gobierno federal utiliza hoy en día.

¹⁰⁰ También importantes en la influencia política son las instituciones no-gubernamentales como la *National Academy of Sciences* y otras sociedades, así como las universidades, la industria y las organizaciones representativas asociadas. Ver GEORGHIOU, Luke (1994) **Evaluating US and Japanese Technology and Cooperation with the EC**. PREST-University of Manchester, p. 4.

¹⁰¹ Véase, KELLER, William (1992). "*Institutional Structures and Technology Policy...*", Op.Cit., p. 33.

Hacia la mitad de los setenta, las implicaciones tecnológicas y fiscales de esta expansión institucional del Congreso fueron el principal asunto llevado al debate del propio proceso de la política en CyT. Aunque no todas las instancias e iniciativas legislativas tuvieron suerte (como la CBO que cerraría por *'ineficiencia burocrática'*), varias ofrecieron la oportunidad de evolución hacia una 'política científica aplicada', en la cual los científicos tomaban la investidura política para realizar aportaciones substanciales y constructivas. Lo que si fue claro en esta década, fue la posición fortalecida del aparato legislativo ante las iniciativas del ejecutivo con lo cual el papel de la información tomo una gran importancia para la toma de decisiones, incluidas las de CyT. La adaptabilidad legislativa fue apremiante ante la emergente competitividad internacional que, de algún modo, atentaba contra la supremacía inercial de la posguerra. Desde los setenta, el Legislativo es fundamental en la necesidad de rediseñar las políticas tecnológica, económica y militar de los Estados Unidos de la posguerra.

Ante la necesidad de recursos en IyD, cada agencia en el Congreso influyó para obtener un mayor peso específico desde el legislativo. La forma más directa de hacer presencia surge cuando los informes o análisis de cada agencia son utilizados para apoyar propuestas legislativas específicas encaminadas a convertirse en ley. Frecuentemente, el Congreso depende de los reportes y la investigación de la *Office of Technology Assessment (OTA)* para tomar sus decisiones en CyT. El Congreso sustenta sus propuestas legislativas a través de los reportes de la OTA ya que la Oficina establece las opciones políticas y las razones para recomendar costo-beneficio de cada opción. Así, cada agencia involucrada con los procesos legislativos en asuntos de CyT, contribuye en el balance de los poderes, al tiempo que se fortalecen los vínculos institucionales en IyD.

El Congreso había conseguido lo que hoy mantiene, una participación singular e importante en el apoyo federal hacia la IyD. Más aún, obtiene un papel determinante al interior de las agencias federales de IyD, tanto en apoyo y financiación como en la realización misma de estas actividades. De acuerdo con Giorghiou, esta emergente maquinaria política ponía en práctica la separación de poderes que caracteriza al

gobierno norteamericano, es principalmente en estas relaciones de poder donde la vinculación entre las agencias basa su accionar.

La investigación básica en EUA es generalmente reconocida como la más fuerte en el mundo, ubicada sobre una base académica fuerte apoyada por financiamiento Federal y Estatal y por instituciones no-lucrativas. Algunas universidades también manejan Centros de IyD con Financiación Federal (FFRDC's), incluyendo los laboratorios nacionales. La investigación es financiada por un número de agencias gubernamentales donde seis de ellas suman el 95% de todo el financiamiento federal en IyD: DoD, DoE, NASA, NSF, DHHS y USDA. Mientras ha habido una tendencia creciente hacia el establecimiento de comités de coordinación, el sistema permanece plural, esto es que, por decir, un campo particular puede ser financiado por más de una agencia si esta agencia lo considera como contribución para su misión. Las agencias difieren en su trato hacia la IyD. El DoD, la NASA y el DoE tienden a contratar con la industria, la NSF y los DHHS con universidades y el USDA y Comercio realizan gran parte de su trabajo intramuralmente. La NSF apoya la investigación básica pero otras agencias, particularmente el DoD, también son contribuyentes significativos.¹⁰²

Debido a su importante y permanente actividad, el Congreso ha estado más involucrado en las cuestiones científicas y tecnológicas al grado que ha desarrollado su propia especialización. Hacia finales del periodo de la Guerra Fría, el debate continuo de los asuntos vinculados a la IyD y su expansión al interior del Congreso se desarrolla a través de los 23 comités de los diputados (incluido el *House Science and Technology Committee*) o los 17 del senado (particularmente el *Commerce, Science, and Transport Committee*). Como indica Derian (1990), estos asuntos se han insertado en tantos espacios del gobierno que cada comité o subcomité puede discutir cuestiones relativas a proyectos científicos u otros programas junto con otras cuestiones tan diversas como las militares y las sociales; esta pluralidad se ve aún más favorecida con la ausencia de una autoridad legislativa específica para el presupuesto en ciencia y tecnología y con la diversidad de subcomités. Las propuestas anuales del gasto federal en IyD son responsabilidad de unos 200

¹⁰² GEORGHIOU, Luke (1994) *Evaluating US and Japanese Technology...*, Op.Cit., p. 3-4.

subcomités, en ambas cámaras. Cada comité específico responde a los intereses generales del partido que lo controla.¹⁰³

Es también importante subrayar que, cuando se habla del Congreso, tenemos que observar que éste puede ser influido por otros muy diversos factores. Entre estos, debemos considerar a la opinión pública y los *lobbies*; la primera se ha convertido en una especie de legitimador social (aunque ello no garantiza que se base en la realidad) que obviamente influye al momento de tomar las decisiones; respecto a los *lobbies*, implican todo un complejo proceso permanente que merece una particular atención.

Para finales de los años cincuenta, el *lobbying* para proyectos específicos en ciencia y tecnología se había convertido en una práctica extendida que ganaba importancia cuando el gobierno comenzó a lanzar programas ambiciosos en la exploración del espacio, transporte, energía nuclear, aviación supersónica y otros. El *lobbying* es usualmente apoyado desde comités particulares en cada cámara del Congreso. Puede ser respaldado por una agencia federal, como la NASA, la *Atomic Energy Commission*, o la *Federal Aeronautics Administration*, cuyos intereses estén involucrados en el proyecto. Por muchos años el *nuclear-power lobby* fue uno de los más eficientes. Éste tuvo el privilegio inusual de tener que establecer sólo un comité para ambas cámaras en el Congreso: el *Joint Committee on Atomic Energy*.¹⁰⁴

Es gracias a este entorno institucional que el gobierno federal promueve un balance, además que planea e integra su política en CyT. Pero la función de las agencias federales en el acercamiento y realización de proyectos concretos es fundamental en la cristalización práctica que vincula las actividades en IyD federales y nacionales. A continuación se comentan algunas de estas agencias.

Tradicionalmente, la Fundación Nacional de la Ciencia (NSF) ha sido la más importante institución gubernamental respecto, sobretudo, a las actividades de

¹⁰³ DERIAN, Jean Claude (1990). **America's Struggle for Leadership in Technology**. MIT Press, p. 90.

investigación básica. Más aún, su función hoy día está siendo debatida en parte porque no cubre un *rango tecnológico claro y adecuado*, según algunos políticos. Como un elemento fundamental de la estrategia institucional hacia la investigación, la NSF se cristaliza como otro de los proyectos clave de Vannevar Bush. El reporte de Bush en julio de 1945 —*Science, The Endless Frontier*, consideró vital a la investigación científica en términos de la seguridad nacional, la salud y el pleno empleo.

Aunque en la práctica han sido muy complejas las decisiones hacia las actividades de I+D, el modelo de la NSF se establece bajo una serie de aspectos vinculados a la visión lineal de la CyT. Más aún, la discusión legislativa comienza a preocuparse por aspectos como el adecuado balance entre la ciencia básica y aplicada, incluido el apoyo a las ciencias sociales o la adecuada distribución de los fondos hacia los centros de investigación. Aunque todos estos aspectos se aplicarían de manera pragmática y no han sido totalmente resueltos hasta la fecha, lo cierto es que la independencia política y el rango de maniobra de la NSF han sido muy significativos.¹⁰⁵

Para Etzkowitz, la NSF representa un *modelo “externalista”* único ya que delega la autoridad primaria de sus tomas de decisión a la comunidad científica.¹⁰⁶ Oficialmente, además de su objetivo hacia la ciencia básica, la NSF también tiene que ser responsable de apoyar a las ingenierías y a la investigación aplicada. Esto ha sido debatido en parte ante la necesidad de crear una organización federal específica capaz de apoyar un mayor número de proyectos de innovación.

Diversas propuestas se han generado para establecer una *National Technology Foundation* dentro de la *National Science Foundation* o como agencia paralela; ello debido a una ausencia de vinculación institucional claramente definida entre la

¹⁰⁴ Ibid., p. 94.

¹⁰⁵ Ver BARKE, Richard (1988). *Science...Op. Cit.*, p. 70.

¹⁰⁶ 'En contraste con el modelo de la Oficina de Investigación Naval, ONR, la cual, de hecho, dejó su experiencia de la posguerra a la NSF en cuanto al apoyo para investigación académica, pero que adquirió un modelo 'internalista' donde la agencia (dependiente del DoD) tiene absoluto control en decidir sus prioridades de presupuesto e investigación.' Véase ETZKOWITZ, Henry (1997). *Industrial policy: The very idea! From the unintended consequences of military R&D toward a 'frauenhofer' system of cooperative research in the United States, 1940-1995*. En *Research in Social Problems and Public Policy*, Volúmen 6, pp 183-187.

investigación de apoyo gubernamental y la industrial. Estas propuestas han encontrado temores académicos de una dispersión del apoyo hacia la ciencia básica. Años atrás, varios académicos lograron proponer el rediseño de la NSF hacia la generación de la *National Science and Technology Foundation*¹⁰⁷, sin éxito.

No obstante, otros puntos de vista aseguran que es un mito que la investigación básica se vea tan afectada por la escasez de fondos federales. Según Greenberg, durante los ochenta los parámetros de la NSF reducen el apoyo hacia la investigación en el área de las ingenierías a un 12 por ciento de todos los fondos de la NSF, siendo la investigación básica la que recibe la gran tajada restante.

Pero la acusación de Greenberg es relativa. Con un presupuesto alrededor del 3 por ciento del total federal en IyD, la NSF se ha distinguido por ser un líder de las iniciativas nacionales dirigidas a la investigación y el apoyo hacia las diversas áreas del conocimiento. La educación, computación, manufactura avanzada, biotecnología y los materiales avanzados son solo algunos ejemplos. La NSF apoya centros y programas de investigación tanto del rango federal (encabezadas por la ciencia e ingeniería realizada por las *Universidades de Investigación Intensiva*—RIUs) como por centros no federales, incluida la investigación académica. Podría considerarse una *instancia detonadora*, en el sentido que su presencia es fundamental al apoyar las matemáticas y la educación científica en todos los niveles educativos, particularmente con el apoyo de becas, cursos y estancias de investigación en los niveles superior y de posgrado.¹⁰⁸

Si bien el Departamento de Defensa (DoD) es la instancia gubernamental más fuerte desde la etapa de la Guerra Fría toda vez que reflejaba cabalmente los objetivos de la Seguridad Nacional, no toda la actividad de IyD recayó en el ámbito militar. La

¹⁰⁷ GREENBERG, Daniel F (1991). "Science and Technology... (Bibliografía), p. 233.

¹⁰⁸ 'Es evidente la relación privilegiada que la NSF mantiene con la comunidad de científicos e ingenieros. Es la única agencia con un buró político, el National Science Board, compuesto por profesionales externos sirviendo sobre bases voluntarias y de tiempo-parcial. El Buró consta de 24 miembros aprobados por el Presidente y el Senado, más el Director de la Fundación. Los miembros deben ser eminentes en los campos de ciencias básicas, médicas o sociales, ingeniería, agricultura, educación, investigación directiva o relaciones públicas, selectos sólo sobre las bases de récords establecidos en servicio distinguido, y deben poseer representación de las visiones de los principales científicos e ingenieros en todas las áreas del país.' Ver "In the National Interest: The Federal Government and Research-Intensive Universities. **Gopher-subject:** ...Op Cit., Febrero, 1993.

mayoría de las agencias federales y de los subcomités fueron diseñados alrededor de este importante departamento; aquí, la transferencia de tecnología del tipo militar a los proyectos civiles ha jugado un papel central, particularmente desde los setentas, cuando la sociedad y la economía norteamericana se dieron cuenta de las ventajas de la producción comercial en el ámbito internacional. En ese contexto, también el *Departamento de Comercio* (DoC) presentó sus objetivos regulatorios en el traslado de la IyD militar hacia la civil.

Permanentemente, el DoC se convierte en un instrumento clave, en la transformación de tecnología militar a programas de tipo civil. Esto se observará particularmente en los gobiernos demócratas, como el de la Administración Clinton recientemente; el caso del *National Bureau of Standards* (ahora *National Institute of Standards and Technology*) y de la *Small Business Administration* es evidente.¹⁰⁹

Al interior del DoC, el *National Institute for Standards and Technology* (NIST) adquirió misiones específicas para fomentar el apoyo a la industria norteamericana mediante la transferencia de tecnología. De hecho, el NIST se convirtió en el principal laboratorio que desarrolló programas nuevos y diversos en tecnologías que el gobierno consideraba adecuadas de transferir hacia los procesos industriales de innovación. Más recientemente, el NIST es una parte esencial en las revisiones y regulaciones referentes al *Programa de Tecnología Avanzada* (ATP).¹¹⁰ Este ejemplo se amplía más adelante.

Dentro del ámbito militar, la promoción gubernamental de la tecnología espacial hacia las industrias privadas es tomada por la *Office of Technology Utilization* (OTU), dependiente de la NASA. A lo largo de la Guerra Fría, la misión de esta oficina fue “identificar y evaluar los avances en los resultados tecnológicos desde el trabajo apoyado por la agencia espacial y asegurar la diseminación más efectiva de

¹⁰⁹ La *Small Business Administration* ha apoyado a la pequeña empresa a beneficiarse del impacto de varios programas federales. Véase ROSENBLOOM, Richard S (1965). **Technology transfer**... Op.Cit., p. 23.

¹¹⁰ *Los propuestos cambios normativos, publicados en el Registro Federal del 2 de Agosto, intentan describir la forma de tratar las propuestas de investigación dentro del ATP y lleva las regulaciones del ATP hacia una concordancia con los cambios requeridos bajo la American Technology Preeminence Act de 1992.* En BAUM, Michael. “NIST ATP requests comments on rule changes for immediate release”. **Gopher-subject:TN-5940**, Agosto 4, 1993.

información acerca del uso potencial de cada tecnología.”¹¹¹ Como se comentará, algunos de esos tipos de actividades militares no fueron cuestionados al interior del sistema norteamericano de CyT; más aún, no hubo otras opciones fuera de esas actividades en tanto las prioridades de defensa las justificaba la Seguridad Nacional.

La Guerra Fría fue un estímulo decisivo para la estructuración del sistema norteamericano de innovación que conocemos. La iniciativa nacional hacia la ciencia y la tecnología fue diseñada por el gobierno federal, el cual respondió al compromiso de adaptar sus instituciones hacia un mejor desempeño dentro del sistema. Estas instituciones y vinculaciones de la posguerra llevarían a los Estados Unidos a alcanzar diversas metas políticas y económicas, tanto internas como externas. Sin embargo, el éxito actual ya no corresponde de forma única a las prioridades de Seguridad Nacional en los términos de la Guerra Fría; ahora las prioridades incluyen metas económicas y comerciales (por ejemplo, los laboratorios nacionales, que gozaron de una importante partida del presupuesto federal de IyD, tienen que estar más cerca de los sectores industriales privados). Es claro que el gobierno federal considera a las inversiones en IyD como un instrumento político y económico.

El caso del Departamento de Energía (DoE) mantiene sus objetivos originales de ser un pilar de las actividades en IyD al servicio de la Seguridad Nacional. De entre sus 17 laboratorios nacionales, tres de ellos (Los Alamos, Lawrence Livermore y Sandia) han estado directamente implicados a las misiones de defensa; aunque también los demás están cerca de los objetivos de Seguridad Nacional al desarrollar proyectos en ciencia, energía y cuestiones ambientales, entre otros. Esta agencia federal ha sido siempre importante, particularmente en la posguerra con el desarrollo de energía nuclear y, durante los años setenta, ante la crisis energética mundial.

Por su parte, el Departamento de Estado ha sido una institución muy activa a través de acuerdos bilaterales en CyT y promoviendo el intercambio de información con otros gobiernos acerca de asuntos militares, aunque también civiles como de investigación universitaria y capacitación técnica. Ejemplo de ello es que en parte de

¹¹¹ ROSENBLOOM, Richard S (1965). **Technology transfer...** Op.Cit., p. 24.

las consultas anuales con la Comunidad Europea se abordan perspectivas comparativas de estos temas.

Entre las más grandes agencias civiles en I+D, se incluye a la *NASA* con un presupuesto en 1990 de \$12,000 millones; el *Department of Energy* con presupuesto de \$7,000 millones; los *National Institutes of Health* con un presupuesto de \$7,000 millones; y la *National Science Foundation* con \$2,000 millones. Adicionalmente, existen 726 laboratorios federales. Combinados, estos laboratorios tienen un presupuesto de \$20,000 millones pero, como las grandes agencias de la posguerra, su enfoque hacia la tecnología y la competitividad es limitado.¹¹² Para ese año, los gastos federales en I+D civil representaron sólo el 37.4 por ciento frente al enorme gasto en defensa (62.6 por ciento, como veremos en las 'prioridades militares' de puntos posteriores).

Hasta aquí, es claro que el papel del gobierno al interior del sistema de CyT basa gran parte de su importancia en el aspecto estructural, aunque éste por si mismo no es suficiente. El apoyo federal hacia la I+D depende del funcionamiento de esas instituciones mediante una adecuada distribución de recursos además de que, por supuesto, los sectores industrial y académico ciertamente han tenido sus propias responsabilidades y funciones de forma paralela y/o complementaria a la intervención gubernamental.¹¹³

Inclusive, desde el periodo de la posguerra, a pesar de un liderazgo del gobierno federal, particularmente del poder Ejecutivo, cada sector veló por sus propios intereses. Los procesos de toma de decisión sobre el destino de los fondos para ciencia y tecnología fueron ampliamente impactados por las élites científica, militar y corporativa durante toda la Guerra Fría. Desde la posguerra, la rápida expansión del presupuesto nacional en investigación gestó un pluralismo suficiente para evitar una concentración inadecuada de los fondos de investigación, además de apoyar una firme multidireccionalidad de toda la agenda en I+D. Para finales de los años sesenta y principios de los setenta, se realizaron esfuerzos para democratizar la política

¹¹² INMAN, B.R. & BURTON, Daniel (1991). "Technology and U.S. National Security", en Allison-Treverton, **Rethinking America's Security**, p. 130.

¹¹³ Ver NELSON, Richard & ROSENBERG, Nathan (1993). **National Innovation Systems...**Op.Cit.,.

científica mediante la apertura de un amplio rango de nuevos impulsos encabezados muchas veces por el poder legislativo federal. Con el apoyo de Washington, aquellas élites restablecerían sus alianzas en la era Reagan, ondeando la bandera de la eficiencia social y la competición internacional: “Si la democracia es un argumento—particularmente en la ciencia—debe ser sacrificada en el interés de una economía saludable; el progreso tecnológico nuevamente está siendo interpretado para traer fundamentalmente altos rendimientos a las corporaciones privadas, más allá de pleno empleo o las formas socialmente más deseables del crecimiento económico.”¹¹⁴

Antes de hacer inmersión en el debate actual de la IyD, es necesario entender las interrelaciones al interior del sistema como un todo. Es importante señalar que una buena parte de estas adaptaciones hacia el nuevo entorno de la IyD comenzaron a realizarse durante los setenta y ochenta, en el cierre del modelo encabezado por las prioridades de la Seguridad Nacional. Con ello, la posibilidad de mover toda esa estructura y presupuesto militar en IyD en dirección a una dinámica comercial de la innovación se dificultaría hacia los noventa.

2.3 DE LA VISIÓN LINEAL A LA ESTRATEGIA INTEGRADORA EN CyT.

A diferencia del periodo anterior a 1940, donde la IyD federal apoyó y desempeñó sus propios proyectos de investigación dentro de las agencias gubernamentales sobre bases esporádicas y de solución regional (creando ‘*tecnología casera*’), para el periodo de la posguerra estos fondos federales apoyaron la realización de investigación en instituciones tanto gubernamentales como privadas. Antes de la Segunda Guerra Mundial, algunas agencias federales como el *Buró Nacional de Estándares* (BNS), el *Departamento de Agricultura* (USDA) y el *Servicio de Salud Pública* (PHS), desarrollaron sus proyectos casi sin ninguna influencia externa. En contraste, después de la guerra, éstas y otras instituciones del Estado hicieron alianzas fuera del gobierno con el fin de adaptar sus esfuerzos a las prioridades nacionales de la posguerra.

¹¹⁴ DICKSON, David (1988). *The New Politics* ...Op.Cit., p. 18.

Rápidamente, la importancia del presupuesto federal en IyD se convirtió en una cuestión que cada agencia reconoció como una necesidad crítica. La magnitud de la inversión total nacional en IyD y la participación federal en este presupuesto fueron dos aspectos emergentes en la posguerra. A lo largo de ese periodo y aún hacia la actualidad, el gasto federal en IyD ha representado una amplia fracción de la enorme inversión nacional en IyD.¹¹⁵ La disputa por este apoyo federal se presenta no únicamente entre las agencias federales, sino también en realizadores de IyD no gubernamentales. Esta pugna impacta también en la cuestión de los nichos dónde invertir. Pero haya sido bien planeada o no, la estrategia de apoyar fuertemente a la investigación generó una tendencia donde la IyD práctica (investigación aplicada y desarrollo tecnológico) es tomada cada vez más por el sector privado. De algún modo, la investigación básica de los laboratorios federales y las universidades contagió e involucró el trabajo en IyD del sector privado. Por ello el apoyo federal a la investigación básica se mantiene como una obligación fundamental en la perspectiva lineal del gobierno federal; donde el balance en los recursos mantiene su importancia hasta nuestros días.

La sociedad norteamericana adquirió la visión de que la investigación científica es generadora de la innovación. Dicha perspectiva lineal, forjada durante la posguerra, permitió el enorme apoyo federal hacia la investigación dentro de la 'Gran Ciencia'. Pese a que hoy es incuestionable que la innovación y la competitividad tecnológica de diversos sectores dependen en mayor grado del *marketing*, del proceso productivo o del diseño, el apoyo federal a la investigación continúa como base de proyectos principalmente de mediano y largo plazos. Finalmente, gracias a esa creencia lineal de que la investigación es la fuente inicial y única de la innovación, es que se mantiene la función de instancias federales como la NSF en el apoyo a la

¹¹⁵ *El volumen total de recursos dedicados a IyD desde el fin de la Segunda Guerra Mundial es amplio no sólo en comparación con la propia historia más temprana sino también en comparación con otros países miembros de la OCDE. Ciertamente, a fines de 1969, cuando los gastos combinados en IyD de las más grandes economías industriales foráneas (Alemania Federal, Francia, Reino Unido y Japón) fueron de \$11,300 millones, los de Estados Unidos fueron de \$25,600 millones. Sólo hasta finales de los 1970s el total combinado de estas cuatro naciones excedió al de los Estados Unidos. Ver MOWERY & ROSENBERG, 1993, 40.*

educación superior y diversas áreas de investigación, incluyendo las ciencias e ingenierías.¹¹⁶

El gobierno federal asumió el compromiso de proteger a la investigación científica básica, ello se justificaba ante la necesidad de complementar el apoyo a toda la I+D ya que, como se ha mencionado, la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico son en su mayoría realizados por la industria. Aunque debe quedar claro, sin embargo, que inicialmente el gobierno asumió sus prioridades de Seguridad Nacional (en plena Segunda Guerra Mundial), involucrándose enormemente con la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico militar. Fue evidente, desde entonces, la existencia de un gobierno federal preocupado por el fortalecimiento de todo el sistema de I+D. El fomento del entorno innovativo, los subsidios específicos y el balance adecuado en la distribución de recursos en I+D, serían elementos centrales de la política científico tecnológica.

Históricamente, las dos acepciones básicas para la política en I+D—medidas para incrementar los beneficios de la innovación y los subsidios de tipos específicos de I+D para contrarrestar la desinversión privada—han sido consideradas como substitutas. Se esperaba que las mismas empresas apoyasen a las tecnologías en las cuales la industria privada puede obtener una seguridad intelectual razonable en sus derechos de propiedad. El gobierno apoyó esta I+D privada sólo indirectamente, mediante convenios impositivos preferenciales y partidas para investigación fundamental en universidades y laboratorios nacionales que estaban disponibles para el sector privado de manera gratuita—para las empresas que se decidían a buscar. El gobierno también apoyó cierta I+D experimental, pero aclarando que sólo cuando los beneficios fuesen totalmente difundidos. En todos los casos, el gobierno insistió en que los resultados de sus proyectos fuesen diseminados. Aún en tecnologías militares, donde las consideraciones de Seguridad Nacional condujeron a los oficiales a retener la máxima confidencialidad acerca de algunos resultados de investigación. El gobierno frecuentemente acudió a un contratista para producir tecnologías que fueran desarrolladas por otras (...) firmas militares para

¹¹⁶ Véase TEICH, Albert (1993). **Technology** ... Op.Cit, p. 373.

diseminar el conocimiento técnico específico de la firma entre los subcontratistas y permitiendo la adopción comercial de tecnologías que no estuvieran cercanamente vinculadas para productos militares altamente confidenciales, como los avances en las computadoras, microelectrónicos y telecomunicaciones.¹¹⁷

Monitoreando el apoyo y desempeño federal en IyD antes de la segunda gran guerra, podemos encontrar que ese apoyo apareció en forma de proyectos especiales, de subsidios federales directos, o de IyD relevante que tenía enorme potencial en el mercado. Por más de cien años el gobierno federal había apoyado el desarrollo del telégrafo y de semillas híbridas. Sin embargo, el apoyo federal directo hacia la IyD no llegó a ser un componente significativo dentro del esfuerzo de integración nacional en ese rubro sino hasta la Segunda Guerra Mundial. Aunque el detonante inicial de integración se ubicó en la Defensa, paulatinamente los esfuerzos federales se complementarían en la IyD civil. Como indica Cohen, fue hasta los años sesenta que el gobierno federal decidió tomar la batuta de “un amplio rango de programas de investigación para propósitos civiles, en ese entonces se iniciaron nuevos e importantes programas en *tecnología biomédica, aviación comercial supersónica y satélites de comunicación geosincrónica*, además de otros programas más modestos en áreas diversas, p.e. *combustible sintético del carbón, motores de auto menos contaminantes y nuevos métodos de construcción*”.¹¹⁸

Esas “nuevas iniciativas” de los años sesenta, permitieron al gobierno federal la más importante organización e institucionalización en IyD (véase Figura 1). Un hecho que generó un modelo coherente y con una amplia visión económico estratégica para la IyD no-militar. No obstante, la mayor parte de los dólares federales hacia la IyD fueron sigilosamente gastados en defensa o en ciencia básica que era relevante para fines militares. Al mismo tiempo, los otros programas civiles fueron una serie de respuestas dirigidas a asuntos públicos específicos;¹¹⁹ la tecnología civil cubría rubros especializados en tanto la militar fue intensiva y con visión de largo plazo.

¹¹⁷ COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). “Privatizing ... Op.Cit., p.17.

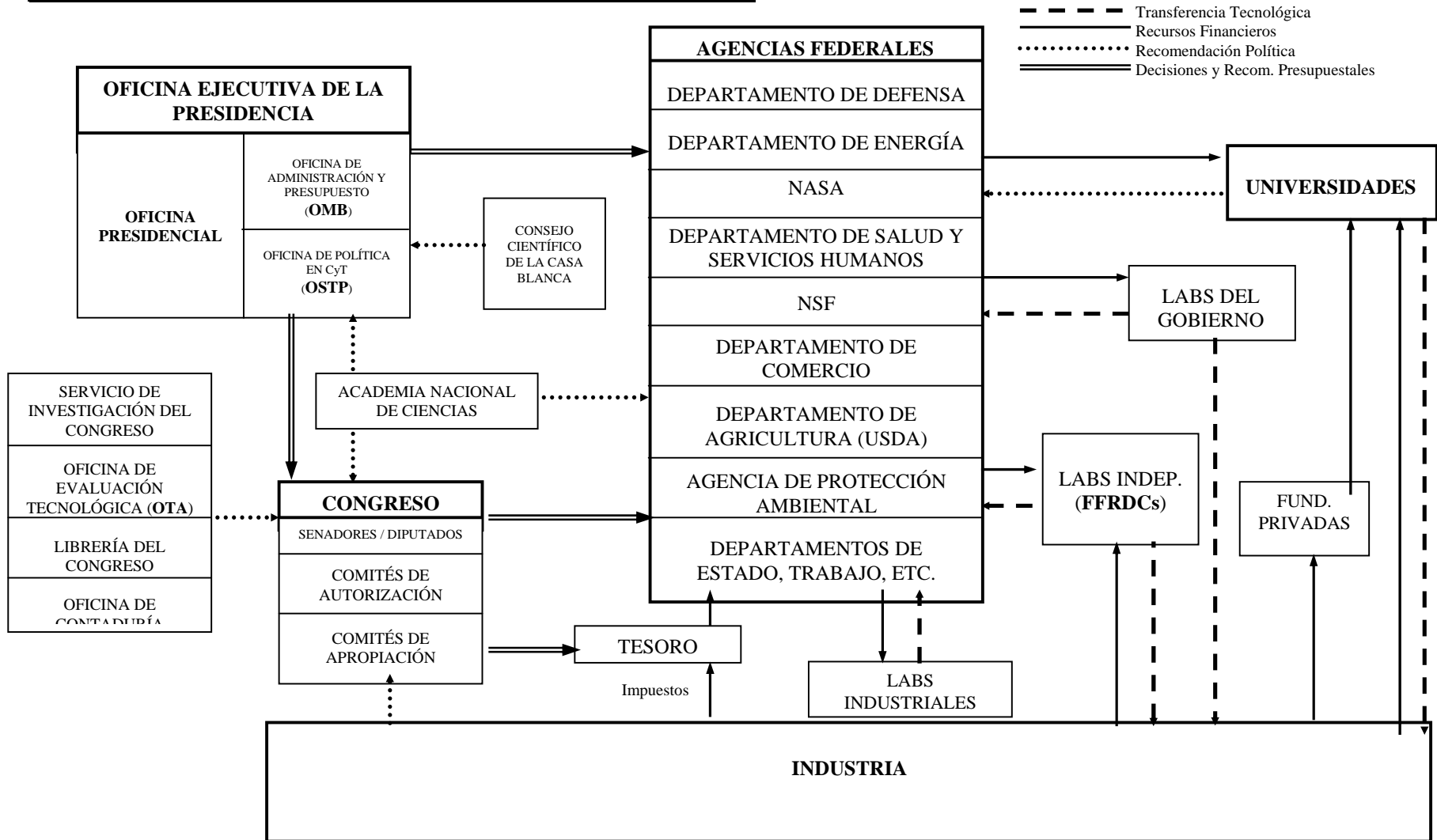
¹¹⁸ Ibid., 17-18.

¹¹⁹ *Ejemplos fueron la Guerra contra el Cáncer, la búsqueda por métodos más productivos, por productos ambientalmente benignos, los desafíos en la tecnología aeroespacial militar transformada en tecnología*

De entre el gasto federal y el privado hacia la IyD, el gasto federal, considerado “más volátil”, alcanzó alrededor de dos tercios del total de la IyD para mediados de los sesenta y declinó substancialmente después de esos años. Si consideramos que el total del gasto en IyD fue escasamente más del uno por ciento del PNB en los años inmediatos a la posguerra y continuó en aumento, podemos comenzar a identificar las tendencias ascendentes. El porcentaje creció rápidamente para la segunda mitad de los 50s y alcanzó casi el 3% hacia la mitad de los 70s, después vendría un descenso hasta la segunda mitad de los 70s y una nueva ola ascendente en los 80s. Así, los gastos federales en IyD han sido parte del debate político. Como se analiza en el capítulo 3, el desglose de las participaciones pública y privada hacia la IyD, presenta también una tendencia gradualmente ascendente hacia los años 90s donde el gobierno federal intenta equilibrar el déficit industrial en la generación de actividades de investigación básica y tecnología de alto riesgo.

comercial, la baja persistente de la industria oriental de la minería de carbón y, en los 1970s, la búsqueda de una respuesta tecnológica efectiva al problema energético mundial. Ver COHEN, 1994, 18.

Figura 2. ORGANIZACIÓN DE LA CyT EN EUA, AÑOS OCHENTA.



Dickson nos presenta en su esquema el proceso mediante el cual los recursos federales de Estados Unidos llevados hacia la I+D son asignados a los diferentes patrocinadores o realizadores de la investigación. Poco menos de la mitad del dinero es provisto por el gobierno federal y gastado de acuerdo a las prioridades aprobadas desde el proceso del presupuesto en el Congreso. La investigación patrocinada por el gobierno es llevada a cabo en cuatro sectores principales: laboratorios universitarios; laboratorios independientes o centros de investigación (algunas veces generados por una universidad o un consorcio de universidades -lo que se conoce como Centros de Investigación y Desarrollo de Fondos Federales, FFRDCs); los propios laboratorios gubernamentales; y los laboratorios de investigación de las corporaciones privadas.

A finales de los años ochenta, la mayor parte de los gastos que la industria asignó para I+D (un 51 por ciento del presupuesto nacional en I+D) fueron dirigidos a sus propios laboratorios; el resto va a centros independientes de investigación y universidades. La industria también ha sido receptora de substanciales contratos de investigación del gobierno federal (particularmente en áreas como defensa, durante el periodo de la Guerra Fría) y emite sus observaciones al Congreso respecto a cómo el presupuesto federal a la investigación debe ser asignado. En adición al dinero federal y corporativo, así como los fondos de sus propias dotaciones, las universidades reciben una proporción significativa de su investigación financiada de trust y fundaciones privadas (las cuales están usualmente apoyadas por donaciones o inversiones generadas desde las corporaciones privadas).

Otros grupos que pueden influir en la asignación de los recursos en I+D incluyen a la Academia Nacional de las Ciencias (la cual emite consejos para agencias gubernamentales, el Congreso y la Casa Blanca) y a las diversas instituciones de consejería adjuntas al Congreso (la Office of Technology Assessment, el Congressional Research Service y la Congressional Budget Office). Además, los comités del Congreso sostienen una serie de audiencias públicas tanto acerca de la autorización como de la apropiación de partidas en las cuales la administración justifica sus propuestos gastos y grupos externos pueden expresar su aprobación o desacuerdo respecto a las recomendaciones del presupuesto que hace el Presidente. Posteriormente, la Congress's General Accounting Office puede revisar si el dinero se ha gastado en los términos en que el Congreso acordó.

Esta descripción formal del proceso debe ser tomada únicamente como una aproximación.

FUENTE: DICKSON, David (1988). **The New Politics of Science.** The University of Chicago Press, p. 23

En estas tendencias federales en sus gastos de IyD, los años de la Guerra Fría experimentaron buena parte de esas inversiones federales en dirección a la realización de IyD por parte de la empresa privada. Para 1985, el 51 por ciento del presupuesto nacional en IyD vino de la empresa privada, 46.5 del gobierno federal y el resto de gobiernos estatales, universidades e instituciones no lucrativas. Visualizando sólo la parte del gobierno federal, “*el 73% de esta IyD fue realizado por la industria privada y solo 12% al interior de los laboratorios federales; el restante 15% fue un componente crítico del gasto federal en IyD: aproximadamente un 3% de los fondos federales en IyD apoyaron a los Centros de Investigación y Desarrollo de Financiamiento Federal (FFRDCs) administrados por universidades y colegios, 3% fue asignado a otras instituciones no lucrativas y 9% apoyo la investigación universitaria.*”¹²⁰ Como veremos, la tendencia ascendente en la realización de IyD por parte de la empresa privada se mantendrá hasta nuestros días, no así la supremacía del gobierno federal en la partida nacional hacia la IyD.

Mowery & Rosenberg (1993, 40) muestran que los fondos federales representaban dos terceras partes del gasto total en investigación básica; este tipo de investigación es también compartida con otras instituciones, particularmente las universidades. El grueso de la investigación básica federal se concentra en pocas agencias (en forma descendente): los *Institutos Nacionales de Salud del Departamento de Salud y Servicios Humanos*, la NSF, el DoD y la NASA.

En la perspectiva de la gran importancia de la participación federal en IyD a través del gasto gubernamental, es claro que la enorme participación del presupuesto en defensa dominó el gasto total federal desde 1945 y durante toda la posguerra. Al transcurrir las primeras dos décadas de la Guerra Fría, ese presupuesto en defensa fue más intensivo. Y aún en la etapa restante de ese periodo, el gasto en la IyD militar siguió siendo enorme si a ese presupuesto agregáramos los gastos en el espacio y la energía. El Departamento de Defensa, el Departamento de Energía y la NASA controlaron el presupuesto federal en IyD hasta la segunda mitad de los años

¹²⁰ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). “*The U.S. National Innovation...*”, Op. Cit., p.42.

sesenta¹²¹, eran años de un decidido apoyo federal dirigido hacia los objetivos militares exaltados por la competencia geoestratégica con los soviéticos, incluyendo la carrera espacial. Desde entonces, el impacto de los gastos en IyD de defensa es más complejo; esa es la razón del por qué la perspectiva demócrata de Administraciones como las de Carter o Clinton incluyeron una amplia parte de la transición de la inversión y estructura militar en IyD hacia las prioridades de carácter civil comercial. Aunque cabe aclarar que la tecnología civil siempre ha sido importante aún en épocas de prioridad en defensa.

Complementariamente a la IyD militar, el gobierno norteamericano ha apoyado a un gran número de proyectos en IyD, los cuales han contenido y desarrollado un potencial uso civil. Ejemplo de esto se halla en los proyectos de IyD en microelectrónica presentados durante los años cincuenta. Estos proyectos (como el *Tinkertoy* y el *Micromodule*) eran solo ejemplos de programas de investigación más amplios para el desarrollo de radares, misiles teledirigidos y sistemas de control de fuego. Tratando de desarrollar aspectos como *el alcance, la miniaturización y confiabilidad de las tecnologías radio televisivas*, estos proyectos contribuyeron al área de los semiconductores, pese a que no todos tuvieron éxito. Bajo estas actividades militares y gubernamentales se permitió el despegue de productores de componentes electrónicos (*General Electric* o *RCA*) quienes tomaron ventajas de la tecnología de los semiconductores generando importantes avances como el transistor de silicio y el circuito integrado.¹²² La misma producción del circuito integrado fue apoyada por el gobierno federal (adquiriendo gran parte de dicha producción) y el mercado creció rápidamente debido a la expansión de la industria de cómputo hacia finales de los sesenta. De hecho, la industria de cómputo es otro ejemplo de la complejidad del sistema norteamericano de IyD y de su transición de los propósitos militares a los civiles.

¹²¹ También podemos notar que dentro de este total, 20 por ciento se refiere a investigación y 80 por ciento a desarrollo tecnológico. ROSENBLOOM, Richard S (1965). **Technology transfer-process and policy**, Washington, D.C., *National Planning Association*. Reporte Especial No. 62, p. 3.

¹²² MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). **Technology. and the Pursuit...** Op.Cit., p. 144-5.

Es desde este periodo de finales de los sesenta que, para la mayor parte de los autores, el apoyo federal hacia la I+D comienza a tener un retroceso. De acuerdo con Hiskes & Pace (1985), de 1969 a 1974, “se presenta un descenso en el apoyo gubernamental para la ciencia, lo cual tuvo claramente causas políticas. La enorme realización del programa Apolo fue muy factible debido a una inicial y continua creencia presidencial hacia la importancia del proyecto. Después del lanzamiento a la luna, se hizo rápidamente evidente que ningún otro proyecto científico, entonces en marcha o bajo consideración, disfrutó de tan intenso apoyo en un mandato presidencial. Como resultado, sin un estímulo externo comparable al lanzamiento soviético del Sputnik de 1957, el Presidente Richard M. Nixon decidió que una medida política posible (...) debía ser la disminución del papel del gobierno federal en la investigación científica.”¹²³

Así, podemos percibir que las políticas científica y tecnológica, como cualquier otra política, tiene que estar conectada a los objetivos y creencias nacionales. Mientras la estrategia nacional fue definida en términos del periodo de la Guerra Fría, los fondos federales para la I+D fueron claramente dirigidos hacia la Seguridad Nacional; y ese objetivo fue asumido por toda la estructura nacional. También la investigación académica fue acogida como uno de los sectores beneficiados a partir de las emergentes dinámicas del sistema norteamericano de innovación desde el periodo de la posguerra.

Durante los años cincuenta y sesenta, el gasto federal para la investigación académica creció rápidamente en todas las agencias, como lo hizo el amplio apoyo para la educación general y las actividades institucionales de la NSF, el DoD, la NASA, y los NIH. Nuevas universidades emergieron, particularmente en el sector público, produciendo una distribución más amplia de la capacidad en investigación y de los fondos entre las universidades.

El rápido crecimiento en financiamiento de la investigación académica, en dólares constantes, llegó y abruptamente terminó en 1968 ya que el nivel de fondos alcanzado ese año no fue superado hasta diez años después. Al llegar el final de los 1960s y continuando hacia inicios de los 1970s, la concentración

¹²³ HISKES, Anne (1986). **Science, Technology, and policy**.. Op. Cit., p. 46.

del apoyo federal para las universidades cambió de la defensa y el espacio hacia los aspectos sociales y domésticos. Por ejemplo, el NIH inició las guerras contra el cáncer y las enfermedades del corazón en 1971 y 1972, respectivamente, la NSF fue explícitamente autorizada para incluir investigación aplicada en sus apoyos, y el DoD fue regulado por la *Mansfield Amendment* para limitar su apoyo a la investigación universitaria en áreas directamente concentradas en su misión.

Durante los 1980s, el apoyo Federal para la investigación universitaria se incrementó dramáticamente en dólares constantes. Más aún, la dispersión de gasto en investigación en un gran número de universidades continuó. El número de instituciones con al menos un programa de investigación arriba del millón de dólares (ajustando la inflación) creció en 20 por ciento en la década. No obstante, el apoyo federal a la investigación académica, que alcanzo en 1966 un 74 por ciento, descendió fuertemente para 1991 por debajo de 60 por ciento, en tanto otras fuentes de apoyo crecieron más rápido que la federal.¹²⁴

La infraestructura de la investigación universitaria fue organizada y expandida desde el apoyo de los fondos federales. Este fue el único camino que hizo posible para las universidades la compra de equipo científico e instrumentación avanzada con grandes costos. La comunidad científica universitaria fue beneficiada con el acceso a este equipo que fue realmente muy útil para la realización de investigación científica y tecnológica. Estos tipos de facilidades a la investigación han sido también factores importantes en más recientes vínculos cooperativos entre la universidad y la industria.

Desde la posguerra se fortifica el compromiso del gobierno federal hacia la investigación universitaria; dicho compromiso engloba el financiamiento directo de I+D, complementado con apoyo en infraestructura y becas a estudiantes de nivel superior. Este apoyo es clave en el equilibrio de las actividades de investigación como un elemento tan fundamental como la docencia. La dinámica del SNI presencia el enorme potencial de la combinación entre investigación y enseñanza una vez que, en condiciones favorables, la investigación básica co-participa activamente con el

¹²⁴ "In the National Interest: The Federal Government and Research-Intensive Universities". **Gopher-subject:** ...Op.Cit., Febrero, 1993.

entrenamiento profesional práctico.¹²⁵ Se trata de un beneficio evidente del apoyo federal hacia las universidades y centros de investigación donde se forjan los estudiantes avanzados que, en una perspectiva nacional, conforman un gran flujo de capital humano. Esto es importante ya que la interacción entre investigación y docencia es un elemento imprescindible de la economía del conocimiento.

Para el gobierno federal, invertir en las universidades nunca ha sido considerado un desperdicio a partir de que sabe que la comunidad académica tiene que ser apoyada para fomentar su participación en la dinámica del sistema norteamericano de innovación. Su papel es fundamental debido a la investigación realizada en sus laboratorios, la enseñanza y la capacitación profesional, entre otros elementos. En otras palabras, el gobierno sabe perfectamente que la mayor parte de los Recursos Humanos capacitados para la investigación y la tecnología, provienen de la educación superior, concretamente de una estructura universitaria y comunidad académica eficientes (este punto se ampliará más adelante).

Aunque la intervención del gobierno en las partidas de inversión fue dictada por las decisiones de IyD encaminadas a las prioridades de la posguerra, ello no implicaba que había tenido una clara y estratégica dirección de inversión económica. No obstante que los gastos en IyD fueron muy importantes durante periodos como los años sesentas, ellos no sugerían un objetivo en CyT en forma de proyecto nacional, más allá de la competencia militar espacial de ese lapso. Y aunque tanto Ejecutivo como Legislativo adoptaron una pluralidad y flexibilidad en la selección de los proyectos apoyados por los fondos públicos, lo cierto es que no podía existir una estrategia bien definida ni una clara evaluación de los beneficios económicos de la gran inversión federal de este periodo. Sobre todo que en dicha evaluación era difícil establecer aspectos como: las diferencias entre los retornos públicos y privados, el impacto de los proyectos militares y los civiles, el balance adecuado entre investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico, etc. Pese a tal complejidad, la

¹²⁵ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). **Technology. and the Pursuit...**Op.Cit., p. 153-4.

visión lineal federal se mantiene como un mecanismo ideal del equilibrio entre la diversidad de factores en la política científico tecnológica.

2.4 PRIORIDADES MILITARES.

Así como la Segunda Guerra Mundial alteró significativamente la perspectiva de la empresa científico tecnológica en los Estados Unidos, también se alteró la relación entre ciencia y gobierno. Esta nueva relación en parte fue generada gracias a que el gobierno llevó a la comunidad científica hacia el esfuerzo bélico para promover el desarrollo de prioridades específicas como la energía nuclear, el radar y armamento nuevo. Debido a la guerra dos desarrollos emergieron y echaron raíz. Primero, la construcción de una vinculación cercana del trabajo entre las comunidades política y científica durante la guerra, que continuó aún con la tregua bélica. Segundo, más importante en el largo plazo, la administración y organización del esfuerzo en investigación durante la guerra definió el modelo a seguir hacia la moderna relación gobierno-ciencia.¹²⁶ A partir de ello, las relaciones en CyT del gobierno han sido colocadas en un importante curso ya que toda la nación movilizó su retorno hacia una situación de tiempo de paz tan pronto como pudo, pero manteniendo el estigma generado por la Guerra Fría. Muchos fueron los aspectos de la experiencia del tiempo de guerra que influyeron este enorme cambio estructural; aquí, queremos considerar algunos de ellos:

Las demandas de la guerra sellaron el fin de la Gran Depresión, creando una modernizada planta industrial y generando un substancial ascenso en productividad y salarios reales. La llegada del programa *Lend-Lease* en marzo de 1941 iniciaba el cambio hacia las actividades militares. La *War Management Commission* vio desaparecer los 8 millones de desempleados de 1939 y, para 1942, vio ansiosos trabajadores marginales en las plantas de defensa. Aún con 14 millones de hombres y mujeres de uniforme, la construcción, la minería y la manufactura superaron el doble de su producción entre 1939 y 1944.¹²⁷

¹²⁶ TEICH, Albert & PACE, Jill H (1986). **Science and Technology** ... Op. Cit., p. 38.

¹²⁷ BRYANT, Keith & DETHLOFF (1983). **A History of American Business**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall Inc., p. 291.

Siguiendo los datos de Teich & Pace (1986, 21), encontramos que la guerra ensanchó vastamente los recursos norteamericanos hacia la IyD en los Estados Unidos. En 1939, los gastos federales en IyD fueron estimados en 50 millones de dólares; para 1945, éstos habían rebasado 1,500 millones. Después de la guerra, en lugar de retornar a su nivel previo, continuaron en aumento.

Realmente la guerra generó la transformación de una *empresa federal en IyD* de un sistema local primario y esporádico a uno fuertemente vinculado mediante concesiones y contratos. La guerra fomentó fuertemente la influencia por parte de la élite universitaria y de las firmas industriales con base tecnológica (y de ciertos individuos clave dentro de éstas) sobre la política gubernamental. El concepto de contrato fue concebido y aplicado en diversas maneras, no sólo para tareas específicas en IyD sino también para operaciones de largo-plazo de una determinada institución respecto a su IyD.¹²⁸ La apreciación de que la IyD era importante para lograr los propósitos del gobierno fue demostrada y aceptada por el consenso general.

Esta aceptación hacia la IyD fue esparcida a través de todas las agencias federales. De hecho, había comenzado en las agencias más viejas, las cuales tímidamente antes de la guerra operaron con laboratorios internos (como los departamentos de *Comercio, Interior y de Agricultura*). Pero la institucionalización real del apoyo a la IyD crece durante los años de posguerra, con la emergencia de las nuevas agencias, especialmente las militares.¹²⁹

Después de la guerra, inmersos en un proceso natural hacia los tiempos de paz, los Estados Unidos aceleraron gran parte de sus prioridades políticas, incluida obviamente la IyD militar, debido especialmente a la carrera armamentista con los

¹²⁸ Véase, por ejemplo, TEICH, Albert & PACE, Jill H (1986). **Science and Technology** ... Op. Cit., p. 21.

¹²⁹ Ejemplo de estas instituciones federales fue la creación de la *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) a fines de los cincuenta. La cual incluyó una nueva y especial unidad de acción, la *Advanced Research Projects Agency* (ARPA). Esta agencia en efecto se convirtió en una arma operativa en la oficina del Secretario de Defensa ya que varios proyectos especiales (la mayoría originalmente en áreas del espacio y proyectiles de defensa) podían ser realizados sin enfrentarse con el papeleo burocrático. Ver KUEHN & PORTER, 209.

Soviéticos.¹³⁰ Esta disputa inició hacia finales de los cincuenta, cuando las actividades nacionales de I+D comenzaban a rezagarse de algún modo por detrás del temprano periodo de paz de la posguerra.

Como se ha discutido, el lanzamiento soviético del Sputnik (1957) se convierte en el factor detonante del enorme e inusitado apoyo federal hacia la I+D. La *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) es creada con el objetivo de contrarrestar el poderío aeroespacial soviético. En el periodo 1957-1968 se incrementan severamente los fondos federales hacia la I+D militar, la ciencia y la ingeniería; pero esta vez los esfuerzos federales se complementaron con visibles aumentos en la I+D industrial. Dentro de esta etapa, diversas empresas del sector no-militar comienzan a aprovechar los esfuerzos federales en I+D militar y espacial (incluyendo los subsidios en tecnología dual) complementándolos con fondos propios para el área civil.¹³¹ Para esos años, el gasto y las actividades militares en I+D pueden ser fácilmente confundidas con toda la participación federal debido al tremendo e histórico auge de los proyectos militares que se desarrollaron en I+D.

El desarrollo de este auge en las actividades de I+D fue fortalecido por las compras del mismo sector militar. Las intenciones militares de la Seguridad Nacional del país pueden también ser identificadas a partir de los gastos en I+D. Todas las inversiones militares, incluidas las de I+D, fueron justificadas por la apertura de grandes mercados para esos productos militares que resultaban ser los más competitivos, de mejor capacidad, diseño, rendimiento, alcance o funcionamiento, a nivel internacional. La rivalidad y los logros en el sector militar fueron esenciales en el desarrollo de sectores tecnológicos tales como la computación, el circuito integrado, los semiconductores, los electrodomésticos, el jet y la aviación. Sin embargo, debemos reconocer que el impacto de este gasto militar federal en I+D fue tan espectacular como el presentado en las empresas privadas, particularmente las no militares. Aquí podemos ejemplificar con el desarrollo del transistor en los

¹³⁰ Desde la perspectiva antropológica se indica que, dentro de este proceso de intensificación, es generado y expandido un sentido competitivo del aparato militar entre las naciones. Véase PRICE, Barbara, 1984.

¹³¹ TEICH, Albert & PACE, Jill H (1986). **Science and Technology** ... Op. Cit., p. 22.

Laboratorios Bell que se dio sin apoyo del gobierno federal y que solo es una muestra de que muy diversos proyectos de desarrollo tecnológico fueron realizados paralelamente a las actividades del gobierno.

Esos 'años dorados' incluyeron muchos aspectos que han sido estudiados desde diversas perspectivas políticas y económicas. No obstante, dicho periodo fue prolongado hasta el punto máximo del programa Apolo, a mediados de los sesenta; después del proyecto a la luna, la NASA sería la primera agencia federal en percibir una baja substancial en el nivel de sus gastos en IyD. Esta baja, presentada al final de los sesenta, fue contagiada hacia otras agencias federales. De algún modo, los gastos en IyD fueron eclipsados por los asuntos nacionales en torno a la guerra de Vietnam, la inflación y la transición social del ambiente nacional en los años sesenta y setenta. Todos estos asuntos desviaron la atención y los fondos, marginándose a la alta tecnología y a la IyD en general como prioridades nacionales. Consecuentemente, el gasto industrial en IyD tuvo un descenso y contribuyó a la recesión de la comunidad alrededor de la IyD, afectando a la industria aeroespacial, a las universidades y a las dinámicas del sistema como un todo.

Sin embargo, a pesar del descenso en el apoyo a la IyD presentado durante dos tercios de los años setenta, los Estados Unidos siempre mantuvieron en mente la importancia de las actividades científicas y tecnológicas que habían cambiado sus estructuras económicas, políticas y, por supuesto, sociales a lo largo del país. Además, la innovación tecnológica había adquirido un significado popular desde el periodo de la posguerra ya que la tecnología había conducido al país hacia el liderazgo de la competencia tecnológica mundial. Se forjó una etapa donde los rápidos movimientos hacia la industrialización y los avances científicos y de ingeniería, habían hecho popular la noción de que prácticamente todos los problemas pueden ser resueltos por la tecnología.¹³² Más aún, cuando el liderazgo tecnológico de los EUA se ha asociado a la perspectiva militar es cuando los gastos en IyD han justificado gran crecimiento. Luego del lapso del Proyecto Apolo, el apoyo al sector

¹³² MEINHOLD, Richard J (1992). **Beyond the Sound of Cannon**. North Carolina, Mc Farland & Co., Publishers, p. 109.

tecnológico retornaría con mayor fuerza durante los ochenta, durante las administraciones de R. Reagan y G. Bush, aunque también aparecía este apoyo junto con las 'nuevas' prioridades militares encabezadas por proyectos emergentes. Aún ahora, existe una evidente inercia en los aspectos militares que se han ubicado como imprescindibles; la tercera etapa histórica de un claro crecimiento en el gasto federal en IyD se dá en los primeros 4 años de G.W. Bush.

De hecho, con base en la historia, la realidad es que continuarán existiendo las políticas convencidas en que la opción militar puede volver a ser nuevamente una prioridad; pese a esto, también ha sido aceptada la idea de la necesidad de hacer intensiva la inversión en IyD hacia proyectos de tipo civil. Finalmente, el SNI haría de los sectores civil y militar una muy estrecha relación. De hecho, las enormes necesidades militares (apoyadas desde el Congreso con gran diversidad de recursos financieros), permitieron que los aeroplanos, barcos, equipo eléctrico, automotriz y las nuevas industrias de información encontraran en el Pentágono a su principal cliente. "Las nuevas tecnologías de la información -computadoras, satélites y un número creciente de otras maravillas- existen debido al interés y apoyo militar".¹³³ Este sector desarrolló la más alta-tecnología de la época y se convirtió en la mejor esperanza para conseguir la supremacía militar final frente a los soviéticos, al tiempo que ha venido generando ventajas competitivas en la economía.

Los aspectos más importantes en la IyD militar, durante las administraciones de Ronald Reagan y George Bush, serán retomados en párrafos subsecuentes. Por ahora, es importante hacer énfasis en algunos de los beneficios que el ascenso en los recursos federales de la IyD militar ha otorgado al sistema norteamericano de innovación.

Reflexionando el incremento crucial de la ciencia para la economía moderna, el número de científicos se ha incrementado casi seis veces desde la Segunda Guerra Mundial, mucho más que cualquier otro grupo profesional. El periodo de más rápido crecimiento fue durante los 1950s y principios de los 1960s, cuando

¹³³ SCHILLER, Herbert (1993). **La apropiación corporativa de la expresión pública**. Cultura S.S., Universidad de Guadalajara, México, 26.

el número total de científicos en la población creció a un ritmo anual mayor al 7 por ciento. Una baja en los presupuestos de investigación causada por reducciones en la investigación militar y del espacio durante los inicios de los 1970s tocó fondo, aunque su impacto mantuvo la investigación en ingenierías. El empleo para los científicos se incrementó fuertemente a un índice cercano al 4 por ciento anual entre 1970 y 1980, el mayor incremento ocurrió en los negocios y las empresas donde el empleo de científicos se elevó a 58 por ciento durante esa década (comparado con el 37 por ciento incrementado en las universidades y otras instituciones educativas, y con un 12 por ciento en el gobierno federal).¹³⁴

Tanto el trabajo de científicos e ingenieros capacitados como el de las instituciones (no únicamente federales) se incrementó a partir de que el gasto nacional en defensa ha adquirido un tremendo apoyo. Aún en las etapas de escaso crecimiento del presupuesto en Defensa y del gasto federal en IyD, los recursos para la CyT se mantuvieron. Por ejemplo, aunque la proporción del presupuesto nacional para gasto militar cayó de un 32 por ciento en 1970 a 24 por ciento en 1979, las instituciones federales de CyT mantuvieron su propio potencial en las dinámicas del sistema norteamericano de innovación y en los procesos políticos. Hablamos de una estructura nacional militar con un tremendo arraigo, difícil de erradicar. Obviamente la defensa militar de la nación continuaba dependiendo de la alianza del capital privado así como de los profesionales y líderes militares bajo la dirección del gobierno federal. Las necesidades militares continuaron representando un aspecto significativo del total de la economía y muchas firmas emergieron a consecuencia contratos de defensa.¹³⁵

Tomemos como referencia el año 1983 respecto al gasto federal en IyD. La Tabla 4 muestra las tendencias entre los gastos militares y los no-militares; es también interesante observar la distribución del presupuesto en los tipos de IyD. Hay que recordar que la política de la Administración Reagan priorizó una estrategia de

¹³⁴ DICKSON, David (1988). **The New Politics** ...Op.Cit., p. 19.

¹³⁵ BRYANT, Keith & DETHLOFF (1983). **A History of American**...Op.Cit., p. 299.

Seguridad Nacional donde el desarrollo tecnológico militar tuvo de punta de lanza el megaproyecto de la Guerra de las Galaxias.

TABLA 4. GASTOS FEDERALES EN IyD- 1983.

IyD	Defensa (%)	No-defensa (%)	% total
Básica	3.2	33.7	18.5
Aplicada	11.0	35.3	23.2
Desarrollo	85.8	31.0	58.3
Total	100.0	100.0	100

Fuente: MOWERY & ROSENBERG (1993). *The U.S. National Innovation System*, 43.

Debemos al menos destacar dos observaciones interesantes: primero, al interior de los gastos federales de defensa en IyD, el desarrollo militar fue una prioridad evidente. Por otra parte, en los gastos federales civiles en IyD encontramos una distribución equilibrada entre las tres actividades de la IyD, a diferencia del sector militar donde hay una clara tendencia al desarrollo tecnológico. Estas tendencias federales son muy representativas durante el periodo de la Guerra Fría y sugieren que la participación del sector privado tenía que complementar al apoyo federal.

En 1983 los Estados Unidos gastaron unos \$86,500 millones de fuentes públicas y privadas en actividades que cayeron bajo el amplio margen de la IyD, el cual incluye investigación tanto básica como aquella que puede ser aplicada a nuevos productos y procesos. Esta formidable suma es mayor que la de todas las otras naciones industrializadas de Occidente y Japón combinadas y equivalente a un tercio del total mundial. En el periodo de la posguerra, la mayoría de este dinero vino del gobierno. La industria, sin embargo, ha ido incrementando fuertemente sus presupuestos de investigación. Esto es que, si en 1968, la industria gastaba solo la mitad de lo que hacía el gobierno en IyD, en 1980 por primera vez desde los años treinta gastó más que éste, 53%.¹³⁶

Como parte de una estrategia gubernamental, la inversión federal en IyD ha dejado a los presupuestos privados de inversión la oportunidad de incrementar su participación a través de diferentes mecanismos como los proyectos compartidos.

¹³⁶ DICKSON, David (1988). *The New Politics* ...Op.Cit., p. 19.

Retomando las tendencias de 1983, aquel año, un 74 por ciento del total de la IyD de Estados Unidos fue llevado a cabo en laboratorios industriales y, de éste, aproximadamente un tercio fue financiado por el gobierno federal. Así, paulatinamente se confirmaba un descenso federal en los procesos de realización de la IyD en la medida en que el gobierno federal no genera tanta tecnología como lo hace la industria privada. También podemos percibir que la participación federal guardaba cierta distancia de la producción de IyD civil. La *racionalidad* federal era liberalizar las tendencias industriales del sector privado hacia la IyD.

Universidades y Colegios	47.5
Laboratorios Industriales	19.4
Laboratorios Gubernamentales propios	15.3
Centros Federales administrados por Universidades	9.1
Otros Centros independientes	8.6
Total	100 %

FUENTE: DICKSON, David. *The New Politics of Science*, 1988, 20.

Como se ha mostrado, para 1983, del monto total de IyD (militar y civil), 18.5 por ciento correspondió a investigación básica. Aún en este sector podemos percibir que el gobierno federal había dejado el desempeño de estas actividades a otros participantes en el sistema. Observando la Tabla 6, de los *realizadores de investigación básica en Estados Unidos para 1983*, es claro que las universidades y colegios han ocupado el primer lugar como principales generadores de ciencia fundamental.¹³⁷ A este importante esfuerzo se sumaron las agencias federales que apoyaron la ciencia básica de la nación siguiendo un principio de equilibrio dentro de la IyD.

Considerando la distribución de los recursos, de manera casi permanente el mayor promotor de la ciencia básica ha sido el *Department of Health and Human Services*. Este Departamento suministra el grueso del financiamiento para investigación

¹³⁷ Estas tendencias no aparecen en el caso de la investigación aplicada, donde los vínculos entre los proyectos federales y los laboratorios académicos son más estrechos. Durante dos décadas posteriores a 1973, la participación de la investigación 'aplicada' creció del 23% al 36%. La participación federal en investigación

biomédica en universidades y escuelas médicas en el país mediante los *National Institutes of Health*. Un segundo sitio ha sido para la *National Science Foundation*, creada al inicio de la posguerra para dirigir el apoyo federal a la investigación universitaria en áreas no-médicas. En general, algunos departamentos del gobierno apoyaron un monto incremental de ciencia básica aún fuera de su propio presupuesto de investigación (NASA, DoD, DoE). Las agencias civiles gastaron sumas más pequeñas, no dejan de ser significativas. El *Department of Agriculture*, por ejemplo, tuvo un presupuesto de investigación básica de \$263 millones en 1982, el *Department of the Interior* \$86 millones, y la *Environmental Protection Agency* \$20 millones.

En un plano más general, el gobierno federal desarrolló e integró lo que Dickson (1988) llama *acercamiento pluralista*, refiriéndose a la financiación de la ciencia y tecnología. De acuerdo con él, si uno de los principales asuntos de la política científica es debatir y decidir un criterio adecuado para distribuir los fondos federales entre los grupos de investigación, el proceso para seleccionar las prioridades es *relativamente directo*. Este *acercamiento pluralista* de Estados Unidos hacia el financiamiento de la CyT no sólo se presenta en las asignaciones del presupuesto, sino que se extiende a una pluralidad o diversidad de la oferta de IyD. Así, los cuadros de investigación tienen posibilidad de apoyo de una amplia variedad de instancias federales.

Este acercamiento pluralista significa que no existe un simple “presupuesto para ciencia” preparado por un grupo pequeño de agentes del gobierno, propuestos por la administración y ratificados por el Congreso. Más bien, el monto total de dinero gastado en ciencia es calculado al sumar en conjunto los presupuestos de investigación de todas las agencias por separado, cada uno de los cuales tiene que ser negociado con el Congreso separadamente. La mayor parte del presupuesto en IyD va a los proyectos militares, principalmente financiados mediante el *Departamento de Defensa* (47 por ciento en 1980, aumentado al previsto 70 por ciento en 1984, de acuerdo con las propuestas de la

universitaria ahora ha retornado a la participación existente en la era del Sputnik, aunque los niveles, desde luego, difieren enormemente. Ver COHEN, 1993, p.9.

Administración Reagan). Tres agencias activas—DoE, NASA, y DHHS—tienen un presupuesto en IyD equivalente a un tercio del asignado al Pentágono. Otras agencias, como el *Department of the Interior*, la *Environmental Protection Agency*, el *Department of Agriculture*, y el *Department of Commerce*, les siguen en magnitud descendente, cada una con un presupuesto importante en IyD.¹³⁸

Observando las tendencias dentro del presupuesto federal en IyD, los gastos militares fueron prioritarios durante toda la posguerra y el periodo de la Guerra Fría (la dimensión de la IyD privada se analiza en el siguiente punto). Dentro del periodo 1960-1990, la supremacía de la IyD militar fue contundente ya que únicamente decreció por debajo del 50% en 3 años de dicho lapso (Ver Tabla 6; la cual se extiende hasta el Año Fiscal 2006 en el capítulo siguiente).

TABLA 6 PORCENTAJES ENTRE EL GASTO FEDERAL EN IyD MILITAR Y CIVIL (1959-1990)						
AÑO	% MILITAR	% CIVIL		AÑO	% MILITAR	% CIVIL
1959	83.0	17.0		1975	50.8	49.2
1960	80.9	19.1		1976	50.2	49.8
1961	77.3	22.7		1977	50.6	49.4
1962	70.3	29.7		1978	49.7	50.3
1963	62.1	37.9		1979	48.9	51.1
1964	55.0	45.0		1980	50.3	49.7
1965	50.2	49.8		1981	54.6	45.4
1966	49.2	50.8		1982	61.1	38.9
1967	51.8	48.2		1983	64.3	35.7
1968	52.0	48.0		1984	66.2	33.8
1969	53.4	46.6		1985	67.5	32.5
1970	52.0	48.0		1986	69.3	30.7
1971	52.2	47.8		1987	68.6	31.4
1972	54.0	46.0		1988	67.8	32.2
1973	53.6	46.4		1989	65.5	34.5
1974	51.8	48.2		1990	62.6	37.4

FUENTE: Office of Management and Budget. <http://www.nsf.gov/sbe/srs/srs01403/start.htm>

En 1960 la investigación militar constituyó no menos que un 80% de los fondos federales en IyD; este porcentaje decreció claramente de nivel al término de esa década (tendencia que corresponde en gran parte a las disminuciones del programa espacial), situándose en un nivel aproximado de 50% hasta el comienzo de los ochenta, cuando de nuevo se incrementó velozmente. El papel dominante del

¹³⁸ DICKSON, David (1988). *The New Politics ...Op.Cit.*, p. 21.

presupuesto de defensa dentro del total federal hacia la IyD tiene otras importantes implicaciones; por ejemplo, dicho presupuesto militar dirigido a la IyD implicó un gran desarrollo intensivo. Esta característica del componente dominante del gasto federal en IyD provocó una fuerte inclinación del presupuesto total federal en IyD en favor del desarrollo tecnológico.¹³⁹

2.5 LA DINÁMICA COMPLEMENTARIA: GOBIERNO, INDUSTRIA Y ACADEMIA.

Como se ha abordado con anterioridad, la participación del gobierno al interior del sistema norteamericano de innovación es complementada por los sectores académico e industrial; esta tríada comparte básicamente las funciones de gasto y realización de IyD. Respecto a la financiación, durante la mayor parte de los años de la Guerra Fría, el gobierno federal aportó el grueso de los gastos. Este es un factor determinante en el papel del gobierno como integrador nacional de la CyT. Si desde inicios de los 60s la industria civil correspondió a los montos ascendentes de inversión federal en IyD, esta tendencia iría en aumento. Fue justo hasta los 60s que los grandes laboratorios centralizados por el gobierno federal eran aún la fuente primaria de innovación tecnológica en los EUA. No obstante, en esa década la fórmula lineal—militar del gobierno derivaría en el modelo tribásico de innovación, el cual se traduciría en centros de investigación, laboratorios y parques industriales más flexibles, menos centralizados y con el potencial que traería las nuevas áreas tecnológicas de nuestros días. Con una nueva visión de la importancia de las actividades en IyD, desde los años 70s y 80s la industria comenzó a intensificar notablemente su apoyo a la IyD hasta alcanzar un 66 por ciento de los gastos nacionales en IyD al finalizar el siglo veinte).

Dentro del SNI, se mantiene la idea de que las responsabilidades son recíprocas y son guiadas por un sentido común de cada actor, sin embargo, la sociedad norteamericana se ha acostumbrado a exigir resultados positivos de las actividades gubernamentales en IyD. Puede resultar cierto que el diálogo inicial y los vínculos entre los tres actores deben ser reforzados pero, considerando la emergencia global, es obvio que la participación de aquellos se ha transformado.

¹³⁹ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). “*The U.S. National Innovation...*”. Op.Cit., p.42.

Con la excepción de una nueva situación militar, global y permanente, poco probable a largo plazo, el gobierno federal carece de un argumento que justifique una intervención tan marcada de las actividades en IyD con la visión lineal-militar de la posguerra. Aún en el contexto de prioridad militar, las responsabilidades del gobierno federal sobre la IyD deben *actuar efectivamente sin interferir con las responsabilidades de la empresa privada*.¹⁴⁰ Su rango de acción de hecho continua siendo eficiente para el pragmatismo en su política internacional, pero ante las condiciones globales emergentes su papel se reduce a regulación y fomento de la CyT civil.

Cada administración en turno, como promotora de las reglas nacionales, tiene la posibilidad de hacer un entorno de la innovación más adecuado, que acrecente la participación académica e industrial. Los dilemas en la estrategia federal emergen cuando cooperación y coordinación ya no tienen la eficiencia que requiere el SNI.

En los Estados Unidos (al igual que en la mayoría de los países desarrollados) la triangulación entre el gobierno, la industria y la academia es vital en el funcionamiento del *Sistema Nacional de Innovación*. De esta tríada, el papel del gobierno es fundamental, particularmente en el denominado "juego del contrato social e industrial" (OCDE, 1991, 473). El gobierno es tradicionalmente el responsable de proveer de servicios estratégicos de negociación e infraestructura, estimula la inversión en IyD de los demás sectores y establece medidas proteccionistas junto a otros beneficios públicos (cooperación). En la medida en que el gobierno no canaliza adecuadamente estos bienes y servicios a los otros actores, particularmente al sector industrial (Disfunción), disminuye la eficiencia del sistema, e incluso puede convertirse en un serio obstáculo para el desarrollo productivo. Paralelamente, de acuerdo a sus intereses, una firma o industria local puede optimizar su propio crecimiento de inversión y su progreso tecnológico (Cooperación) o depender casi exclusivamente de las fuerzas de mercado para vivir de sus rentas y estancarse (Disfunción). Ambos casos representan una

¹⁴⁰ ROSENBLOOM, Richard S (1965). *Technology transfer...* Op.Cit., p. 29.

responsabilidad de actitud y manejo de recursos que debe ser manejada complementariamente; haciendo una estrategia conjunta o Nacional, la cual solo puede venir del gobierno federal.

... en el caso Norteamericano, la estrategia gubernamental (...) puede ser (...) descrita como azarosa, tal vez dirigiéndose hacia la Disfunción. Esto es particularmente cierto (durante los ochenta), cuando las dificultades competitivas de los EUA habían sido observadas e incrementalmente graves. En áreas que van desde el juego de la estrategia en la política comercial hasta la reforma antitrust; pasando por la protección de la propiedad intelectual, la educación en ingenierías o la política monetaria, el gobierno de EUA falló en proveer un flujo consistente de beneficios estratégicos e infraestructurales para las industrias relevantes. Más aún, parecería que la 'estrategia' del gobierno permaneció muy independiente del comportamiento industrial. Es indudable, sin embargo, que algún grado de la desatención del gobierno derivó de otras estrategias disfuncionales dentro de la misma industria. Debido a la fragmentación de la industria y a su perspectiva de corto plazo que la aleja de un interés empresarial integral, de acción co-activa y de planeación de largo plazo, la industria comercial en particular no hace por educar al gobierno de EUA (ni a sí misma) como se da en la naturaleza de la estrategia japonesa; debemos considerar la amenaza que ello representa.¹⁴¹

Si bien existe una aparente individualidad dentro de la tríada, lo cierto es que dentro de la gobernabilidad (formal e informal)¹⁴² se generan factores endógenos de cohesión. Esto se demuestra desde el financiamiento y la realización de IyD. Algunas veces, las instituciones que llevan a cabo (realizan) IyD reciben fondos de origen externo y, al mismo tiempo, las organizaciones que dan dinero (financian) a la IyD algunas veces no realizan dichas actividades. Tanto por realización como por

¹⁴¹ FERGUSON, C.H. "Macroeconomic variables, sectorial evidence, and new models of industrial performance". OCDE (1991), 437.

¹⁴² Gobernabilidad implica todas aquellas medidas, formales e informales que permiten a las instituciones la formulación de decisiones y toma de acciones (tanto internas como Inter-institucionales). Cfr. Global Joint Task Force (2000). **Higher Education in Developing Countries, Peril and Promise**. The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, Cap. IV.

financiamiento, hacia finales del siglo XX (1998), la industria se observa como el actor más activo hacia la IyD, realiza el 74.4 por ciento y financia el 65.9 del total respectivo; mostrando siempre un mayor interés en el desarrollo de productos y servicios y no en la investigación. En la aportación de fondos para la IyD, el gobierno federal se mantiene en segundo lugar (29.5 por ciento del total de gastos en IyD), pero en la realización es desplazado al tercero por el sector académico. Aquí, la importancia del papel del gobierno federal no radica tanto de el lugar que ocupe (como financiador o realizador de IyD), lo que trasciende es impacto más expansivo, regulatorio y distributivo de la IyD federal en relación a los otros actores dentro del sistema.

COOPERACIÓN INDUSTRIAL

El vasto desembolso del financiamiento gubernamental hacia la IyD, aún militar, y el potencial científico tecnológico demostrado desde los esfuerzos en tiempo de guerra dieron al sector industrial la posibilidad de crecimiento en esferas no militares. Industrias tales como Du Pont, General Electric, RCA, AT&T y Kodak obtuvieron durante la posguerra diversas facilidades para su investigación industrial (financiamiento, transferencia tecnológica, medidas impositivas, infraestructura, etc). Estas empresas fueron las pioneras en aprovechar el apoyo gubernamental hacia la formación de un cambio estructural propio y muy importante respecto a la IyD privada. Las firmas expandieron esas facilidades hacia el mejoramiento de las fases de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico al interior de sus propios procesos de innovación.

Resultó evidente que la industria privada retuvo su dominio como realizador de investigación en medio de cambios dramáticos en las fuentes de financiación de toda la IyD. En 1985, aunque realizó el 73 por ciento de la IyD total en los EUA, la industria financió escasamente más del 50 por ciento de los fondos totales (nótese que, para 1998, se mantiene un porcentaje similar como realizador, pero aumenta su participación en el financiamiento de la misma: casi 66 por ciento). Su clara primacía como realizador de IyD significó, sin embargo, crecimiento continuo del empleo

dentro de la investigación industrial. Más aún, “las industrias que contribuyeron para la vasta mayoría de empleo en investigación para 1940, permanecieron por mucho como las más significativas realizadoras de I+D en el periodo de la posguerra. Aunque existieron cambios en la jerarquía dentro del grupo, las industrias química, maquinaria eléctrica, instrumentos y de equipo de transporte sumaron más del 70 por ciento de la investigación total en 1982, comparado con 50 por ciento en 1940.”¹⁴³

A pesar de la gran preocupación de Reagan por la Seguridad Nacional de su país, en 1985 se creó el *Center for Technology, Policy and Industrial Development*, ya que no se podía dejar a un lado el interés del crecimiento de la economía nacional a través de la industria y la creación de políticas reguladoras. Este centro puede marcar la pauta, durante los ochenta, para hacer énfasis en la importancia de la I+D industrial aún en un entorno de prioridades militares encabezados por el megaproyecto de la *Guerra de las Estrellas*. Dicho Centro fue establecido en respuesta al reconocimiento de la proliferación e importancia de la tecnología, así como sus profundos efectos sobre el sistema económico y la integración industrial. Finalmente, la tecnología representa desafíos complejos y crecientes para desarrollar políticas que permitan disfrutar sus beneficios, al tiempo que alejen los efectos posibles de una crisis económica.¹⁴⁴ La microelectrónica, la informática y la biotecnología son tres importantes revoluciones tecnológicas ocurridas durante los años ochenta. Ejemplificando, varias industrias maduras y emergentes suenan fuerte en el área de los microcomputadores: *IBM, Apple, Wang* y un antiguo proveedor de la misma *IBM, Microsoft*, que para finales de la década manejó un volumen de negocios superior a los mil millones de dólares.

Sin embargo, para el gobierno, la década de los ochenta no representó un éxito tan pronunciado. Los enormes presupuestos del proyecto de la *Guerra de las Estrellas* solo representaron grandes obstáculos para la tecnología norteamericana. Luego de la explosión del transbordador espacial en 1987, se desencadenó una serie de aplazamientos y decepciones por parte de la NASA. Este proyecto se estanca al

¹⁴³ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). *Technology, and the Pursuit...*, Op.Cit., p. 156.

¹⁴⁴ *Infoseek Outlook*. <http://www.bergen.org/technology/cent3.html>.

tiempo que el mercado de los productos electrónicos se ve inundado de micro productos japoneses. Además se presenta la emergencia de otros grandes de la economía global, como es el caso de Airbus, que desafiará a la Boeing, o las empresas automotrices Toyota y Honda, que obtendrían un 30 por ciento del mismo mercado norteamericano para 1990.

Aún después de terminada la Administración Reagan, con George Bush se aumentó considerablemente el apoyo hacia las agencias especializadas, donde una de las prioridades fue que las relaciones entre gobierno e industria privada se estrecharan. Durante esta Administración, Allen Bromely fue designado *science advisor* y anunció que para el presupuesto de 1991 se enfatizaría una *gran ciencia*, incrementando 7% del presupuesto en IyD.¹⁴⁵ Sin embargo, esta propuesta encontraría trabas en el Congreso y, sería hasta 1994 cuando se inicia un incremento mayor a la IyD civil.

SOPORTE ACADÉMICO

Junto con la formación de recursos humanos, la investigación es una actividad fundamental del sector académico. La expansión de la investigación en instituciones norteamericanas de educación superior representó otro cambio dramático en la estructura del sistema de innovación de los EUA en la posguerra respecto a las condiciones de preguerra. Gran parte de este crecimiento en IyD refleja, por supuesto, la expansión del apoyo federal hacia la investigación universitaria durante y después de la Segunda Guerra Mundial. Ciertamente, “el financiamiento de la industria contemplaba poder apoyar a una parte más pequeña de la investigación universitaria respecto a la que realmente existía durante los 1930s (peor aún, la participación industrial para fondos de investigación universitaria en los 1970s estuvo muy por debajo de la de principios de los 1950s). De cualquier manera, sin embargo, la expansión de la investigación académica fue inmensa. Desde un nivel estimado cercano a \$420 millones (dólares/1982) en 1935-6, la investigación universitaria (excluyendo a los FFRDCs) creció a más de \$2,000 millones (dólares/1982) en 1960

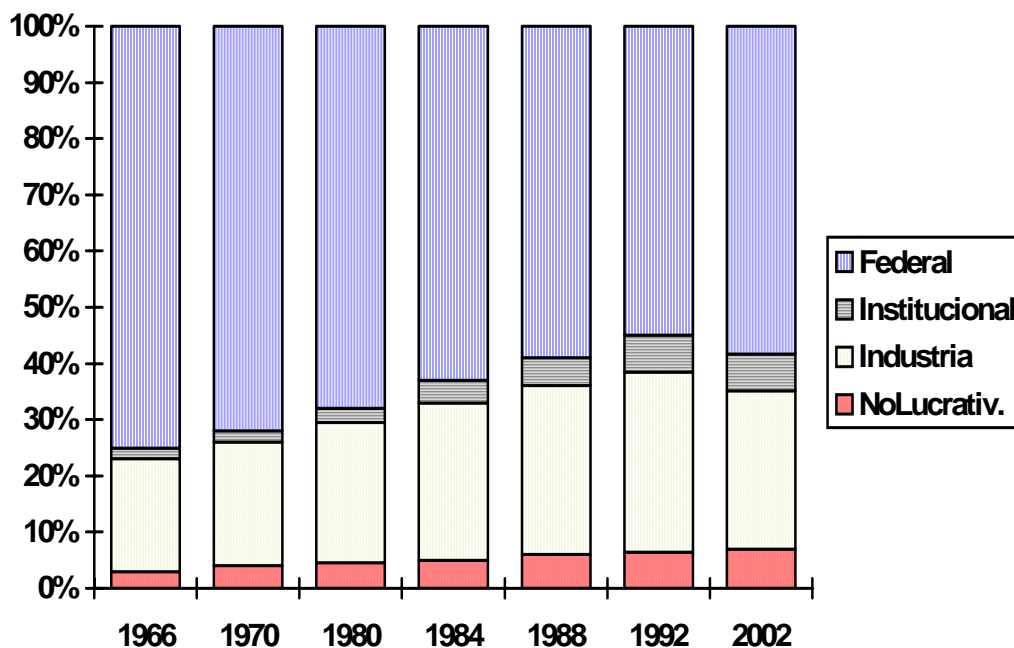
¹⁴⁵ HOWELL, Dorothy J (1992). **Scientific Literacy and Environmental Policy**. Quorum Books, p. 53.

y \$8,500 millones en 1985, casi duplicando su participación en el PNB durante el periodo 1960-85 (de 0.13 a 0.25)."¹⁴⁶ En tanto, la participación de los fondos federales para la investigación universitaria durante la posguerra fue virtualmente constante, en 63 por ciento a lo largo del periodo 1960-85.

Así como el crecimiento en el gasto federal había estimulado la inversión industrial en I+D, las universidades incrementaron sus actividades en investigación gracias a los fuertes flujos de dinero federal que llegaron directamente o a través de contratos o concesiones para proyectos de colaboración en I+D. Aquí, es importante observar las tendencias entre oferta y demanda de la investigación. Inicialmente, la mayor parte de la 'demanda' de investigación científica proviene del centralismo de la autoridad federal, de las agencias y departamentos federales, con misiones y objetivos diversos, pero paulatinamente la demanda empresarial crece. En el lado de la oferta, ha existido un rango de instituciones muy disperso y heterogéneo (públicas y privadas, vinculadas a la educación y a la investigación); algunas de las cuales han permanecido dependientes del gobierno federal en apoyo financiero pero que, al mismo tiempo, están determinadas a mantener su independencia y autonomía al diversificar el origen de sus recursos (ver Figura 3).

FIGURA 3. APOYO DE LOS ACTORES DEL SNI HACIA LA INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA.

¹⁴⁶ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). **Technology. and the Pursuit...**, Op.Cit., p. 150.



FUENTES: COHEN, Linda R. & NOLL, Roger G. (1994, 34) & KNEZO, Genevieve (2002).

Como se aprecia en esta Figura, durante la década de los 60, el gobierno federal era el que más apoyo daba para la investigación universitaria; de hecho aportaba el 75 por ciento (aproximado) del apoyo total. Hay que recordar que, muchas veces, es en estos centros de investigación donde el conocimiento surge para la creación de nuevos productos. Poco a poco comenzó a crecer el interés de los demás sectores para el apoyo a las universidades. De esta manera, para el año de 1992, el gobierno federal aporta el 55 por ciento del total del presupuesto asignado a la investigación universitaria; mientras que el apoyo de la industria pasó de un 20 en 1966, a un 32 por ciento en 1992. Estos datos nos dan una clara muestra de la importancia que tiene la investigación universitaria dentro del sistema de innovación, y la participación constante de la industria privada.

El papel constante del gobierno federal como promotor de la investigación universitaria se inició definitivamente con la llegada de la *Big Science*.¹⁴⁷ Al iniciar la

¹⁴⁷ "El hecho esencial de la 'Gran Ciencia' fue que la investigación en ciertas fronteras de la ciencia requirieron acceso absoluto de equipo e instrumentación con costos sin precedentes. Las cuestiones del Cosmos, vinculadas con la formación del universo o comprobar sus relevantes hipótesis, podían ser exploradas sólo

posguerra, el gobierno federal emprendió programas que incrementaron el número de estudiantes viables para continuar su educación superior. El más conocido de estos programas fue el *GI Bill*, el cual otorgó un apoyo financiero substancial a todos los veteranos que se enrolaron en *programas de educación media superior (college-level educational programs)*. Esta medida hizo accesibles las oportunidades educativas a gran escala. Al mismo tiempo, “otros programas de la posguerra expandieron las oportunidades educativas en los niveles medio superior y profesional. Por un breve lapso posterior a la guerra, en 1952, la *Comisión de la Energía Atómica* introdujo programas de becas para estudiantes a nivel doctoral en las ciencias relacionadas con este campo. Ese mismo año, la NSF inició sus propios programas de becas dedicando una fracción substancial de su presupuesto a programas de educación científica. Los *Institutos Nacionales de Salud* introdujeron becas de capacitación en la medida en que cada nuevo instituto de salud era establecido (algunos de estos programas de capacitación fueron patrocinados desde inicios de los años treinta). El *Acta de Educación y Defensa Nacional*, aprobada en 1958 (poco después del lanzamiento del Sputnik), incrementó el apoyo federal para la educación en Ciencia e Ingeniería.”¹⁴⁸

Otro claro ejemplo del apoyo federal hacia la investigación científica en la academia es representado por las *Universidades de Investigación Intensiva (Research Intensive Universities-RIUs)*, las cuales contribuyeron al desarrollo de proyectos entre los sectores académico y gubernamental, además de proyectos empresariales.

Las Universidades de Investigación Intensiva han jugado en América un papel crítico en el desarrollo de nuestra sociedad tecnológica manejada por el conocimiento. Con su combinación única de responsabilidades tanto para la investigación como para la educación, nuestras instituciones de educación superior no tienen par en ningún otro país respecto a su excelencia, creatividad y

mediante el acceso a equipo astronómico inmensamente costoso. A nivel microscópico, la naturaleza fundamental de la materia puede ser examinada sólo teniendo aceleradores de partículas que cuestan cientos de millones de dólares. El establecimiento del CERN, la Organización Europea para la Investigación Nuclear, confirmó que el equipo más sofisticado en partículas físicas era muy costoso para un solo país de Europa Occidental. La propuesta de la próxima generación de investigación tecnológica de las partículas, el superconducting supercollider (SSC), implica un desembolso en capital de varios miles de millones de dólares”. Ver MOWERY & ROSENBERG, 1989, 151.

¹⁴⁸ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). **Technology. and the Pursuit...**, Op.Cit., p. 152.

beneficios para la sociedad. Ellas otorgan un sólido apoyo de científicos e ingenieros altamente entrenados para la industria, el gobierno y la misma academia. Ellas también producen nuevo conocimiento esencial para los principales objetivos nacionales como el progreso económico, la innovación industrial, el cuidado médico mejorado, calidad ambiental y el aseguramiento de la seguridad nacional.¹⁴⁹

Para el propio gobierno federal, las RIUs representan un compromiso estratégico de largo-plazo donde las agencias federales cristalizan parte de su financiamiento en la realización de I+D. Estos centros intensivos apoyan de manera decisiva otros proyectos universitarios que incursionan en investigación. Se genera una formación de redes que incluye el involucramiento de estudiantes destacados en los niveles superior y de posgrado a través de becas y cursos. Las universidades estrechan sus redes mediante los fondos de distintas instancias federales, además que amplían sus posibilidades al apoyo de la I+D privada gracias a convenios de cooperación específicos.¹⁵⁰

Desde la Segunda Guerra Mundial, la ciencia universitaria se incorporó como un importante factor para la Seguridad Nacional. De acuerdo con Sheila Slaughter, esto hizo de la ciencia un elemento “más central pero, irónicamente, menos autónomo”. El flujo de los dólares federales hacia la investigación universitaria se incrementó enormemente, primero a través de los departamentos de *Defensa* y de *Energía* y, luego de 1963, de los *Institutos Nacionales de Salud*. Retomando los objetivos específicos o misiones de las agencias gubernamentales y de cada institución del sistema de I+D, se generó un entorno y un lenguaje de cooperación científico técnica que “permitió a las universidades preservar cierta distancia o autonomía entre ellas mismas, con el gobierno federal y con el sector corporativo a pesar de que estuvieron más cerca en términos monetarios y de proyectos conjuntos.”¹⁵¹ Hoy en día, dicha autonomía ha madurado en lo que Slaughter denomina "Capitalismo Académico", al

¹⁴⁹ “*In the National Interest: The Federal Government and Research-Intensive Universities*”. **Gopher-subject:** ...Op Cit., Febrero, 1993.

¹⁵⁰ *Ibidem*.

cual define como la capacidad de las '*universidades de frontera*' para generar más fondos, adicionales a los federales. Esto se facilita en tanto sea productora de conocimiento mediante las actividades educativas, la propiedad intelectual, el desarrollo de capital humano, los servicios profesionales, la investigación y la creación de redes innovativas.

Todas las actividades en I+D creadas durante la Guerra Fría, incluida la decisiva participación gubernamental al interior del sistema, forjaron un modelo de innovación sin precedentes y con características tan específicas que son irrepetibles en tiempo y espacio. Sin embargo, el sistema norteamericano de innovación nos muestra gran parte de las tendencias institucionales de los sistemas de CyT presentadas en las naciones desarrolladas (incluidos los asuntos que son abordados en el continuo debate científico tecnológico, donde resulta evidente que toda la estructura generada por más de medio siglo debe adaptarse al contexto de competitividad global).

Entre los problemas más recientes se observa que la contribución universitaria corre el peligro de decrecer en la medida en que la esencia del pasado ha cambiado decisivamente.¹⁵² La función de la academia ha sido desestimada por los objetivos del corto plazo en el mercado capitalista desde los años ochenta y noventa. El final de la Guerra Fría ha erosionado la racionalidad que había funcionado durante más de 40 años y que apoyaba la justificación del apoyo gubernamental hacia la investigación universitaria en un gran número de campos de vital importancia para la industria americana. Como podemos ver con Nelson y Rosenberg, en su investigación "*American Universities and Technical Advance in Industry*" (1993), el modo en que las universidades se multiplican desde el siglo XIX ha venido

¹⁵¹ SLAUGHTER, Sheila (1990). **The Higher Learning & High Technology**. State University of New York Press, Albany, p. 232. _____, (2003) "Capitalismo Académico"; ponencia presentada en el Seminario Internacional TIT, Puebla, México.

¹⁵² *Para el inicio de la Segunda Guerra Mundial, las ciencias aplicadas y disciplinas de la ingeniería -esto es, las ciencias de lo artificial-habían establecido lugares firmes en el sistema universitario americano. Unas pocas de las viejas y enraizadas instituciones, como Harvard y Yale, tendieron a resistirse o aislarse, pero permanecieron fuertes como la mayoría de las universidades con subsidio de tierra, las cuales, compartían una amplia participación de la investigación universitaria americana. La presencia de disciplinas de la ingeniería y de ciencias aplicadas tomaron un liderazgo importante que moldeó significativamente (aunque nunca reemplazaron otras disciplinas) la más amplia y tradicional reputación de la investigación en las universidades americanas puesta al servicio de la industria y agricultura local además de la capacitación de personas para la industria.* MOWERY & ROSENBERG, 1989,-23.

perdiendo su sentido práctico. Es importante revalorar, desde la perspectiva institucional, el concepto de un desarrollo regional endógeno ya que se ha perdido el sentido de resolución práctica de los problemas regionales. Hoy en día, muchas universidades se han aislado del mundo, sobretodo de su entorno más próximo. No debemos olvidar que una de las más importantes funciones de la universidad al interior de las dinámicas del sistema norteamericano de innovación es el proveer personal entrenado y capacitado para la empresa nacional y la sociedad en general.

Desde una perspectiva general, el “institucionalismo regional” es forjador de las células institucionales de todo el sistema. En el caso norteamericano, este largo pero necesario proceso de construcción institucional de la CyT fue una condición básica de su desarrollo. Esto se refleja en la actual práctica de un mundo globalizado donde las instituciones ofrecen recursos para la adquisición, implementación y transformación económica del conocimiento científico tecnológico.¹⁵³ Para una adecuada gobernabilidad (regional y nacional) es fundamental una interacción de factores como educación, capacitación, IyD, transferencia tecnológica, producción y financiamiento, entre otros. Elementos decisivos de un entorno innovativo adecuado.

En conclusión, el gobierno federal debe asegurarse de que las prioridades en la competitividad tecnológica se reflejen en sus decisiones presupuestales, en su práctica gubernamental y en las políticas macroeconómicas; el apoyo y la regulación son elementos básicos de la institucionalidad federal. La participación gubernamental es, sin embargo, insuficiente en la medida en que debe ser integrada a las dinámicas de todo el sistema. Los otros actores deben jugar su propio papel pero siempre considerando que la cooperación es fundamental. Mientras la universidad debe preocuparse por que sus programas educativos y de investigación correspondan con

¹⁵³ Para Braczyk (1998, Cap.16), la capacidad regional de innovación depende de aquellas instituciones promotoras de la innovación, mediante actividades de apoyo a la educación, transferencia de conocimientos y tecnologías, consultorías e infraestructura de comunicación; también aborda la importancia de la gobernabilidad institucional, donde se requieren de principios como transparencia en el manejo de recursos, el fomento de los vínculos con el Estado y organismos supranacionales, la relatividad del concepto de autonomía, la idea de que la capacidad de innovación regional (que lleva inherentes elementos de gobernabilidad emanada de las instituciones, pero aterrizada en la cooperación, coherencia y compatibilidad práctica de los subsistemas locales), etc. En BRACZYK, Hans (et.al., 1998). **Regional Innovation Systems**. UCL Press.

la demanda del mercado de trabajo, la industria se enfoca a los procesos de innovación (incluidos la producción de tecnología y el comercio de los productos derivados). No obstante, como premisa del modelo lineal, debe mantenerse también un rango de investigaciones ajenas a las presiones del mercado para asegurar nichos de investigación con retornos al largo plazo. *“Trabajando juntos, los sectores público y privado pueden revitalizar el liderazgo tecnológico de E.U. En camino a ello, éstos pueden reforzar la competitividad industrial nacional y la seguridad nacional.”*¹⁵⁴ Encabezadas por la asignación de recursos, las tensiones que aparecen entre el gobierno federal y los sectores académico e industrial tendrán que ser reducidas en la medida de lo posible.

En este capítulo hemos observado los procesos histórico institucionales en CyT, encabezados por el papel del gobierno federal como integrador de las actividades en IyD. La evolución organizacional en torno al apoyo del SNI es encabezada por este gobierno en gran parte gracias a las justificación militar derivada del contexto internacional de la Guerra Fría. La Seguridad Nacional fue el detonante de las gigantescas inversiones en IyD hacia el sector militar, las cuales fueron complementadas de manera eficiente por el sector privado y las universidades. Para el siguiente capítulo analizaremos la problemática de transformación o rediseño de este entorno, particularmente obligada por las nuevas condiciones globales. Entorno donde el gobierno federal mantendrá su perspectiva lineal-militar, cuyo rango de acción es cuestionado, así como su papel de gran integrador del SNI.

¹⁵⁴ INMAN, B.R. & BURTON, Daniel (1991). *Technology and U.S. National...* Op.Cit., p. 131.

3

CAPÍTULO

TRANSICIONES E INERCIAS PARA LA IyD FEDERAL EN EL NUEVO ENTORNO TECNOLÓGICO GLOBAL

”No tenemos ni cercanamente los montos en IyD que debemos....

Gastamos menos que nuestros competidores en IyD civil. Las compañías americanas se descompensan y las compañías japonesas incrementan sus montos. El resto del mundo debe estar riendo de que nos rebasen.”

Stuart Eizenstat, *Former Senior Adviser* durante la Administración Carter, Eizenstat se convirtió en un importante lobbyista que representa, entre otras, compañías de alta-tecnología que quieren extender el crédito al impuesto para IyD.

(BIRNBAUM)

3.1 UN NUEVO CONTEXTO INTERNACIONAL Y EL PARADIGMA EMERGENTE DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO.

Este capítulo se relaciona, primeramente, con los cambios esenciales ocurridos tanto en la estructura endógena como en el entorno internacional y que han afectado el desempeño tecnológico de los Estados Unidos en las últimas dos décadas. Esos cambios impactan tanto el sistema de CyT como las políticas comerciales ya que son partes complementarias del proceso de innovación. Particularmente, nos interesa demostrar que el proceso global, que incluye la dispersión inusitada del conocimiento científico y tecnológico, pone en evidencia aspectos de disfunción de la política federal hacia la innovación. Desde la década de los 90, el gobierno federal enfrenta la aparición de un *Paradigma Emergente* en CyT ante el cual tiene que evaluar los elementos positivos del *Viejo Paradigma*, considerando el *Nuevo Contexto Histórico Global* y su impacto en la forma de hacer investigación (Tabla 7).

TABLA 7. CAMBIOS EN EL ENTORNO DEL SISTEMA CIENTÍFICO TECNOLÓGICO DE LOS EUA.

	VIEJO PARADIGMA	PARADIGMA EMERGENTE
CONTEXTO HISTÓRICO:	Posguerra y Guerra Fría	Post Guerra Fría e inicio SXXI
Economía	Recuperación de la Posguerra; Reinstrumentación de la base militar-industrial; Manufactura y producción en masa	Crecimiento relativamente estable; Globalización; Transición hacia una economía basada en el conocimiento
Geopolítica	Administración del balance militar del poder; Tecnología militar como estrategia crítica	'Estabilidad' de la Post Guerra Fría → Combate al Terrorismo; Competición tecnológica y económica en un entorno global
Ciencia y Tecnología	Revolucionario impacto de la Ciencia sobre la Seguridad Nacional; Preeminencia de las ciencias físicas; Predominio gubernamental y equilibrio en la IyD	Cambios acelerados; énfasis en las actividades de Desarrollo Tecnológico CyT con campos de conocimiento multidisciplinarios; Predominio de la IyD industrial y de corto plazo
Política en CyT	Modelo Lineal-Militar Vannevar Bush	Modelo lineal, multidimensional flexible y pendular (militar-civil)
Descripción	La investigación científica como valor intrínseco; la cual puede y debe absorber todos los recursos disponibles	Ausencia de consenso en la existencia de algún modelo definido en la política en CyT Presencia del Modelo Lineal
FORMAS DE REALIZAR INVESTIGACIÓN ⇔	TRADICIONAL (I)	NUEVA FORMA (II)
	Unidisciplinaria	Multidisciplinaria
	Institucional	Menos institucionalizada
	Homogénea	Heterogénea
	Cerrada	Diversa y de cooperación
	Proyectos que atienden a prioridades institucionales	Proyectos atienden a la resolución de problemas particulares
	Se atiende el corto, mediano y largo plazos (equilibrio)	Tendencia al corto plazo por presiones competitivas

FUENTE: Diseñado con información de Kammer (1998), Salomón (2001) y Casas (2001).

Al inicio del siglo XXI, existe una población mundial de investigadores mayor a 3.4 millones; de ellos, 1.19 millones son científicos e ingenieros de los EUA. El mundo gasta al año 450,000 millones de dólares en IyD, los norteamericanos contribuyen con casi el 40%. Pero la actual contribución de los EUA proviene del *viejo paradigma* que, por más de 40 años, transformó al sistema de investigación. Para Salomón (2001) cuando nació aquel paradigma, se pasó de un esquema más autónomo e individual a otro más institucional y dependiente de los gobiernos, donde se vincula frecuentemente al 'complejo militar-industrial' (tal como el ejemplo estadounidense).

Se trató de una etapa donde el intervencionismo estatal ha marcado gran parte de la relación actual entre ciencia, tecnología y sociedad.

Pero en el *paradigma global emergente*, el entorno de la producción de los nuevos conocimientos, competencias y capacidades ya no se presenta en la forma de aquellos grandes laboratorios (federales o corporativos) de hace 50 años. Los actores y los recursos para la investigación científica y técnica se han estructurado en un muy complejo sistema de redes donde las actividades se esparcen entre instituciones públicas y privadas que intercambian un creciente flujo de información especializada. Donde la investigación de frontera depende de los mismos avances tecnológicos (instrumental avanzado tales como: microscopios, nuevos materiales, simuladores, telescopios, etc.); al tiempo que demanda cada vez más la participación de diferentes disciplinas.

El ámbito que ilustra mejor esta evolución de la investigación científica hacia una práctica inter y multidisciplinaria es sin duda el de los nuevos materiales (materiales, semiconductores, conductores y fotosensibles, cristales, productos químicos ultrapuros, resinas y cerámicas nuevas, etcétera). Así como la realidad no conoce las subdivisiones disciplinarias, los problemas que plantean los nuevos materiales, creados para satisfacer las necesidades de la industria, la economía y la defensa, no pueden ser resueltos por una sola disciplina. Tan cierto es esto último que, desde los años cincuenta, los esfuerzos que han hecho la mayoría de los países europeos y el Japón, siguiendo el modelo estadounidense (con mayor o menor éxito), han apuntado a provocar una mayor interacción entre las disciplinas, en el marco universitario, en tres dimensiones: interacción de las propias disciplinas (acercamiento entre física, química, biología, matemáticas, etcétera), de las instituciones (acercamiento entre universidades, industrias y laboratorios gubernamentales) y de los investigadores (acercamiento entre científicos, ingenieros y administradores).¹⁵⁵

Se trata ahora de un tremendo dinamismo donde el papel de integrador del gobierno federal de los EUA se ve cuestionado. La empresa que, como se ha visto, ha

¹⁵⁵ SALOMÓN, Jean-Jacques (2001). *El nuevo escenario de las políticas de la ciencia*, en Ronald Watts (et.al), **La ciencia y sus culturas**. UNESCO, *Revista internacional de ciencias sociales*, No.168, junio; www.campus-oei.org

expandido su presencia como realizador (y recientemente como financiador) de IyD, aunque el gobierno se mantiene como el único capaz de convocar acciones de integración hacia una política en CyT con proyección nacional.

Dentro de este nuevo paradigma, la perspectiva y la inversión en IyD federal mantienen el concepto lineal-militar, lo que permite al gobierno mantener la coexistencia de sus intereses de *realismo político* y de *competitividad económica*. Este último se fortalece con la concientización empresarial en expandir crecientemente los recursos hacia la IyD privada. Así, algunas evidencias en la trayectoria de inversión en IyD y los emergentes movimientos transnacionales al interior de los procesos institucionales servirán como entorno del proceso a estudiar. Uno de los cambios más significativos relacionado con los asuntos de financiación en IyD es indudablemente el intento por mover las prioridades industriales de defensa a prioridades de innovación civil o no-militar durante la Administración Clinton. El caso del *Instituto Nacional de Estándares y Tecnología* (NIST), como laboratorio federal que responde a las demandas industriales y tecnológicas, servirá como ejemplo de este esfuerzo enfocado a la creación de una nueva política tecnológica y al debate ante el retorno a la política antiterrorista de Seguridad Nacional con G.W. Bush. Sobre todo ante el nuevo paradigma global emergente.

El análisis que involucra la segunda parte de la investigación esta en buena medida basado en los trabajos de Mowery & Rosenberg (1989 y 1993), Freeman (1997), Nelson & Romer (1996), Etzkowitz (1997), Bracykz (1998), Dosi (1990), Teich (1993), Branscomb & Keller (1998), Lewis (2004) y Salomon (2001). También tenemos que reconocer las aplicaciones que otorgan a la investigación las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), como el uso del Internet o las bibliotecas electrónicas especializadas que hacen del conocimiento una herramienta de alcances universales. Esto implica toda una realidad de acceso al conocimiento global, incluida la aceptación de un nuevo entorno en el ámbito académico que, inclusive, sirve de herramienta para la presente investigación.

Durante los últimos años, la emergencia de las nuevas tecnologías ha transformado significativamente la forma en que nuestra sociedad desarrolla todas sus actividades. Nunca antes el impacto de la tecnología había modificado tan radicalmente las esferas laborales. No es un secreto que los sectores más dinámicos de la actualidad se dirigen hacia las tecnologías de la información, de los nuevos materiales, del espacio, la biotecnología, la robótica, la nanotecnología y la tecnología nuclear, entre otras.

El desarrollo y difusión de estas nuevas tecnologías se relaciona con la noción de la emergencia de una Sociedad de la Información e impacta todas las actividades del hombre, generando cambios acelerados en la economía y la sociedad contemporánea. Existe una nueva economía -economía de la información- en la que la información se convierte en un recurso crítico como base de competencia. Esta realidad se plasma en las políticas de organismos internacionales, gobiernos, empresas, universidades y centros de investigación, donde se les concibe como un elemento integral de su desarrollo. Incluso se ha aceptado la posibilidad de que, entre los beneficios de esa Sociedad de la Información, se encuentra la reducción de la brecha del conocimiento entre el Norte y el Sur.

Por otra parte, algunos críticos insisten en que el acceso a estas nuevas tecnologías es relativo y está supeditado a las condiciones existentes en educación, ingreso y la distribución de la riqueza. No obstante, hablar de lo que Manuel Castells denomina la transición hacia la Sociedad del Conocimiento parece aún depender de nuestra capacidad futura de organizar y hacer un uso adecuado de los flujos de conocimiento (convencional o de frontera, tácito o codificado, disciplinario o interdisciplinario).

De acuerdo con Deiacco y Hörnell¹⁵⁶, la conciencia del cambio institucional en la organización y la estructura de las economías regionales con mayor actividad en CyT, es acompañada del considerar la dinámica donde el *acervo total* del conocimiento científico tecnológico se duplica cada 7 o 10 años. Otro factor importante por observar desde la década de los ochenta radica en los cambios de

¹⁵⁶ DEIACO, Enrico & HÖRNELL, Erik (1990). **Technology and investment: crucial issues for the 1990s**. London, Printer Publishers, (introducción).

proporción entre los tipos de inversión tangible e intangible, donde este último tipo ha sobrepasado las expectativas iniciales. Al agregar estos elementos al campo de la competitividad global actual, se requiere de análisis que se dirijan al cambio en la inversión relativa del capital físico y del intangible. Esto es necesario debido a que el cambio tecnológico, basado en las nuevas formas del conocimiento, impacta los patrones existentes de las ventajas comparativas y competitivas. Finalmente, las condiciones del *paradigma emergente* (como el incremento del comercio internacional, el alto valor agregado de los productos, etc) genera una interdependencia al interior de la gran red mundial de estrategias de innovación.

La convergencia entre comercio y tecnología fue más reconocida desde la emergencia del paradigma global. En dirección a superar el notable descenso tecnológico con el que se asocia al déficit comercial, las medidas monetarias como la devaluación del dólar, no son suficientes para restaurar ese balance comercial. En términos generales, se debe reconocer que las simples *estrategias de orientación al mercado (market-oriented-strategies)*, que sólo permiten al mercado actuar como índice de la producción de las empresas, tienen que ser replanteadas. Para Susan Strange este paradigma emergente se compone por las '*nuevas formas de competición global*', donde las *estrategias de conducción tecnológica (technological-driven-strategies)* son las que estimulan la creación de nuevos productos con valor tecnológico agregado y con mayor demanda en el mismo mercado. Con esto, la competitividad se traslada hacia los sectores estratégicos de la tecnología de frontera.¹⁵⁷

La agenda política norteamericana incluye esta alarmante disminución presencial de sus empresas en el mercado internacional. Desde los años ochenta, muchas empresas *creadoras* pasan a constituirse en *seguidoras*. Empresas americanas que innovaron la videocassetera, la televisión a color o el mercado de los ships-semiconductores, fueron eclipsadas en el mercado mundial.¹⁵⁸

¹⁵⁷ STRANGE, Susan (1994). **States and Markets**. Pinter Publishers.

¹⁵⁸ BRYNER, Gary (1992). **Science, Technology, and Politics**, ... Op.Cit., p. 79.

Estas tendencias ciertamente han sido monitoreadas por investigaciones especializadas realizadas desde principios de los ochenta.¹⁵⁹ Inclusive estos argumentos cobraron gran fuerza en los discursos de la Administración Clinton respecto a las prioridades sobre la tecnología civil. En cada una de esas perspectivas, se identifica la importancia creciente que adquirió el comercio internacional y el proceso de globalización económica al iniciar los años noventa:

Historiadores y profesionales contemporáneos, tanto de la industria como del gobierno, saben bien de la influencia significativa que la tecnología y las actividades innovadoras están teniendo en la competitividad internacional. Desde las recomendaciones internacionales de los *think-thanks*, plasmadas en los documentos de la OECD u ONU, es bien reconocida la importancia del cambio técnico como “disturbio crónico de patrones existentes de la ventaja comparativa” y como factor esencial en la aprehensión del ajuste necesario hacia cambios estructurales en torno al propio cambio técnico. De modo similar, un Reporte Económico del Presidente reconoce la incremental “perspectiva internacional de la ciencia y la tecnología” durante los 1980s y suscribe la visión expresada en el anterior Reporte sobre Competitividad en los EUA; en el que se vincula directamente la erosión en la competitividad internacional del país durante los años 1960s y 1970s con la deficiente inversión en la actividad innovadora nacional, en comparación con sus principales competidores industriales.¹⁶⁰

A principios de los años noventa, son muy diversos los estudios que muestran evidencias de una erosión en el liderazgo tecnológico norteamericano respecto a otras naciones desarrolladas¹⁶¹; ellos coinciden en señalar que fue determinante la década de los ochenta, donde la posición tecnológica de los EUA ya no se observaba tan fuerte como solía asumirse. Para la mitad de dicha década, se calcula que los beneficios del retorno en su IyD empresarial eran menores que los de Japón, la República Federal Alemana, Suecia y Suiza. La mayor fortaleza tecnológica se presentaba entonces en aquellos sectores basados, cada vez más, en los mercados

¹⁵⁹ Véase por ejemplo ROSENBERG, 1982.

¹⁶⁰ De La Mothe & Ducharme; (1990). **Science, Technology**...Op.Cit. p. 9.

¹⁶¹ Por ejemplo David & Abramowitz (1994), Derian (1990), Nelson & Wright (1992) y Thurow (1993), etc.

de defensa y materia prima. “A pesar de una posición relativamente fuerte en el crecimiento-acelerado y en su recurrente, el liderazgo norteamericano se hace particularmente vulnerable al dinamismo tecnológico japonés, el cual ya ha afectado severamente en los EUA a la industria del hierro y el acero, el consumo de productos electrónicos y automotores”, incluyendo el mercado de los semiconductores, las computadoras y las telecomunicaciones.¹⁶²

Para los años ochenta, el déficit comercial de Estados Unidos cuestionó la fortaleza tecnológica que se presentó hasta una década atrás. Más aún, los norteamericanos comenzaron a darse cuenta de la creciente competitividad tecnológica y, consecuentemente, comercial presentada en otras naciones desarrolladas. Buena parte de estas cuestiones encontraban su explicación en las lentas adaptaciones al interior de las firmas norteamericanas.

Durante los 1980s, Estados Unidos pasó del mejor superávit comercial al mayor déficit comercial en el mundo, sobrepasando \$100,000 millones por año para finales de los 1980s. ¿Qué sucedió? Los intentos por resolver las prácticas comerciales desleales y la devaluación del dólar no restauraron el balance. El principal culpable parecía radicar en la ventaja competitiva Americana -una ventaja asegurada formalmente por el liderazgo en tecnología.¹⁶³

La nueva convergencia práctica entre las problemáticas endógenas y los procesos globales puede ser analizada en el lente de una nueva división internacional del trabajo, la cual está encabezada por las grandes empresas del orbe. Al tiempo que la competitividad aceleraba los desafíos emergentes, una nueva geo-localización de las firmas se presenta como parte de las tendencias globales. La emergencia de este fenómeno es comandada por la ‘globalización’ de los mercados productivos, las transacciones financieras y la inversión directa, pero también existe una vinculación donde la IyD de las grandes firmas tiende a globalizarse.

En un estudio presentado por Tidd, Bessant & Pavitt (1997), se observa que, para el periodo 1985-90, las grandes firmas norteamericanas realizan la mayor parte de su

¹⁶² Véase, por ejemplo, DOSI, Giovanni, ZYSMUN, John & D’ANDREA, Laura (1990). “Technology... Op. Cit., p. 62

lyD en su entorno nacional, realizando únicamente el 7.8 por ciento de sus actividades de innovación en el extranjero.¹⁶⁴ Esta tendencia de las grandes empresas innovadoras indica que las actividades en lyD son tan estratégicas que difícilmente son compartidas en el ámbito global.

Otro punto importante de los impactos emergentes para la tecnología norteamericana se observa en el comercio del sector *high-tech*, donde el superávit entre las exportaciones y las importaciones de los productos de alta tecnología se pierde para la mitad de los años ochenta.¹⁶⁵ Como hemos abordado, las estrategias competitivas de las firmas pueden ser clasificadas en *tech-driven* o *market-driven*, siendo las primeras las más innovadoras en cuanto a que son las productoras o creadoras de la alta tecnología. Aquellas firmas con *estrategia de conducción tecnológica* tienden a ser dominadas por ingenieros, enfatizando la lyD para desarrollar nuevos productos y dejar a los consumidores 'su capacidad de realizar su mejor elección'. Las empresas de *conducción por mercado* dejan que la función del marketing dirija lo que la empresa debe desarrollar y producir.¹⁶⁶ Es evidente que ambas estrategias son complementarias pero que no todas las empresas pueden poseer una *estrategia de conducción tecnológica* ya que éstas dependen generalmente de proyectos de investigación de largo o mediano plazo y con mayor riesgo de capital (justo aquí entra el apoyo del gobierno federal para ofrecer condiciones tecnológicas privilegiadas mediante programas como el ATP o el MEF, los cuales se abordarán más adelante).

Así pues, los años ochenta se convierten en la década de transición donde aparecen nuevos factores que permearon en el *viejo paradigma*. Entre ellos, destacan: la nueva dinámica del conocimiento científico-técnico; la estrategia mercado-tecnología

¹⁶³ PORTER, Alan L et.al. (1991). **Forecasting and Management of Technology**. Wiley Series in Engineering & Technology Management, New York, John Wiley & Sons Inc., p. 4

¹⁶⁴ El estudio contempla las primeras 249 grandes firmas norteamericanas que prefieren realizar el 92.2 por ciento de sus actividades de innovación dentro de Estados Unidos; respecto al 7.8 que se realiza en el extranjero, 6.0 se realiza en Europa y el 0.5 en Japón. Por su parte, son precisamente las grandes firmas japonesas las que menos actividades de innovación realizan en el extranjero (1.1 por ciento), lo cual confirma que, dentro de la estrategia corporativa de primer nivel, las actividades innovativas entran muy discretamente al proceso de globalización. Véase Tidd, Bessant & Pavitt (1997). **Managing Innovation**. John Wiley & Sons Press, 138-9.

¹⁶⁵ NELSON, Richard R & WRIGHT, Gavin (1992). "The Rise and Fall of American Technological Leadership: The Postwar Era in Historical Perspective", Journal of Economic Literature, Vol. XXX, Stanford, p 1956.

¹⁶⁶ Ibid., p. 11.

ante el déficit comercial; la erosión tecnológica de algunos sectores; y la misma competitividad de los EUA ante Europa y los países asiáticos. Hacia el *paradigma emergente* nos interesa destacar la expansión global de la empresa multinacional, particularmente en su valoración de las actividades en I+D.

La propuesta por Mowery & Rosenberg (1989) nos otorga una sólida contribución para un mejor entendimiento de la relación entre las fuentes de la supuesta erosión tecnológica norteamericana a partir de los asuntos concernientes a la política científico tecnológica y a la transformación de la producción global mediante la aplicación de nuevo conocimiento. Estos autores hablan de una inercia que no presentó grandes cambios en el sistema de I+D norteamericano durante el lapso 1945-80. A lo largo de este periodo, se hizo común un liderazgo de los fondos federales en el apoyo financiero nacional para la I+D, un dominio de la industria como realizador de I+D (aunque con una constante disminución como realizador de investigación básica vinculada con la de las universidades) y una indiscutible prioridad de los proyectos de investigación militar y del espacio (la cual se hizo intensiva en correspondencia a las coyunturas de la Seguridad Nacional y la política exterior en general).¹⁶⁷

Dicho periodo presentó una relativa estabilidad del sistema de I+D norteamericano que, sin embargo, comienza a ser trasgredida ante los nuevos elementos globales gestados desde los años setentas y, con mayor fuerza, durante la década de los ochenta. La estructura económica internacional, como marco donde las grandes empresas norteamericanas se desarrollan y donde todo el sistema norteamericano de innovación yace, impacta decisivamente en las emergentes redes de competitividad (financiera y de organización) dentro de la parte 'precompetitiva' del proceso de innovación.

De acuerdo con Thurow¹⁶⁸, es importante destacar, que no fue tan atinada la estrategia del gobierno estadounidense en su política científico-tecnológica hacia los años cincuenta y sesenta. Estados Unidos tenía tal ventaja competitiva, que se

¹⁶⁷ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). **Technology. and the Pursuit...**, Op.Cit., p. 205

preocupó más por desarrollar nuevos productos que pudieran garantizarle el mercado a nivel internacional a diferencia de economías emergentes como Japón y Alemania que se dedicaron a la creación de procesos de innovación que les permitieran no depender tanto de los productos transferidos.

Una de las primeras evidencias de la pérdida de la hegemonía tecnológica de los norteamericanos se presenta en 1971 con el déficit comercial, siendo el primer año del siglo veinte en que el balance comercial se presenta negativo.¹⁶⁹ Pero sólo se trataba de la punta del iceberg ya que todos esos cambios representarían una secuencia de presiones competitivas sobre las empresas norteamericanas. Autores como Mowery y Rosenberg (1989) explican el problema mediante el descenso en la capacidad empresarial por recoger los beneficios de la financiación nacional en I+D.

Ya sea 'debido a' o 'a pesar de' el creciente papel del gobierno, las capacidades tecnológicas de las firmas extranjeras han aumentado (...), se muestra la convergencia en las partidas del PNB dedicadas a inversión en I+D de los EUA y otras cuatro naciones industriales durante 1961-85. Los datos (...) incluyen I+D vinculada a la defensa; cuando esta porción substancial de inversión en la I+D de EUA es excluida, los datos sugieren que los EUA han destinado una parte más pequeña de su PNB para inversión en I+D no-militar respecto a Japón y Alemania Federal durante 1971-86. Más aún, esta comparación sugiere que la proporción de la inversión total de EUA en I+D no-militar ha caído muy por detrás de las de Japón y Alemania Federal en años posteriores.

Otro indicador de la relativa fortaleza tecnológica de los EUA y otras economías industriales es la velocidad en adopción y nivel de utilización de tecnologías de manufactura avanzada en EUA o cualquier lugar. (Algunos autores) sugieren que las tecnologías en robótica han sido adoptadas más rápidamente en economías como Suecia, Alemania y Japón y son utilizadas en muchas más

¹⁶⁸ THURLOW, Lester (1993). **La Guerra del siglo XXI**, Buenos Aires, Javier Vergara Ed.

¹⁶⁹ Entre los autores que se han introducido a la tarea de explicar la política comercial norteamericana, Eckes (1992), hace énfasis en el decline de la hegemonía comercial americana desde 1971, cuando por primera vez en el siglo XX las importaciones fueron mayores que las exportaciones para este país.

(sobre bases per capita) en los sectores manufactureros de esas naciones, más de lo que sucede en los EUA.¹⁷⁰

Aunque el tema es merecedor de una mayor complementariedad, en el análisis de las dinámicas de la empresa privada dentro del fenómeno de la globalización, la participación de la empresa transnacional como transformadora de conocimiento científico tecnológico en competitividad internacional tiene una importancia fundamental para comprender las nuevas tendencias internacionales. Este elemento también es muy importante para obtener una mejor perspectiva de la adaptación y funcionamiento del gobierno federal dentro del sistema norteamericano de innovación. Por ejemplo, como se ampliará en el siguiente capítulo, la complejidad y los objetivos del desarrollo industrial en los mercados globales resulta un factor determinante en la estrategia de promoción federal en CyT hacia las empresas norteamericanas.

A lo largo de la primera etapa de la posguerra, las empresas norteamericanas capturaron amplias porciones de los retornos económicos por investigación con fondos públicos. Esto se dio, en gran parte, gracias a su considerable liderazgo tecnológico sobre firmas extranjeras y porque ellas realizaron gran parte de la investigación con esos fondos públicos. El entorno competitivo favorable de los 1950s y 1960s significó condiciones únicas donde las firmas de los EUA estuvieron bajo menos presión para obtener rápidas aplicaciones comerciales de los avances científicos y de la ingeniería. Como se ha comentado, el gobierno federal fue el gran financiador mientras la industria se involucra rápidamente como la gran realizadora de IyD, aún sin las necesidades competitivas del corto plazo. De hecho, solo un estrecho rango de tecnologías estaban obligadas a mantener su intensidad dentro del sector empresarial. Además, los presupuestos de investigación en defensa fueron también siendo transferidos a aplicaciones comerciales más significativas durante el periodo. Sin embargo, en la medida que las firmas multinacionales incursionan crecientemente en la IyD intensiva (desarrollo tecnológico de corto plazo y high-tech), se hicieron tecnológicamente más sofisticadas (al tiempo que el conocimiento

¹⁷⁰ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989) **Technology. and the Pursuit...**Op.Cit.p207.

tecnológico se hacía internacionalmente más movable). Se generó entonces una erosión en las ventajas competitivas que los norteamericanos acumulaban en el pasado, las cuales habían sido construidas por su sólida infraestructura en la investigación básica vinculada a los procesos de innovación. Finalmente, la naturaleza del conocimiento mismo le daría juego a otros competidores internacionales;¹⁷¹ pero solo a aquellos capaces de generar las redes e instituciones integradas a un sistema de innovación propio. La emergencia tecnológica de otros países y la nueva dinámica en la transferencia internacional de tecnologías afectaron una fuente importante de la superioridad americana de la posguerra en los mercados de alta-tecnología y, de hecho, impactaron decisivamente en el proceso global contemporáneo.

En su lógica por demostrar las carencias prácticas del modelo lineal de la innovación, Rosenberg & Mowery (1989 y 1993) afirman que el primer error de los miembros de la comunidad científica había radicado en exagerar los beneficios económicos provenientes desde la investigación básica. Además de pensar que esos retornos serían exclusivos de la 'innovación nacional'. *“No se niega que fluyen grandes beneficios económicos del conducto de la investigación científica, pero se puede cuestionar que esos beneficios necesariamente fluyen en la forma de ventajas económicas para el país que conduce la investigación (...) la experiencia de Japón (y la de otros países desarrollados) forzosamente ha demostrado las marcadas posibilidades para el crecimiento económico basado sobre una transferencia sistemática y explotación de tecnologías extranjeras (y del conocimiento mismo).”*¹⁷²

El acceso a la competitividad a través de los frutos de la investigación científica es complejo y maleable debido a la tremenda e inimaginable movilidad internacional de información y conocimiento existente en la naturaleza de la innovación y transferencia tecnológicas actuales. La generación y transferencia de conocimiento y tecnología en la era de la globalización, que tienen como base un alto nivel de pericia científica e ingenieril, dependen enormemente de una capacidad endógena de

¹⁷¹ Véase, por ejemplo, GLICKMAN, Norman y WOODWARD, Douglas P., (1994) **Los nuevos competidores**, Edit. Gedisa, Barcelona.

¹⁷² MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989) **Technology. and the Pursuit...** Op.Cit. p. 218

absorción por parte de la firma, región, nación o bloque económico. También implican destrezas que residen en el efecto “cascada” (o residuo) dentro del espectro de actividades que hacen funcionar la IyD. Hoy en día, los capitales internacionales se dirigen hacia las regiones poseedoras de conocimiento, principalmente mediante el flujo de inversión extranjera directa.

Dentro de esta dinámica, desde que las empresas norteamericanas han dejado de obtener los retornos o beneficios en IyD de los tiempos de la posguerra, los asuntos federales en CyT han emergido con mayor preocupación. Así, los esfuerzos federales tienen que ser adaptados al nuevo contexto internacional y a las prioridades nacionales generales, particularmente las empresariales.

En el pasado, los grandes laboratorios centrales de empresas como IBM, AT&T, General Electric, RCA, DuPont y Xerox, al tiempo que eran una fuente directa del liderazgo industrial y la tecnología comercial, aportaban de manera significativa en la base científica nacional e internacional. Esto se ha hecho insostenible, hoy en día un gran número de empresas han reducido o hasta eliminado sus antiguos laboratorios centrales de investigación. Ahora numerosas corporaciones desarrollan nuevas estrategias donde su IyD depende más directamente de esfuerzos conjuntos y se enfoca mucho más a los procesos de manufactura y mercadeo.¹⁷³

Los esfuerzos de cooperación en IyD se incrementan entre grandes empresas, proveedores, universidades y laboratorios gubernamentales, ello denota una mayor dependencia en las fuentes externas y de distribución de tecnología. Hacia fines del siglo veinte, por ejemplo, “IBM, Toshiba y Siemens colaboran en el desarrollo del ship de 256 megabites. Este tipo de colaboración se extiende aún a propios competidores: es el caso de las Tres Grandes automotrices que se unen en el consorcio USCAR, apoyado por el proyecto ‘Clean Car’ (PNGV) del gobierno federal (con Clinton). La

¹⁷³

Dentro de estas nuevas estrategias, las empresas norteamericanas se mantienen como las líderes de la IyD global, sumando más de un tercio del total de los laboratorios ‘no nacionales’ en IyD. Los centros de foráneos donde las empresas norteamericanas realizan estas actividades, se hallan en Alemania (con \$2.5 mil millones), Reino Unido (\$1.6 mil millones) y Canadá (\$ 1 mil millones); la excepción es Japón (\$595 millones) donde el gobierno limita la inversión foránea en IyD. Véase BRANSCOMB, Lewis & FLORIDA, Richard (1998). *Challenges to Technology Policy in a Changing World Economy*. En BRANSCOMB, Lewis & KELLER, James. *Investing in innovation*. MIT Press, pp 4-38.

cooperación reduce costos, dosifica riesgos y promueve una multi-fertilidad de ideas, al tiempo que permite a las empresas un monitoreo constante de fuentes externas de tecnología. Esto también pugna por un mayor apoyo público para la infraestructura de investigación, la cual crea nuevas oportunidades tecnológicas.”¹⁷⁴

Por su parte, los esfuerzos endógenos de las empresas por desarrollar fuentes continuas de destreza en investigación y desarrollo reflejan una de las formas más comunes de innovación institucional en el SNI. Estos esfuerzos han resultado en una expansión considerable de colaboración en IyD que involucra al gobierno, las universidades y otras firmas nacionales, así como a los diversos actores foráneos. Con el manejo de la colaboración en IyD, tanto con elementos externos como endógenos, se multiplica y complica enormemente el potencial de los actores, particularmente las firmas. Éstas finalmente responden a una serie de factores encabezados por:

- A) los costos incrementales y riesgos del desarrollo productivo,
- B) la dinámica en el traslado y amplitud de la base de conocimiento científico y tecnológico ante la competitividad de las industrias de alta-tecnología (reflejados en instancias de “convergencia tecnológica” como el caso de la vinculación de tecnologías de telecomunicación y cómputo, biotecnología, farmacéutica, etc.),
- C) ciclos productivos más dinámicos en algunas industrias y,
- D) una presión competitiva más severa de las firmas extranjeras.

Con estos y otros factores comunes a la colaboración endógena o global, se complican las expectativas para la generación de nuevas firmas emprendedoras e innovadoras en los diversos sectores de alta-tecnología. Muchas veces estos elementos pueden incrementar su predisposición a buscar la mera comercialización tecnológica mediante colaboración con más grandes firmas, domésticas o extranjeras, más que perseguir sus objetivos encaminados a la generación de su propio desarrollo tecnológico.¹⁷⁵

Está claramente detectado que la posibilidad de un serio daño en el sistema norteamericano de innovación es real. La misma concepción de “nacional” se ha ido

¹⁷⁴ Ibid, p. 23.

¹⁷⁵ Véase, por ejemplo, MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). “*The U.S. National Innovation... Op. Cit.* p.55.

erosionando respecto al término tradicional. Esto significa que las grandes industrias multinacionales tienen un mayor rango e impacto económico que diversas naciones por sí solas.

La situación (de los 80s) en la industria de las computadoras es un buen ejemplo del crecimiento y las consecuencias de los recursos globales. La industria americana aparentaba dominar el mercado mundial, especialmente los procesadores, con cerca del 80% del total de las ventas. En una inspección más detallada, la situación es mucho más compleja. La mayor parte de los *chips* de memoria de semiconductores y los *drives* para discos son producidos en Japón. Algunas terminales de computadoras americanas son hechas en Corea. Más aún, las manufacturas japonesas han abierto más caminos en las ventas de computadoras personales del mercado estadounidense. En 1984, arriba del 80% del mercado americano de impresoras para computadora estuvo sostenido por firmas japonesas. Si nosotros observamos a un simple producto como la computadora personal IBM, el cuadro es mucho más complicado de lo que aparenta ser a simple vista, muchos de los componentes para las computadoras personales fueron producidos por firmas extranjeras. Las computadoras personales de IBM emplean microprocesadores *Intel* que fueron producidos por *Hitachi*, un alimentador de poder TDK de Japón, y un monitor *Atlas* de Hong Kong. Como vemos, la complejidad y variedad de los orígenes de los componentes, genera hoy en día una enorme y complicada política comercial.¹⁷⁶

Del mismo modo, la participación en CyT del gobierno federal tiene que ser orientada muy cuidadosamente y su intervención puede ser dirigida hacia sectores específicos. Las nuevas tendencias regionales y globales requerían de nuevas estrategias corporativas y del sector público. En particular, esta complejidad global del capital productivo, enmarcaba grandes retos para la política científico tecnológica norteamericana, al menos desde las últimas tres décadas. Después del retroceso al apoyo en CyT que se presenta durante los dos primeros tercios de la década de los setenta, el retorno norteamericano a una política científica y tecnológica se hallaba inmerso en un proceso económico que comenzó a cambiar el contexto internacional, especialmente en la competitividad tecnológica de Estados Unidos respecto a otras

¹⁷⁶ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). **Technology, and the Pursuit...**Op.Cit. p. 210-11.

naciones desarrolladas. Políticamente, es importante hacer énfasis en que “desde la Administración Carter era bien sabido que los gastos no-militares en IyD eran menores que los montos otorgados por Alemania Federal o Japón”.¹⁷⁷ Sin embargo, el desarrollo en CyT civil durante los ochenta tomaría un repunte, aunque nuevamente a la sombra del impulso militar.

Dentro de las dinámicas implicadas en el apoyo federal a la CyT, las agencias con manejo de tecnología, como la *Defense Advanced Research Projects Agency*¹⁷⁸, el *National Institute for Standards and Technology*, y la *National Science Foundation* (que trabajaron muy cercanamente con la industria para avanzar en el liderazgo norteamericano en tecnologías críticas), lograron un importante espacio en el proceso de transformación desde los sesenta. La promoción de estándares de tecnología dual (militar-industrial) no es un asunto nuevo,¹⁷⁹ sin embargo, esta modalidad como una prioridad nacional fue determinante en el apoyo federal hacia las actividades de IyD industrial.

Ya sin las prioridades del periodo de la Guerra Fría, los Estados Unidos han venido adaptando sus políticas en CyT al nuevo contexto de la globalización. De acuerdo con un reporte de la *Office of Technology Policy*, “la Administración Clinton demostró el entendimiento de la relación entre la tecnología y la seguridad económica de la nación en el largo plazo”¹⁸⁰, donde el factor tecnológico tiene un fuerte impacto en el crecimiento económico, *creando nuevos empleos de alta calidad, construyendo nuevas industrias y mejorando el estándar de vida de los norteamericanos*. Los responsables políticos, tanto en el sector público como en el privado, apoyan al gobierno federal para la inversión en tecnologías comercialmente relevantes. Más aún, la nueva política requerida debe asignar el papel a la industria, así como a la

¹⁷⁷ MILLER, Hugh & PIEKARZ Rolf (1992) et.al. **Technology**... Op. Cit., p. 84.

¹⁷⁸ Durante los ochenta ya era debatida la característica de ‘defensa’ al interior de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada. Actualmente se ha confirmado la transición y definición de la ARPA en cuanto a sus nuevos propósitos de orientación no-militar aunque, por depender del DoD, se le sigue asignando la denominación DARPA.

¹⁷⁹ Las “tecnologías duales” son aquellas producidas inicialmente en un entorno militar, pero que tienen la posibilidad de ser adaptadas hacia innovaciones comerciales. Véase, por ejemplo, ROSEMBLOOM, Richard S (1965). **Technology transfer-process and policy**, Washington, D.C., National Planning Association. Reporte Especial No. 62.

¹⁸⁰ “FY 96 Budget Highlights-Office of Technology Policy”. **Gopher-subject**: US/OTP Budget Highlights, Febrero 6, 1995.

academia, para que trabajen en catalizar y facilitar el desarrollo de la tecnología. Los propósitos han sido claros; el gobierno federal debe incentivar los nichos prioritarios en CyT. Una propuesta del presidente Clinton pedía a la misma *OTP*:

- ◆ *dirigir la participación gubernamental hacia una sociedad para la Nueva Generación de Vehículos*
- ◆ *buscar la Business Climate Initiative, un esfuerzo para incrementar todo el clima para la innovación mediante identificar, explorar y promover un amplio acuerdo de reformas políticas derivadas de las propuestas de los negocios y las industrias de E.U.;*
- ◆ *iniciar un análisis crítico del papel de la tecnología en el sector servicios de E.U.;*
- ◆ *extender la Bench Marking Initiative, una propuesta comprensiva e integrada para solventar la competitividad industrial norteamericana contra los competidores externos;*
- ◆ *apoyar tratados internacionales en ciencia y tecnología, incluyendo el tercer año de financiamiento para la Comisión Científica y Tecnológica Estados Unidos- Israel; y*
- ◆ *aumentar el acceso de la industria de E.U. a la información científica y técnica externa tanto en la Cuenca del Pacífico, Europa y a lo largo del Hemisferio Occidental.*¹⁸¹

Desde el inicio de los años 90, habían aparecido las políticas estratégicas en atención a los nuevos desafíos globales (ecológicos, sanitarios, tecnológicos, etc.). Los \$13.9 millones de dólares requeridos por el entonces presidente Clinton para la *Office of the Under Secretary for Technology* y la *Office of Technology Policy* en el año fiscal 1996 (que representaban un incremento de \$3.9 millones en referencia al año anterior), mostraban la consolidación de las nuevas prioridades tecnológicas. Se puede percibir que esos nuevos propósitos fueron basados en una nueva racionalidad que se ha separado de la idea, aplicable en otro tiempo, de una supremacía tecnológica internacional de los Estados Unidos. Era evidente que la Administración Clinton había aceptado que ese liderazgo mundial se perdió en algunas áreas como consecuencia de una inadecuada visión del sector industrial en

¹⁸¹ Ibidem.

la organización y el desarrollo innovativo internos. Esta visión del ex-presidente puede ser acertada, pero sólo parcialmente ya que el éxito del sector tecnológico privado debe ser complementado por una fuerte y real participación del sector público así como del sector académico al interior del sistema de innovación.

En el pasado, durante el periodo de la posguerra, se creó un consenso nacional que permitió que el gasto federal en I+D se concentrara en las necesidades de seguridad y defensa. Por su parte, las grandes empresas valoraron y crearon su propia I+D aprovechando el apoyo financiero federal, la colaboración con la universidad y los convenios con laboratorios federales y otros centros y parques de I+D. Durante la Administración Clinton, las decisiones políticas no se adaptaron del todo al paradigma emergente y alcanzar un consenso en la financiación a las firmas privadas con fondos públicos no fue una tarea fácil. Aquel gobierno federal se halló ante una complicada transición política. La producción de *tecnología dual* por parte de agencias como la NASA o el DoC fue una respuesta importante para el traslado o transferencia de tecnología entre los sectores militar y civil. El apoyo a la tecnología civil mediante las estrategias e instancias federales, así como el equilibrio 'lineal' en el presupuesto a la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico, fueron elementos básicos de aquella Administración.

Esta transición en la política tecnológica federal está ocurriendo durante un periodo de presupuestos federales restringidos, generando dos cuestionamientos muy recurrentes: primero, ¿cómo pueden las agencias con programas tecnológicos identificar y seleccionar áreas garantizando la inversión de recursos federales? Segundo, ¿cómo miden las agencias los resultados de sus inversiones tecnológicas y determinan si estas inversiones están permitiendo sus beneficios nacionales anticipados?¹⁸²

Es claro que los Estados Unidos no sólo han percibido la emergencia de *paradigma global emergente* (tanto en el nivel nacional como en el internacional), sino que inevitablemente se han tenido que adaptar al proceso de transición política. De

acuerdo con Minian¹⁸³, las tradicionales políticas industriales están siendo reemplazadas desde la década de los ochenta, por las *políticas de innovación* mediante la consolidación de elementos encaminados a la búsqueda de la competitividad. Una dinámica de interacciones donde existen aún diferentes procesos inerciales (apoyo al sector militar, aún vinculado al concepto de uso-dual) y otros emergentes (apoyo a sectores estratégicos en búsqueda del mercado global y a nuevos temas globales, particularmente el medio ambiente). Con ello, se presenta una gran diversidad de problemáticas y perspectivas que han de ser solventadas dentro del Sistema.

Por su parte, la política gubernamental debe contemplar y estimular estrategias de mediano y largo plazos para generar las ventajas requeridas por los sectores estratégicos. Debe apoyar el aprendizaje, uso y acumulación del conocimiento. Una adecuada intervención del gobierno puede hacer duraderas las ventajas tecnológicas endógenas ante la competitividad internacional y el paradigma emergente en CyT.

3.2 TENDENCIAS DE LA INVERSIÓN EN IYD Y LA TRANSICIÓN INSTITUCIONAL ANTE LA PÉRDIDA DE LIDERAZGO TECNOLÓGICO.

Un estudio reciente del *Centro de Estudios Internacionales y Estratégicos*¹⁸⁴ asegura que tanto el gobierno como las empresas norteamericanas pueden haber contribuido en el daño a las actividades innovativas y de creación tecnológica mediante *las decisiones de financiación a la investigación, las nuevas políticas de seguridad interna y sus fallas en no compensar el descenso de la actividad manufacturera*. Se destaca que las empresas han cambiado significativamente los fondos hacia la IyD, incrementando las prioridades de nuevos productos derivados de la investigación de

¹⁸² BELLO, Mark & BAUM, Michael. "Setting priorities..." Op.Cit., **Gopher-subject**: Abril, 1995.

¹⁸³ MINIAN, Isaac (1998). *Políticas estratégicas vinculadas a la introducción de nuevas tecnologías: notas sobre los países industrializados*. En DOMÍNGUEZ, Lilia & WARMAN, José. **Tecnología y competitividad en un nuevo entorno**. UNAM, pp 107-137.

¹⁸⁴ LEWIS, James (2004). **Globalization and National Security**. Washington DC, CSIS-Report...Op.Cit.

corto-plazo ante las presiones competitivas. El gobierno federal también ha fallado en la financiación de las ciencias físicas e ingenierías, las cuales decrecieron a la mitad respecto al porcentaje del PIB obtenido en 1970. El estudio también destaca que los asuntos de Seguridad Nacional afectan decisivamente en esa pérdida de superioridad tecnológica al hacer menos atractiva la entrada de inversiones, estudiantes e investigadores.

Desde inicios de los noventa, los expertos del cambio tecnológico confirmaron que el descenso productivo de los EUA al interior de los estándares de competitividad internacional estuvo vinculado, no sólo a una emergencia económica de otros países, sino también a una correspondiente baja en los gastos nacionales en I+D. En otras palabras, nos encontramos frente a la necesidad de innovar en las formas de organización y financiamiento público y privado de la I+D dentro de la economía norteamericana. Las diferencias percibidas en el cada vez más competido mercado industrial global, abrieron el camino hacia el debate no solo respecto a los destinos de la inversión en I+D, sino también en cuanto a la estructura innovativa endógena, incluida su política tecnológica.

Cómo se ha comentado, el cambio hacia el *paradigma emergente* durante las pasadas décadas, contribuyó a disminuir las contribuciones del sistema de innovación en los EUA al crecimiento en ingreso doméstico y la competitividad. Eran los últimos años de un claro liderazgo tecnológico internacional, donde las firmas norteamericanas aún desarrollaban gran parte de su investigación con fondos federales; esto gracias a un espectacular crecimiento del gasto nacional hacia la I+D durante los años cincuenta y sesenta. Para los años setenta, sin embargo, la I+D federal tiene cierto estancamiento. Luego de que en 1964 alcanzó el 67 por ciento de la I+D nacional, disminuyó su presencia, aunque logro mantener una supremacía hasta 1979 que registró 50 por ciento de los gastos totales en I+D; buena parte de los años ochenta se mantuvo alrededor del 45 por ciento, para finales de los noventa descendió al 35 por ciento y actualmente se ubica debajo del 30 por ciento (ver Tabla 8). Sin embargo, como se verá, ello no significa que ha descendido en aportación real, sino solo comparativamente a la (creciente) participación privada.

TABLA 8. PARTICIPACIÓN FEDERAL E INDUSTRIAL EN EL FINANCIAMIENTO TOTAL DE LA IYD.

Año selecto	Gobierno Federal	Industria
1964	67%	31%
1980	48.5%	48.5%
1996	38%	57%
2001	34.5%	61%
2005	27%	68%

AAAS (2005). **R&D Budget and Policy Program**, Washington D.C., AAAS R&D Program, 8 de febrero, www.aaas.org/spp/rd

Desde su perspectiva, la empresa norteamericana resiente la baja en los retornos de la IyD federal y comienza a incentivar sus inversiones en IyD, particularmente desde la segunda mitad de los años setenta. Además, ya no existe exclusividad para las firmas nacionales en la captura de los retornos de la IyD federal y nacional, esto debido también a la inusitada movilidad global de la CyT (particularmente de la ciencia básica). Es claro que, en la mayoría de los sectores, las empresas comerciales norteamericanas dejaron de percibir los beneficios de la economía militar de los años cincuenta y sesenta.¹⁸⁵ Es por ello que valoraron la necesidad de hacer crecer sus propios laboratorios en IyD.

Las severas presiones competitivas de las firmas extranjeras, que impactan en los incrementos del costo real del capital, así como el retroceso en el índice de crecimiento de la economía doméstica, influyeron para que los beneficios de las inversiones en IyD decayeran desde mediados de los setenta. Este ciclo negativo se agrava ya que el índice real de crecimiento de los gastos industriales en IyD es pobre al menos hasta 1975 en que se mantuvo una convergencia en la desinversión pública y privada hacia la IyD. De 1969 a 1975, los gastos nacionales en IyD caen a un índice anual 'real' de 1 por ciento, mostrando un claro desinterés en programas de investigación, tanto por parte de las empresas como del gobierno. Posteriormente, el periodo 1975-1985, presenta una recuperación que promedia 5.6 por ciento de crecimiento anual 'real' en los gastos totales en IyD. Índice que caería nuevamente (a 1.1 por ciento) entre 1985 y 1994.

Particularmente, desde la segunda mitad de los años ochenta, los grandes fondos industriales en investigación básica se desvanecieron y gran parte de las principales instalaciones federales de investigación dentro de las grandes corporaciones entraron en un periodo de austeridad o recortes presupuestales. Un informe de la NSF de 1990 indica que el real financiamiento industrial para la I+D+I declinó drásticamente al finalizar la década de los ochenta.¹⁸⁶ Sin embargo, las condiciones de la I+D+I privada ascienden dramáticamente del fin de los años 80 a la fecha.

Las evidencias del deterioro científico norteamericano eran diversas aún al comienzo de los años noventa. Leon Lederman, Premio Nobel de física, presidente de la *American Association for the Advancement of Science* y editor de la célebre revista *Science*, apoyado por 250 científicos, opina que la ciencia norteamericana está en plena crisis. Su argumento era claro: “en veinte años, el número de investigadores norteamericanos se duplicó, el presupuesto federal para la investigación sólo aumentó 20% en dólares constantes, cuando hay que invertir cada vez más y el precio de los equipos para laboratorio no deja de aumentar.”¹⁸⁷

Algunos indicadores de las capacidades en la investigación básica del sistema de innovación en los EUA (p.e., la participación en los Premios Nobel ganados en la posguerra por investigación realizada en sus laboratorios, o las citas analíticas en documentos científicos) sugieren que el desempeño de la investigación en el sistema tiene gran fuerza. Sin embargo, este sistema no ha podido mantener los índices de crecimiento previos a 1973 en ganancias reales, no se preparó al crecimiento productivo del país para contener al de otras economías industriales o prevenir un deterioro significativo en las condiciones actuales. El desempeño económico norteamericano disminuye por diversos factores durante dos décadas luego de 1973 y el sistema nacional de I+D+I de ningún modo es el único responsable de profundizar el déficit comercial o desacelerar el crecimiento en las ganancias y la productividad. No necesariamente los índices económicos son el criterio más apropiado para una evaluación del desempeño en el sistema. No

¹⁸⁵ Véase, MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). “*The U.S. National Innovation...* Op.Cit. p.52.

¹⁸⁶ Ibid., p. 50-1..

¹⁸⁷ BATTINI, Pierre (1994). **Innovar para ganar**. México, Limusa, p. 232.

obstante, estas deficiencias percibidas están conduciendo gran parte del debate actual sobre la estructura de las políticas de innovación y comercio en los EUA.

(A inicios de los 90s) ...el desempeño tecnológico de las firmas norteamericanas parece ser relativamente débil en varios sectores. Las firmas de los EUA han sido más lentas que sus contrapartes (...) para adoptar nuevas tecnologías de manufactura y, algunos observadores sugieren, no utilizan estas tecnologías (p.e. robótica, manufactura integrada por cómputo) tan intensivamente o tan efectivamente como las firmas extranjeras.¹⁸⁸

La aparente erosión tecnológica en algunos sectores y su relación con otras variables económicas, son también consecuencias vinculadas a la estructura y el desempeño de las actividades científico tecnológicas entre las instituciones y los actores respectivos. Similarmente a estos resultados no tan positivos de la estructura y la realización de IyD, podemos observar que el principal problema está reflejado en la política macroeconómica y, desde ella, ha sido debatida la necesidad de *nuevas formas de organización y financiamiento hacia la IyD dentro de la economía norteamericana, tanto del sector público como del privado*. Este debate representa, finalmente, un elemento positivo en tanto permea la preocupación y la acción de mejora tecnológica en Estados Unidos.

Para la teoría económica en general y los evolucionistas en particular, se torna difícil demostrar que el decremento en los presupuestos hacia la IyD, como los ocurridos durante la primera mitad de los años setenta o finales de los ochenta, impacta determinadamente en el descenso productivo. No obstante, todos coinciden en que se trata de un elemento (tipo '*caja negra*') que es fundamental a pesar de su complejidad.¹⁸⁹

La sofisticación y complejidad práctica del proceso de globalización ha generado ventajas comparativas y competitivas más móviles entre las transnacionales. Mowery y Rosenberg (1993) indican que, desde la aparición de este proceso, *se han visto erosionadas las ventajas comparativas que se acumulaban en el pasado desde una sólida base de conocimiento derivada de la investigación básica*. Esta visión

¹⁸⁸ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). "*The U.S. National Innovation...* Op.Cit. p.30.

reconoce que la nueva y compleja dinámica global permitió una diseminación del conocimiento a costa de la antigua superioridad absoluta de Estados Unidos. Finalmente, la transferencia del conocimiento, estimulada por los países *tecnológicamente seguidores* desplazó el '*monopolio tecnológico*' de los norteamericanos, particularmente en los sectores de alta tecnología (aspecto retomado en el cuarto capítulo). Estos autores analizan la manera cómo las empresas privadas han logrado adaptarse a nuevos esquemas de organización con el objetivo primordial de decodificar el conocimiento científico y tecnológico de otras empresas y generar su I+D propia (estas acciones incluyen consorcios o alianzas endógenas y globales en el desarrollo de investigación conjunta con universidades y otras industrias). También observan que el gobierno se ha ocupado más por cuestiones de financiación, política comercial y protección a la propiedad intelectual. En forma conjunta, las políticas federales como los esfuerzos empresariales y las alianzas académicas contribuyen a fomentar un entorno endógeno, además de reducir los contrastes estructurales entre el Sistema Norteamericano de Innovación y otros sistemas.¹⁹⁰ Pese a estos esfuerzos conjuntos, la evidencia de una erosión tecnológica norteamericana se detecta en sectores específicos como el de productos electrónicos.

Al inicio de los años ochenta aún se mantenía la fortaleza en diversos nichos del sector electrónico, sin embargo se iniciaba el declive del consumo hacia su propia industria electrónica. Como indican Inman y Burton (1991), para 1980, "las firmas estadounidenses controlaron todo en el universo de supercomputadoras, tres cuartos del mercado para fibras ópticas y semiconductores, arriba del 80% del mercado de *wafers* de silicón y más del 60% de los mercados de equipos para computadora y microprocesadores." Con un comercio *superavitario* de \$8,000 millones de dólares en productos electrónicos, el comienzo de los años ochenta aún se apreciaba con fortaleza. Pero la competitividad internacional se hizo evidente esa década. En 1988, "el porcentaje de los Estados Unidos en el mercado mundial de supercomputadoras había descendido al 75%, este porcentaje del mercado de fibras ópticas bajó a 42%,

¹⁸⁹ Ver, por ejemplo, BOZDOGAN, K. "Overview, key findings and conclusions", OCDE (1991), p. 134.

¹⁹⁰ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). "The U.S. National Innovation..." Op.Cit. p.53.

los semiconductores bajaron a 36%, los *wafers* de silicón bajaron a 20%, y los equipos para computadoras además de los microprocesadores estuvieron abajo de un 50%. En 1988, los Estados Unidos tuvieron un mercado deficitario de \$10,000 millones de dólares en productos electrónicos”.¹⁹¹

Es claro que los ochenta acentuaron una pérdida de competitividad en los mercados internacionales del sector, quedando atrás la superioridad tecnológica mundial que una vez tuvo. La producción japonesa en el sector registró un enorme avance que impactaría con enormes presiones a la industria norteamericana de semiconductores.

El gobierno de los EUA, a través del Congreso, respondió con la creación del SEMATECH (consorcio para mejorar la manufactura de circuitos integrados) a mediados de los ochenta. El consorcio contempló un apoyo de \$500 millones a cinco años y estuvo bajo el mando de la *Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados en Defensa* (DARPA), en el DoD.¹⁹² Esto se realizó aprovechando la opción de la ‘tecnología dual’ (explicada posteriormente en este capítulo), como una especie de *apoyo disfrazado* ya que gran parte de los objetivos reales eran eminentemente de carácter civil o dual. Este modelo-semilla de promoción federal, característico de la visión lineal, ha sido recurrente a pesar de que no siempre ha encontrado una respuesta positiva.

Pero el sector de electrónica no es la única área donde la previa supremacía tecnológica norteamericana ha sido erosionada por el proceso de globalización en el mundo (ver Tabla 9). Desde el inicio de esta erosión, en los setenta, la “solución” norteamericana se enfocó muy poderosamente en el comercio internacional. El gobierno impuso controles de importación y acuerdos comerciales.

TABLA 9. FORTALEZAS Y REZAGOS TECNOLÓGICOS PARA ESTADOS UNIDOS.

<p>En general, los Estados Unidos tienden a ser <u>fuertes</u> en tecnologías con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías que están cerca de la investigación básica o son resultados directos de ésta, orientada a los pasos de intervención del desarrollo <i>en laboratorio</i> (p.e. biotecnología) • Que no requieren fuertes inversiones de capital (p.e. software)
--

¹⁹¹ INMAN, B.R. & BURTON, Daniel (1991). “*Technology and U.S. National...* Op.Cit., p. 119.

¹⁹² El caso de la *Agencia de Proyectos de Investigación en Defensa* (DARPA) ha sido y se mantiene al inicio del siglo veinte como un ejemplo claro de éxito en la respuesta federal por reforzar y acelerar el ‘dinamismo tecnológico’ requerido por la economía norteamericana y para establecer estrategias de reducción de riesgos en posibles áreas vulnerables ante los nuevos retos globales.

- Pueden ser iniciadas de manera amplia por innovaciones individuales (ingeniería auxiliada por computadora)
- Son fuertemente apoyadas por inversiones gubernamentales en investigación básica (ingeniería genética), fines de defensa (cohetes de propulsión) y regulaciones ambientales.
- Han sido sostenidas por niveles altos de IyD por parte del sector privado (nuevos materiales y tecnologías de la información).

En contraste, las tecnologías en las cuales los Estados Unidos son débiles o con tendencia decreciente, tienen las siguientes características:

- No han tenido suficiente inversión pública o privada en sus presupuestos en IyD (material para construcción).
- Hay un riesgo inadecuado para ciertas compañías en el desarrollo de estas tecnologías (electrónica).
- Tienen grandes necesidades de capital pero baja inversión del mismo (equipo automatizado).
- Necesitan inversiones extensivas por un largo período de tiempo (información, óptica)
- Tienen una prioridad significativa en manufactura (circuitos integrados y equipo de fabricación)
- Han sido el blanco de los gobiernos e industrias extranjeras (*chips* de memoria)

Tomado de : INMAN, B.R. & BURTON, Daniel (1991). "Technology and U.S. National Security", pp 128-9.

Por otra parte, la Seguridad Nacional se mantiene en la política como una latente alternativa recurrente y es factible que siga impactando las tendencias tecnológicas futuras. La poderosa estructura norteamericana de defensa ahora ha tomado severas transformaciones, particularmente desde la perspectiva del apoyo a la IyD. Durante los años noventa, la nueva prioridad norteamericana es el apoyo a sus ventajas tecnológicas respecto a sus adversarios económicos insertos en el proceso global. Es claro que dicha transformación tiene que realizarse con mucha cautela debido a que las alianzas, los acuerdos y la diplomacia deben ser mantenidas ante todo. Así, nuevamente, esta adaptación al entorno internacional requiere cambios en el nivel doméstico, con lo que las agencias federales promotoras y realizadoras de IyD por excelencia, tal como el DoD, tienen que ser integradas a esta reestructuración. Un primer movimiento ha sido la detección y el apoyo a los sectores tecnológicos que muestran signos de debilitamiento.

También resulta importante observar los esfuerzos en CyT que realizan otros sistemas de innovación. Comparando los recursos norteamericanos hacia la IyD respecto de los de otras naciones desarrolladas, es muy interesante apreciar algunas de las evidencias generales presentadas en la Tabla 10:

TABLA 10. COMPARACIONES CLAVE ENTRE LOS EUA, JAPÓN Y LA (EX) CE (1990-OCDE)

	EUA	Japón	CE
Gasto (Nacional) Total en IyD (GTID) como % del PNB	2.8	2.88	1.98
% del GTID financiado por la Industria	49.5	78.1	52.8
% del GTID financiado por el Gobierno	48.2	16.0	40.3
% de la IyD gubernamental en IyD militar	62.6	5.4	24.3
% del GTID realizado por la Industria	69.1	75.5	64.8
% del GTID realizado por la Educación Superior	15.6	12.1	16.0
% del GTID realizado por el Gobierno	12.4	8.0	17.6
% del gasto industrial en IyD financiado por el Gobierno	29.9	1.2	14.0

Fuente: GEORGHIU, Luke (1994). *Evaluating US and Japanese Technology and Cooperation with the European Community*. PREST-University of Manchester, p 5.

Para 1990, encontramos que el porcentaje del presupuesto total en IyD de Japón ha rebasado al de los Estados Unidos; es también notable que el gobierno norteamericano está más involucrado en el financiamiento de la IyD que cualquier otra nación. Por otro lado, aún es perceptible que los asuntos de defensa son muy importantes aún con el final de la Guerra Fría, concluida a finales de los ochenta. Destaca también que la industria japonesa es la principal realizadora de IyD que ninguna otra industria en el mundo, aunque no es tan diferente la participación de las industrias norteamericanas y de la (entonces) Comunidad Europea. Incluso, destaca que los gobiernos de la Comunidad Europea realizan proporcionalmente más IyD que el gobierno norteamericano. Consideramos también destacable el hecho de que el porcentaje del apoyo y facilidades gubernamentales hacia la IyD industrial es mucho mayor en Norteamérica que en cualquier otra nación desarrollada, incluido el conjunto de la Comunidad Europea.

A partir de estas generalidades, los gastos del gobierno norteamericano hacia la IyD han ido tomando sus propias tendencias. Asumiendo la premisa de que la inversión en CyT incrementa la productividad y eleva los estándares de vida, el gobierno federal se ha preocupado por financiar aquellos nichos de IyD donde la industria no se ha interesado en incursionar. Así, la inversión en CyT es orientada hacia aquellas áreas de IyD que parecen ser menos (o cuestionablemente) productivas

(particularmente en las tendencias económicas de corto plazo), pero que son fundamentales en la medida en que contribuyen a mantener el equilibrio y una infraestructura necesaria para la IyD. En otras palabras, la CyT representa importantes políticas públicas y económicas. Con ello, las propuestas presupuestales hacia la CyT dependen enormemente de los complejos procesos políticos; tal es el caso del impuesto de la IyD¹⁹³ o la distribución del presupuesto total de la misma IyD.

Para asegurar que el gobierno federal procure inversiones adecuadas hacia la CyT, el ex-presidente Clinton creó y dirigió el *National Science and Technology Council* (NSTC). Hacia 1995 el NSTC “reorientó” las prioridades tecnológicas de Estados Unidos hacia inversiones en CyT más institucionalizadas y coordinadas. Mediante el análisis y el potencial de múltiples proyectos, el NSTC designa aquellos proyectos de alta prioridad y elimina los no-prioritarios, utilizando un criterio que intenta reducir la duplicación de proyectos. Es a través de este proceso de *estrategia de inversión* que dicha Administración trabajó en la búsqueda de aquellos objetivos en CyT.¹⁹⁴

De acuerdo con las tendencias de los años noventa, la Administración Clinton continuó rediseñando el presupuesto federal de la IyD para mantener una inversión balanceada en investigación básica y aplicada, además de asegurar que la participación civil en la IyD federal continúe cercana al 50 por ciento. El equilibrio ‘lineal-militar’ de este periodo se demuestra al mantener el rubro de defensa en el mencionado 50 por ciento, además de verse en la distribución en los tipos de IyD donde la investigación básica es la más beneficiada por el gobierno federal.

La Tabla 11 presenta el presupuesto que dicha Administración propuso para 1996 respecto a la IyD por agencia, tipo, y participación. La partida hacia el DoD aparece como una instancia afectada por la “nueva política de inversión federal en IyD” y, en esta tendencia (aún con el incremento de otras instancias gubernamentales antes

¹⁹³ Acerca de las actividades lobbistas hacia los impuestos en la IyD, ver por ejemplo BIRNBAUM, Jeffrey. **The Lobbyists**. Times Book. 1994

¹⁹⁴ Por supuesto, esta estrategia debe ser complementada con el establecimiento de elementos que contemplen todo un entorno innovativo nacional; aspectos como proyectos de costo compartido, desarrollo de recursos humanos, cooperación internacional, etc.

plagadas de proyectos militares, caso del DoE o la NASA), aparece una reducción constante en el antes prioritario elemento de defensa (aunque mantiene la supremacía). Recordemos que, en general, el presupuesto federal a la IyD enfrenta un tremendo desafío consistente en la necesidad de contrarrestar la inercia institucional, a partir de detectar y reemplazar los elementos militares no prioritarios en esta Administración.

Dentro de este periodo, el gobierno federal norteamericano excedió los \$72,000 millones en IyD; esta tendencia ascendente se confirma posteriormente con un presupuesto de 91.400 millones en el año 2000, y 122,500 millones en 2004 (dólares constantes de 2003).

TABLA 11. GASTO FEDERAL EN IYD-ADMINISTRACIÓN CLINTON (1993-1996/Mill. de dólares)

	1993 / 1995 / 1996-Cambio propuesto /Variación				
Por Agencia:					
Defensa.....	38,898	36,272	35,161	-1,111	-3.1%
Salud y Servicios Humanos	10,472	11,676	12,123	+447	+3.8%
NASA.....	8,873	9,455	9,517	+62	+0.7%
Energía.....	6,896	6,637	7,125	+488	+7.4%
Fundación Nacional de la Ciencia	2,012	2,450	2,540	+90	+3.7%
Agricultura.....	1,467	1,554	1,499	-55	-3.6%
Comercio.....	793	1,284	1,404	+120	+9.3%
Transporte	613	687	755	+69	+10.0%
Interior.....	649	687	697	+9	+1.4%
Medio Ambiente	511	589	682	+93	+15.8%
Otros.....	1,308	1,423	1,380	-42	0-3.0%
-----Total.....	72,493	72,713	72,883	+170	+0.2%
Por Rubros de IyD:					
Básica.....	13,362	13,975	14,467	+493	+3.5%
Aplicada.....	13,608	14,569	14,686	+117	+0.8%
Desarrollo.....	42,795	42,107	41,768	-339	-0.8%
Instalaciones.....	2,727	2,063	1,962	-101	-4.9%
-----Total.....	72,493	72,713	72,883	+170	+0.2%
Civil:					
Básica.....	11,951	12,741	13,246	+505	+4.0%
Aplicada.....	9,130	10,717	11,022	+305	+2.8%
Desarrollo.....	7,269	8,622	9,031	+409	+4.7%
Instalaciones.....	1,979	1,734	1,603	-132	-7.6%

Se reduce el gasto militar en IyD, al tiempo que se incrementan otros rubros nomilitares. Particularmente Salud, Transporte y Medio Ambiente tienen una recuperación proporcional.

El gobierno de Clinton reduce ligeramente su apoyo directo al Desarrollo Tecnológico y la Investigación Aplicada intentando fomentar estas actividades en la industria.

No sin dificultades, la Administración Clinton redujo la inercia militar hacia la IyD, en tanto la IyD civil tuvo una recuperación que impactó hasta el 2001 cuando alcanzó prácticamente la mitad de toda la IyD federal.

-----Subtotal.....	30,329	33,815	34,902	+1,087	+3.2%
-----	1993 / 1995 / 1996 /Cambio propuesto /Variación				
Defensa:					
Básica.....	1,411	1,234	1,221	-13	-1.0%
Aplicada.....	4,478	3,852	3,664	-188	-4.9%
Desarrollo.....	35,527	33,485	32,737	-747	-2.2%
Instalaciones.....	748	328	359	+31	+9.3%
-----Subtotal.....	42,164	38,898	37,981	- 918	-2.4%
Por co-participación Civil y de Defensa:					
Uso-Dual de Defensa.....	1,702	2,063	1,965	-98	-4.8%
Co-participación Civil de Uso-Dual	44%	49%	51%	NA	NA
Co-participación Civil sin Uso-Dual	42%	47%	48%	NA	NA

FUENTE: *National Science Foundation, 1995. Gopher-Subject: "Investing in Science and Technology."*

Gracias a la posición demócrata del periodo de Clinton, dicho presupuesto mantuvo un apoyo sostenido hacia la investigación científica básica, aunque sin descuidar la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico, las pruebas y la evaluación de armamento. Una parte más modesta aunque estratégica de este presupuesto es dirigida hacia el fortalecimiento de la base tecnológica industrial norteamericana. Así, es claro que nuevas políticas son necesarias en dirección a centrar la atención hacia la tecnología de desarrollo industrial y su difusión a través de los sectores público y privado. En este periodo se buscó estimular las actividades en IyD por parte del sector empresarial.

La identificación de las tendencias civiles fomentadas por la Administración Clinton en el combate a las problemáticas incipientes de la ciencia y la tecnología norteamericana es una tarea importante. El paso más esencial concierne a los recursos en IyD, tradicionalmente dominados por los asuntos de defensa o Seguridad Nacional, los cuales consumían un 65.5 por ciento del gasto federal en IyD para 1989, decreciendo a 50.1 en el 2001. Como la amenaza militar soviética desaparece a finales de los años ochenta y los asuntos económicos siguieron en ascenso en la agenda política nacional, el balance comenzó a cambiar hacia el apoyo federal en IyD no-militar (ver Tabla 12).

TABLA 12. PORCENTAJES ENTRE EL GASTO FEDERAL MILITAR Y EL CIVIL EN IyD (1987-2006)						
AÑO	% MILITAR	% CIVIL		AÑO	% MILITAR	% CIVIL
1987	68.6	31.4		1997	55.3	44.7

1988	67.8	32.2		1998	54.1	45.9
1989	65.5	34.5		1999	53.2	46.8
1990	62.6	37.4		2000	51.8	48.2
1991	59.7	40.3		2001	50.1	49.9
1992	58.6	41.4		2002	51.5	48.5
1993	59.0	41.0		2003	53.7	46.3
1994	55.3	44.7		2004	55.9	44.1
1995	54.1	45.9		2005	56.7	43.3
1996	54.7	45.3		2006	56.8	43.2

FUENTE: Office of Management and Budget. <http://www.nsf.gov/sbe/srs/srs01403/start.htm>

La IyD militar que había predominado en los 80s, comparte el 50% del presupuesto total con la IyD civil durante la Administración Clinton, aunque repunta nuevamente ante las prioridades antiterroristas y de seguridad interior. En el contexto actual, la Administración de George W. Bush ha revitalizado las actividades de Seguridad Nacional y defensa ante el terrorismo global, logrando un 56.8 en la IyD militar para el año fiscal 2006.¹⁹⁵

Existe cierta noción de un factible regreso a las tendencias de veinte años atrás: en 1980, la Administración Reagan retornó a las prioridades militares luego de que Carter había logrado que el presupuesto federal a la IyD civil tuviera la hegemonía (51 por ciento) un año antes. Algo similar ocurrió a finales de los años ochenta, cuando el presupuesto final de Reagan, respaldado inicialmente por la entrante Administración de George Bush, contenía mayor crecimiento para la IyD civil que para la militar —pero luego “el Pentágono se hallaba firme en apoyar un desproporcionado monto de \$44,000 millones para IyD militar contra sólo \$23,300 millones para la IyD civil”.¹⁹⁶

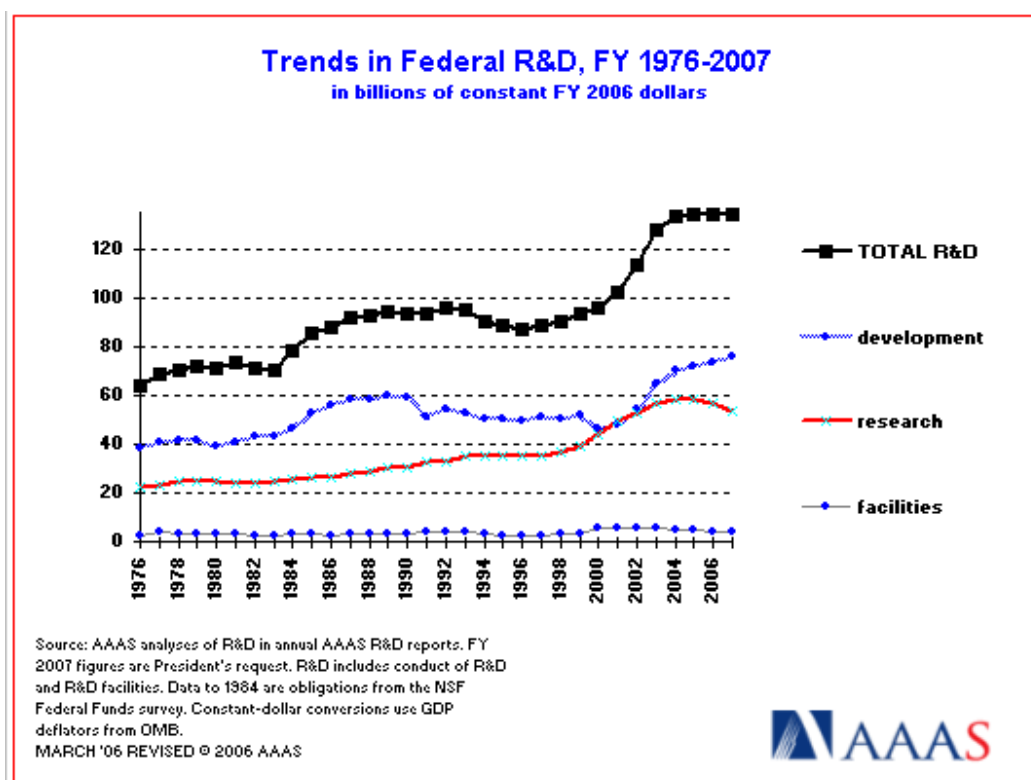
Pero una mayor coincidencia respecto a la transición Carter-Reagan es la que se presenta en nuestros días. En la *Figura 4* se puede apreciar un equilibrio entre el

¹⁹⁵ KNEZO, Genevieve (2002). **Federal Research and Development: Budgeting and Priority-Setting Issues, 107th Congress**, Washington, *The Library of Congress*, www.cnie.org

¹⁹⁶ GREENBERG, Daniel F (1991). “*Science and Technology...* Op.Cit., p. 234-5.

presupuesto civil y militar en los periodos de los presidentes Carter y Clinton, en tanto se aprecia un despunte de la IyD militar en los subsecuentes periodos de Reagan y G. W. Bush. La iniciativa del actual presidente Bush parece intentar recobrar la funcionalidad de la partida militar en IyD, ello sería imposible sin la justificación de asuntos de Seguridad Nacional como es el caso del terrorismo. Será importante observar la transición futura del presupuesto militar en IyD y, en general, de todas las agencias involucradas; es claro que la supremacía y recurrencia de la IyD militar es un elemento permanente en los movimientos pendulares de la política en CyT norteamericana.

FIGURA 4. TENDENCIAS DE LA IyD FEDERAL, 1976-2007.



Tomado de: AAAS (2006). **2007 Budget Proposes Gains in Defense, Space and Some Physical Sciences R&D.** Washington D.C., R&D Funding Marzo, p.2, www.aaas.org/spp/rd/prev07p.htm

Finalmente, cada Administración realiza una transición institucional que responde al entorno innovativo endógeno en la búsqueda por promover y establecer reglas

adecuadas para las actividades científico tecnológicas. La institucionalización del SNI se convierte tanto en causa como en efecto de la política en CyT.

Dentro de las recientes tendencias en la financiación federal de la IyD, claramente se observan las prioridades: durante 1998, las agencias federales con más gastos en el rubro fueron el *Department of Defense* (con un 48.3 por ciento del total federal), el *Department of Health and Human Services* (19), la *NASA* (13.7), el *Department of Energy* (8.1), la *NSF* (3.3), y el *Department of Agriculture* (2); solo las primeras tres superaron ese año los mil millones de dólares (Ver Tabla 13). Defensa, salud y las ciencias del espacio sumaron el 81 por ciento de los gastos federales ese año y mantienen su importancia con el 83.4 por ciento de estos gastos en 2001. Tendencias que se mantienen, con una recuperación del protagonismo de la NASA.

TABLA 13. PRINCIPALES AGENCIAS FEDERALES POR GASTO EN IYD (%/1998 vs 2001).

Área	1998	2001	Variación
Defensa (DoD)	48.3	50.0	+1.7
Salud (DHHS)	19.0	22.8	+3.8
Espacio (NASA)	13.7	10.6	-3.1
% (semi) Total	81 por ciento	83.4 por ciento	+2.4

FUENTES: Office of Management and Budget y National Science Foundation.

Mención especial merecen los asuntos de Ciencia General e Investigación Básica, encabezados por la NSF que representan el cuarto rubro con mayor importancia: de haber tenido el 3.3 por ciento de los gastos totales en IyD federal durante 1998, duplicaron su presencia con un 6.7 por ciento. Esto concuerda con que los espacios dejados por las empresas en el rubro de ciencia básica han tenido que ser fortalecidos por el gobierno federal.

Independientemente de las nuevas tendencias, es un hecho que las agencias federales como instituciones del sistema son fundamentales para las transformaciones prácticas. Es importante que la actual transición y adaptación del aparato científico tecnológico en el nivel gubernamental debe ser realizada a partir de sólidas y amplias instituciones de control federal capaces de tomar decisiones

alejadas de meras consideraciones inerciales. Aunque esta transición es también un elemento para considerarse en cualquier análisis de un comportamiento dinámico.

3.3 APROVECHANDO LA TECNOLOGÍA DUAL: DE LA POLÍTICA FEDERAL MILITAR A LA DE PRIORIDAD CIVIL.

Durante los años sesenta y setenta, fueron numerosos los avances comerciales que derivaron de contratos de apoyo a las innovaciones militares. Esa fue la fórmula para la creación de industrias enteras derivadas de productos específicos: la computadora, los semiconductores, el jet aéreo, el horno de microondas y una larga lista de avances de suma especialización. Estos ejemplos ilustran lo que Teich llama el *efecto de 'goteo continuo'* (*'trickle-down' effect*) durante los años de la posguerra, cuando la competitividad internacional era aún escasa. Este *efecto de goteo continuo* fue suficiente para obtener una posición de liderazgo por parte de las industrias norteamericanas en muy diversas áreas de la innovación tecnológica. Sin embargo, en contraste con aquel periodo, el *goteo continuo* no es representativo de la etapa actual que presenta una seria diversidad de competidores comerciales foráneos. Más aún, el *goteo continuo* no sólo es ineficiente, sino que es también insuficiente como la fuente de las innovaciones comerciales.¹⁹⁷

Desde finales de los años ochenta, la transición confirmada por el fin de la Guerra Fría, el crecimiento de la competencia económica en una economía cada vez más globalizada, además del cambio dinámico en la naturaleza y poder del conocimiento (ciencia e ingeniería), dieron a Estados Unidos una nueva agenda política, económica y de seguridad. Estos elementos planteaban una agenda política mucho más amplia que la hasta entonces casi monopólica estructura gubernamental. No obstante, continúan dominando el pensamiento político muchos de los elementos y conceptos del tiempo de la Guerra Fría acerca de la naturaleza de la innovación tecnológica, además del papel que la ciencia y la ingeniería juegan en ella.

Las nuevas iniciativas políticas que han aparecido a fines de los años ochenta y principios de los noventa se encaminan a dicha transición aunque, en realidad, el

¹⁹⁷ TEICH, Albert (1993). *Technology* ... Op.Cit, p. 378.

gobierno federal nunca descuido una política tecnológica civil manteniendo diversas iniciativas que apoyaban la investigación industrial y académica (ver Tabla 14).

Por ejemplo, la *Baych-Dole Act* de 1980 y la *Omnibus Trade and Competitiveness Act* han sido muy importantes, particularmente para la investigación universitaria. La primera promovió que en cada universidad que se realiza investigación se estableciera una oficina de licencias para facilitar la transferencia tecnológica a las industrias; en tanto la segunda confirma la protección de patentes por parte de los centros de investigación, públicos o privados. Esto ha permitido que las universidades que realizan investigación se transformen de simples oferentes de recursos humanos a nichos de conocimiento esenciales en áreas civiles prioritarias.

TABLA 14. EJEMPLOS DE INICIATIVAS POLÍTICAS EN TECNOLOGÍA CIVIL EN LA POSGUERRA

Iniciativa Tecnológica Específica	Iniciativas Genéricas o Indirectas
<p>1946: Atomic energy nuclear power and medicine; (Atomic Energy Commission).</p> <p>1965: Air transportation (supersonic transport; DOT).</p>	<p>1979: Carter Civil Policy review (generic technologies; all agencies)</p> <p>1980: Stevenson-Wydler Act [PL 96-480] (universities and National Labs-Industry cooperation; all agencies).</p>
<p>1968: Civilian Industrial Technology (CIT) (shoes, textiles, building materials; DOC).</p> <p>1971: Project breakthrough (factory-built housing; HUD).</p>	<p>1980: Baych-Dole Act [PL 96-517] (privatize government patents).</p> <p>1981: R&D Tax Credit.</p>
<p>1976-78: Alternative Energy Sources (oil shale, coal, solar; DOE).</p> <p>1979: Civilian Automotive Research Program (CARP) (autos; DOE).</p>	<p>1984: Comparative Research Act of 1984 (industry R&D consortia; all agencies).</p> <p>1986: Federal Technology Transfer Act of 1986 (national lab-industry collaboration; all agencies).</p>
<p>1990: Global Environmental Change (FCCSET review, multiagency program).</p>	<p>1988: Omnibus Trade and Competitiveness Act of 1988 (advanced technology program and industrial extension; NIST, DOC).</p>
<p>1991: Surface Transportation (intelligent</p>	<p>1992: Small Business Innovation Research</p>

vehicle high way system [IVHS] in DOT). 1991: High Performance Computing and Networking (HPC Act of 1991).	(SBIR) amendments (doubling SBIR budget; all agencies).
1994: Technology Innovation Act (allowed the Federal Labs to enter to Cooperative Research and Development Agreements)	1995: National Technology Transfer Act of 1995 (established a system to facilitate this transfer of technology)
1998: Milenium Digital Act 2000: Tech Transfer 2000 Making Partnerships Work	1999: H.R.209, Technology Transfer Commercialization Act of 1999 (encourages R&D partnerships between government and industry)

FUENTES: BRANSCOMB, Lewis M. (1993, 46) e Internet: www.nist.gov/hearings/2000/techtran.htm

Respecto a la instancia federal, esta transición es particularmente cierta al observar los objetivos recientes de sus agencias (especialmente el DoD y el HHS), el papel de los laboratorios gubernamentales, las universidades, los diferentes tipos de consorcio e, incluso, el papel de gobiernos estatales en la promoción de la actividad económica (mediante inversiones en tecnología, en servicios de extensión industrial y recursos humanos). En realidad, la dualidad entre lo militar y lo civil se mantiene en la medida en que, en tiempo de guerra también se requiere la producción proyectos de investigación civiles; de manera inversa, en tiempos de paz es latente la posibilidad de retornar a la economía de guerra. La estructura del Sistema Norteamericano de Innovación permite una adaptación institucional y organizacional ya sea con un liderazgo civil (caso de la Administración Clinton) o militar de *Seguridad Nacional* (ejemplificado en la actualidad con G.W. Bush).

Ahora, claramente percibimos la cambiante vinculación entre las tecnologías de tipo militar con las de tipo civil. Si en las pasadas décadas había sido ordinario desarrollar “tecnologías duales” que fueran producidas inicialmente en un entorno militar para tener la posibilidad de ser adaptadas hacia innovaciones comerciales (o viceversa), ahora la tendencia general no se aprecia así. Por el contrario, dentro del debate de los años noventa, en dirección a una transición comercial civil, se incluyó la

posibilidad de adaptar necesidades de innovación militar desde el predominio del área comercial civil.¹⁹⁸

Esta (en apariencia) simple perspectiva representa, sin embargo, un proceso sumamente complicado donde la estructura militar continua peleando por su supremacía. Inclusive una de las derivaciones comerciales de esta adaptabilidad, ha generado un fortalecimiento del área espacial y del enfoque en la alta tecnología. Durante el viejo paradigma, la empresa militar no dependía tanto de los mercados civiles ya que el gobierno federal generó su propia demanda como en los casos de la microelectrónica o la industria aérea, por citar ejemplos. Pero en el paradigma emergente sería difícil su adaptación al entorno comercial de competitividad global sin el apoyo de una política dura en Seguridad Nacional. En todo caso se habla de que buena parte de los programas en investigación de tipo militar, están tomando las lecciones en tecnología dual para tratar de sostenerse ante las demandas civiles de las grandes firmas en alta tecnología.

Como se discute en el marco del debate político de la CyT en los EUA, el gobierno federal se encuentra modificando sus prioridades en IyD de la búsqueda de misiones gubernamentales en defensa espacial y energía atómica hacia el desarrollo de tecnología en colaboración con la industria privada para apoyar el realce de la competitividad industrial.¹⁹⁹ Desde los años noventa, el tema de cambiar las políticas de IyD del área militar hacia las prioridades civiles tiene al menos tres diferentes aristas que deben considerarse. Primero, el cambio político que se percibe como una racionalidad lógica que debe emerger al finalizar el periodo de la Guerra Fría; un segundo aspecto se refiere a la influencia que la investigación con orientación militar ha provocado e incide aún en algunas áreas industriales, como en el caso de los productos electrónicos, y; el tercero nos muestra la presencia de voces preocupadas por la erosión de la industria en general (particularmente aquella que no realiza IyD),

¹⁹⁸ Cfr. COHEN, Linda (1998). *Dual-Use and the Technology Reinvestment Project*. En BRANSCOMB, Lewis & KELLER, James. **Investing in innovation**, MIT Press.

¹⁹⁹ Véase BRANSCOMB, Lewis M (1993). **Empowering Technology**....Op.Cit.

la cual, por otro lado, continúa siendo impactada por las cuestiones de Seguridad Nacional y los presupuestos militares.

Es precisamente a partir de los enormes presupuestos federales a la IyD de defensa que no podemos esperar la eliminación de todos los avances tecnológicos que son desarrollados al interior del entorno militar. Este asunto deriva en dos importantes puntos dentro del contexto global de prioridad civil: primeramente, podríamos llegar a pensar que todos los *elementos residuales* desarrollados de la organización o el entorno militar van a representar un obstáculo que solventar debido al proceso inercial y a la posibilidad latente de un nuevo regreso a las prioridades militares. Por otro lado, será conveniente realizar un rescate de todas las organizaciones y elementos positivos (aún militares) que puedan ser de utilidad para el nuevo entorno. En este sentido, tenemos que considerar también al sector de alta-tecnología. Es importante subrayar que todos aquellos adelantos tecnológicos del sector militar no deben ser eliminados radicalmente considerando que ellos representaron enormes costos y esfuerzos en IyD.

Respecto a la restante organización militar, algunos observadores han sugerido que 'los programas americanos de investigación y logros militares deben ser estructurados y administrados para fortalecer la industria americana de productos de alta-tecnología civil. Es evidente que este tipo de problemas se esparce desde quienes toman las decisiones a través de las instituciones federales. Los responsables políticos en el Pentágono, el Congreso y las diferentes agencias federales involucradas por los propósitos militares en el pasado, como en el caso del DoD, la NASA, el DoE, etc., se encuentran en medio de la transición. Ya en el entorno global, estos movimientos pendulares (entre lo militar y lo civil) tienen que generar un nuevo significado de los "propósitos-duales" en IyD y los programas vinculados. Para Mowery y Rosenberg (1993), existe cierto parecido entre la convergencia de los proyectos militares con potencial civil de Estados Unidos con las primeras iniciativas Europeas.²⁰⁰ No obstante, es claro el contraste contemporáneo

²⁰⁰ "Ciertamente, una justificación central para los subsidios extendidos por los gobiernos de Europa Occidental hacia el consorcio de la Industria Airbus es el deseo de estos gobiernos de mantener una base industrial

ya que en Europa el sector privado decidió involucrarse escasamente en la I+D militar; los gobiernos europeos confiaron más en su propia administración de proyectos armamentistas e, inclusive, un buen número de firmas bélicas fueron nacionalizadas.

Para el caso norteamericano, el DoD define en teoría sus necesidades externas para encontrar sus contratistas, pero en la práctica los contratistas del sector armamentista juegan un papel importante en la iniciación de proyectos en I+D. Inclusive, si dichos proyectos “semilla” logran suficiente apoyo dentro del DoD y el Congreso, pueden convertirse eventualmente en contratos a ser desarrollados por las mismas firmas contratistas.

De acuerdo con Etzkowitz²⁰¹, durante la mayor parte de la posguerra fueron ocho las principales firmas privilegiadas por la I+D militar del gobierno federal: *Boeing, General Dynamics, Grumman, Lockheed, McDonnell Douglas, Northrop, Rockwell, United Technologies*). El 37 por ciento de la I+D generada por el DoD se dirigió a estas firmas durante los años setenta, lo cual permitió que, alrededor de estas empresas, otras miles de firmas trabajaran como subcontratistas. La tecnología dual se hizo presente en los propios laboratorios del DoD y en este tipo de empresas donde se identificaban tanto las necesidades operacionales del sector militar como las mejoras tecnológicas requeridas en el sector civil.

Esta separación de la I+D militar respecto de la I+D civil fue una consecuencia obligada del modelo dual. El gobierno creó su *sistema federal de requerimientos de adquisición* (FAR), aplicado para las compras gubernamentales no militares al tiempo que también generó un *sistema especial de especificaciones militares* (milspec) en I+D militar, para determinar los requerimientos técnicos en la producción armamentista. Ambos sistemas fueron muy importantes tanto para la demanda (principalmente militar) de especificaciones militares dentro del mismo gobierno, como para la demanda tecnológica no militar de las firmas norteamericanas.

aeroespacial militar soportando las actividades comerciales de sus firmas nacionales.” Ver MOWERY & ROSENBERG, 1993, 59

²⁰¹ ETZKOWITZ, Henry (1997). *Industrial policy...*, Op. Cit. pp 181.

Así mismo, no podemos perder de vista la idea de mantener las dinámicas de trabajo del gobierno federal y mejorar su vinculación dentro del SNI. En la construcción de dichas mejoras, esta nueva organización y perspectiva de la IyD comercial requiere de un sólido involucramiento federal en proyectos específicos a través de sus agencias federales, además del fortalecimiento de la vinculación con los sectores académico y productivo.

... la investigación de apoyo federal en las universidades enfatiza permanentemente las aplicaciones comerciales y los costos compartidos. Por ejemplo, el *Engineering Research Centers Program* en la NSF otorga concesiones federales para proyectos realizados con la colaboración de empresas privadas. La NSF ha estado bajo presión del Congreso para apoyar más investigación aplicada; en el presupuesto federal de 1994, el Congreso pidió a la NSF destinar 60% de su presupuesto para apoyar “*proyectos estratégicos*”, un concepto escasamente-definido y generalmente pensado para involucrar beneficios económicos potenciales.²⁰²

Pero, cuando el gobierno federal habla de “proyectos estratégicos”, debemos revisar también la importancia de los sectores de alta-tecnología. Como se ha comentado, en el sentido de evidenciar la supuesta erosión tecnológica norteamericana, las industrias de este país dependen enormemente de las políticas económicas y del comercio internacional. Así también, la industria de consumo electrónico claramente ejemplifica la importancia de la CyT en las actividades económicas; un sector industrial de alta-tecnología que fue dominado por los Estados Unidos durante los cincuenta y sesenta y que, desde los años ochenta, se encuentra ante una tremenda competencia dentro de los mercados internacionales.

Como apuntan Mowery & Rosenberg (1993) respecto al ejemplo de la industria de los semiconductores: es evidente que, durante los años cincuenta y sesenta, existió una importante influencia de los éxitos militares y espaciales en el desarrollo del área de los semiconductores y la electrónica en general. Sería hasta los años setenta cuando el sector militar deja de ser el principal mercado de consumo del circuito integrado, superado por la industria de cómputo. Estos autores sostienen que, en primera

instancia, las actividades militares apoyan decisivamente la financiación industrial en I+D, logrando posteriormente un mayor derrame civil. Además el apoyo directo del Ejecutivo siempre estuvo a disposición de los ganadores de contratos para proyectos específicos auspiciados por la *Defense Production Act*, que promovió las actividades de tecnología dual.²⁰³ Era evidente también que no sólo los requerimientos de adquisición del gobierno eran la clave, sino que una buena parte de los logros de la demanda vinculada con lo militar se vieron complementariamente favorecidos por la difusión del 'consumo americano', dejando al margen el consumo de productos extranjeros.

El derrame comercial desde las adquisiciones e investigaciones militares también parece fluctuar sobre el tiempo en una tecnología específica. Diversos factores impactan la magnitud de estos derrames pero entre los más importantes está la similitud genérica de requerimientos civiles y militares de una tecnología. Aunque las generalizaciones de este aspecto son peligrosas, una divergencia incremental de esos requerimientos en un amplio rango de tecnologías parece haber reducido la importancia económica del derrame militar-civil en los años recientes.

Frecuentemente, los requerimientos comerciales y militares en desarrollo, costo, dificultad y otros aspectos son muy parecidos entre sí en sus bases de desarrollo inicial hacia una nueva tecnología. Esta similitud general en requerimientos parece haber estado asociada con derrames significativos en la microelectrónica de principios de los 1960s, cuando las demandas de los mercados de miniaturización comercial y militar, que comenzaban su operación y dificultades, no eran tan dramáticamente divergentes. Durante los 1950s y 1960s, el motor del jet fue aplicado en bombarderos, transporte y tanques militares, todos los cuales tenían diseño de fuselaje y requerimientos del desempeño del mismo motor utilizado en el transporte aéreo comercial. El motor del jet fue el primer ejemplo de un derrame militar en esas tecnologías que parece haber cambiado. La relación cambiante entre las tecnologías militares y comerciales del área microelectrónica impactaron el establecimiento del consorcio de

²⁰² COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). "*Privatizing...* Op.Cit., p. 9.

²⁰³ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). "*The U.S. National Innovation...* Op.Cit., p.43.

investigación *Sematech (Semiconductor Manufacturing Technology)*, fundado conjuntamente por la industria privada y el sector militar de los EUA.²⁰⁴

Para Etzkowitz, la separación de la tecnología dual no era un gran problema cuando la I+D militar, especialmente en electrónica, era más avanzada que la I+D civil; “pero actualmente, cuando usualmente ocurre lo opuesto, el sistema de separación se ha convertido en obstáculo para lograr reducciones en costo y acceso a la tecnología más avanzada.”²⁰⁵ Esto se explica porque, a diferencia de la tecnología federal, la tecnología generada en las empresas frecuentemente no es compartida sino a través de acuerdos de transferencia tecnológica muy concretos. Cabe recordar que, el ejemplo del sector electrónico es realmente representativo de esta problemática de transición hacia las actividades civiles en I+D, aunque ciertamente es únicamente un caso. La adaptación para cada uno de los sectores específicos de innovación tecnológica varía a través de las diferentes áreas tecnológicas.

Este escenario plantea sin embargo un desafío mayor en la medida en que no se trata de recortar de tajo diversos programas del sector militar. Hay que considerar que muchos de ellos aún contribuyen exitosamente en el dinamismo económico. La mayoría han trabajado diversos campos de la tecnología dual que transfieren el conocimiento científico técnico para fines militares a tecnología de uso comercial.

Por ejemplo, dentro del mismo *Departamento de Defensa* podemos mencionar dos modelos exitosos del gasto federal en la promoción de la innovación comercial: 1) el *Small Business Technology Transfer Program (STTR)*, permite a las pequeñas empresas cooperar y acceder a la investigación que se desarrolla en las universidades, en los centros de I+D de fondos federales (FFRDC) o en instituciones no lucrativas; 2) el Programa *Small Business Innovation Research (SBIR)* otorga fondos para nuevos proyectos en I+D de pequeñas empresas tecnológicas o empresarios individuales (este esquema es un apoyo similar al que presenta el ATP del *Departamento de Comercio* en apoyo a los esfuerzos de innovación).²⁰⁶

²⁰⁴ Ibid, p. 47.

²⁰⁵ ETZKOWITZ, Henry (1997). *Industrial policy...*, Op. Cit. pp 183.

²⁰⁶ Véase, LEWIS, James (2004). **Globalization and National Security**. Washington DC, CSIS-Report...Op.Cit.

Concretamente, aún en la nada fácil intención de trasladar los propósitos militares a los civiles, nos percatamos de que la racionalidad generada por la Seguridad Nacional puede resultar tanto un obstáculo a solventar, como una ventaja a utilizar. Por ejemplo, en los últimos años, en un esquema de prioridad global-comercial (caso de la Administración Clinton) las cuestiones estratégicas en CyT se ubicaban en temas como Comercio, Salud, Medio Ambiente, Transporte, etc (aunque cabe aclarar que durante este periodo, a pesar de una reducción significativa, el presupuesto militar en IyD nunca descendió del 50 por ciento del total). En tanto que para el actual gobierno de G.W. Bush destacan los temas de Seguridad Nacional, Terrorismo, Seguridad Social, Investigación Espacial y se mantiene Salud. Pero sea en un entorno global-comercial o de Seguridad Nacional-militar, la muy específica participación federal en el apoyo a los proyectos de IyD ha sabido ser adaptada ante el desafío de un cambio o transición del entorno científico tecnológico en los niveles nacional, regional y global.

3.4 PRIORIDAD CIVIL EN LA ADMINISTRACIÓN CLINTON Y EL CASO DEL NIST (INSTITUTO NACIONAL DE ESTÁNDARES Y TECNOLOGÍA).

Con el afán de destacar la transición federal dentro de la perspectiva científico tecnológica entre las Administraciones de W. Clinton y G.W. Bush, hemos elegido al *National Institute of Standards and Technology* (NIST) como una de las instancias federales que ha recibido un apoyo contrastante en el lapso de ambas Administraciones. Cabe destacar que el NIST siempre ha sido una institución federal importante en este desplazamiento de las actividades militares en IyD hacia los proyectos de carácter civil. El NIST, junto con la *Office of Technology Policy* y el *National Technical Information Service*, es parte de la *Technology Administration*, que a su vez depende del *Department of Commerce*.

Históricamente, se considera al NIST como una agencia clave en el rediseño de la política en CyT; ello pese a que cuenta con un presupuesto de \$635.8 millones, equivalente a tan sólo 0.75 por ciento de toda la IyD federal (y que contó con 3,200 empleados en el año 2000). Aunque cabe destacar que este presupuesto crece en la práctica, en la medida en que otras agencias federales colaboran en el gran número

de proyectos auspiciados originalmente por el NIST; tal es el caso de la Agencia para la Seguridad Nacional (NSA) o la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa (DARPA).

La agencia se crea originalmente en 1901 como *Oficina Nacional de Estándares*, ante la necesidad del gobierno federal de convertirse en un arbitro más agresivo respecto a la problemática de estandarizar los elementos del avance social: medidas, volúmenes, peso, voltaje, etc. (tal fue el caso de la electrificación, que emerge en 1880). En poco más de un siglo de vida²⁰⁷, desde la época donde existían ocho medidas diferentes para un galón, hasta la idea de crear un condensado de átomos (*Condensado Bose-Einstein*) tan estable que tiende a actuar como un sólo gran átomo, el NIST ha sido actor y testigo de una parte importante de la evolución científico tecnológica contemporánea.²⁰⁸

Por su naturaleza, la función del NIST no únicamente ha apoyado al gobierno sino también ha sido muy importante para el sector industrial. Un breve ejemplo se da con la Primera Guerra Mundial, cuando los norteamericanos carecieron del vidrio óptico para periscopios y binoculares (el cual importaban de Alemania), la agencia comenzó a fabricarlo para abastecer las apremiantes necesidades de la guerra. Posteriormente, *Bausch & Lomb* y *Kodak* retomaron la tecnología creando industrias de vidrio como *Corning*. Obviamente, durante la Segunda Guerra Mundial, la agencia apoyó con una gran diversidad de proyectos: *desarrollo de 'fusibles de proximidad, dispositivos que indicaban la cercanía con el suelo de bombas, para activar la espoleta y detonarlas a la altura precisa'*, entre otros. Paulatinamente, la función del NIST se ha convertido en base esencial de científicos y académicos que requieren de datos, medidas, instrumentos, técnicas e innovaciones; particularmente sus científicos denuncian un recorte generalizado de las actividades dedicadas a la ciencia básica. La impresión de David Goodstein, físico del Tecnológico de California es elocuente: "Compañías como *Boeing, AT&T* y *Hughes* financiaron grandes

²⁰⁷ Véase página web: www.100nist.gov

²⁰⁸ Cfr. ALEXANDER, Brian (2001). "Los Reyes Atómicos del Mundo". En *Milenio*, 9 de junio. (Trad. Marco Culebro), p.19-21.

laboratorios que hacían investigación básica. Hoy en día, la mayor parte de ellos cerraron o han sufrido recortes. Sin el NIST, Estados Unidos no sería un líder de la tecnología”.²⁰⁹

La Administración Clinton, en su momento, se refirió a una *nueva misión y función del NIST*. “Por más de nueve décadas de trabajar con las compañías de los EUA, sus laboratorios han desarrollado una cultura de cooperación. De hecho, un reporte de mediados de los noventa, generado por el *Consejo de Competitividad* destaca los laboratorios del NIST por sus procesos de trabajo cooperativo con la industria y los define como ‘los más modernos de todos, además que representan quizá el mejor modelo a seguir para los otros laboratorios federales. (...) el NIST es muy flexible y capaz de responder con rapidez a los requerimientos industriales sin interferencias burocráticas”.²¹⁰ Bajo esta cultura de cooperación empresarial se cimienta el potencial del NIST ante los nuevos desafíos globales.

La misión y el papel del NIST se hallan en el centro de los proyectos norteamericanos para mejorar el desarrollo, comercialización y adopción de nueva tecnología. Bajo esta misión, pionera entre las agencias federales, el cliente directo del NIST es la industria americana y queda implícito que los beneficios económicos de este órgano son dirigidos a todos los ciudadanos norteamericanos. En este sentido, encontramos el reciente dilema acerca del criterio y las prioridades que se encuentran al interior de la inversión en CyT, tanto gubernamental como industrial.

En palabras del físico Robert Celotta, científico del NIST, la agencia tiene una triple función que va más allá de los ‘estándares y normas’: “La primera misión es ayudar a determinar el diccionario de tamaños, pesos, velocidades, temperaturas, densidades y cualquier otra medida común que la ciencia pueda soñar, a través de las cuales se entienden entre sí los individuos, las compañías y los países.... Otra misión es desarrollar técnicas avanzadas de medición que son retomadas por las compañías industriales para hacer productos. —El NIST inventa nuevas máquinas para ello, además de los procesos que captan esas medidas, que por lo regular

²⁰⁹ Ibidem.

transfieren a la industria—. La tercera misión es producir los datos que caracterizan a esos materiales al nivel de nuestra capacidad.... El NIST prueba y cataloga las propiedades de las sustancias que todavía no se comprenden plenamente”.²¹¹

Gracias a esta “Corte Suprema” de mediciones es como han logrado emerger nuevos campos del conocimiento como es el caso de la *nanotecnología*. Esta nueva tecnología involucra cualquier investigación vinculada con objetos de una dimensión menor a mil nanómetros.²¹² Hasta ahora es aún modesta la participación de esta tecnología en el mercado (p.e. telas resistentes a la suciedad, *nanopolvos UV* en cremas solares, el empaquetado de comida fresca, nanopolvos en pinturas, nanoestructuras de alta densidad para discos duros, etc.).

Esta manipulación de los átomos para generar materiales más ligeros y fuertes proyecta un gran potencial que podrá incursionar en aspectos diversos, como la manufacturación de productos, las computadoras microscópicas, microinstrumental médico o motores de vehículos no contaminantes. Otro ejemplo es el caso de la nanotecnología del carbono, donde se desarrollan nanotubos, los cuales a su vez forman un material cien veces más resistente que el acero y con únicamente la sexta parte de su peso. Las dimensiones adyacentes a este conocimiento pueden ser múltiples. Actualmente, se trabaja en la elaboración de microconductores, nanocircuitos, pantallas de visión ultradelgadas y hasta chalecos antibalas. Se calcula que, para el 2020, un 15% de la industria dependerá de la nanotecnología.

Con este tipo de tecnologías en sus manos, el NIST es oficialmente una agencia no-regulatoria de la *Administración Tecnológica*, dependiente del *Departamento de Comercio*; se encarga de promover el crecimiento económico mediante la vinculación con la industria para desarrollar y aplicar tecnología, mediciones y estándares. El NIST ha sido integrado como una parte de las prioridades civiles en IyD y representa

²¹⁰ Council on Competitiveness. “*Industry as a Customer of the Federal Laboratories*”. Washington, D.C., 1992.

²¹¹ ALEXANDER, Brian (2001). “*Los Reyes...*”, Op.Cit., p.20.

²¹² Un nanómetro es equivalente a diez metros a la novena potencia negativa. Los promotores de la nanotecnología hablan de que esta ciencia estimulará una nueva revolución industrial gracias a las enormes posibilidades de formar estructuras del tamaño de una molécula, tan complejas como una célula humana y cien veces más fuertes que el acero.

un verdadero esfuerzo para hacer más eficientes las dinámicas federales con respecto a la industria y, aunque en menor medida, al sector académico. Entre los diversos programas del NIST, encontramos:

- un Programa de Tecnología Avanzada (ATP) que invierte en proyectos de costo-compartido con el sector industrial para desarrollar disponibilidad de tecnología de altos beneficios que, de otra manera, no podría generarse debido a los riesgos tecnológicos y otros obstáculos que desalientan la inversión privada en IyD;
- el Programa de Investigación en Laboratorio, enfocado a conocer las necesidades tecnológicas dentro de la infraestructura industrial de E.U., incluyendo estándares, mediciones, adecuaciones tecnológicas, datos de evaluación, modelos en el proceso de manufactura, test de rendimiento productivo y técnicas de aseguramiento de la calidad;
- una Sociedad de Extensión Manufacturera (*Manufacturing Extension Partnership*, o MEP) que aumenta a escala un costo compartido, integral, con una amplia red nacional de más de 100 centros de extensión manufacturera para apoyar a las pequeñas y medianas manufacturas en modernizar sus capacidades de producción; y
- el *Premio a la Calidad Nacional Malcolm Baldrige*, que promueve un criterio a seguir en la administración de la calidad y competitividad, además de compartir información sobre estrategias de éxito.²¹³

El primero de estos, el ATP, será abordado en los siguientes párrafos con el propósito de ejemplificar las recientes tendencias y prioridades en la producción de alta-tecnología. En general, el NIST ha representado y desarrollado el modelo de una “cultura de cooperación” entre el gobierno y la industria²¹⁴. Pero aún así, en realidad no posee los amplios mecanismos necesarios para adoptar decisiones de CyT en la esfera nacional; esto significa que no genera la política, pero si ejecuta o realiza actividades científico tecnológicas federales muy importantes para el país y que llegan a repercutir determinadamente en las decisiones políticas.

²¹³ BELLO, Mark & BAUM, Michael. “Setting priorities ...” Op.Cit., **Gopher-subject**: Abril, 1995.

²¹⁴ El NIST, dentro del Department of Commerce es el principal laboratorio de los EUA con una misión específica de apoyo a la industria americana. Por muchos años, sin embargo, el instituto ha tenido que arreglárselas con un presupuesto justo o mermado en tanto la demanda de sus servicios creció. El presupuesto reciente se incrementó (durante los 90s) y nuevos programas han expandido su atención en tecnologías que son críticas para la competitividad del país (...) no obstante, la capacidad del NIST para apoyar a la industria de E.U. a desarrollar tecnologías críticas es limitado. En INMAN, B.R. & BURTON, Daniel (1991). “Technology...”, Op.Cit., p. 130.

Los economistas generalmente están de acuerdo en que la tecnología es una llave conductora del crecimiento económico, el cual es vital en la generación de empleos para la economía. Se espera que el ATP genere cientos de miles de trabajos en el largo-plazo, una vez que las líneas tecnológicas desarrolladas por las compañías con apoyo del ATP sean llevadas al mercado mediante los productos comerciales. Además de los trabajos que podrían derivarse directamente de las tecnologías apoyadas por el ATP, un efecto multiplicador podría generarse en la economía. Por ejemplo, cada trabajo en manufactura típicamente puede esperar generar empleos adicionales. No tratamos de estimar la prospectiva específica en la generación de empleo para cada uno de los programas anunciados hasta hoy, sólo se reconocen los grandes beneficios en términos de empleo derivados y que dependen fuertemente de un total despliegue comercial de esas tecnologías por parte de las compañías de E.U.²¹⁵

El ATP, como otros programas del NIST, es guiado por sistemas de medidas y evaluación que la agencia genera de acuerdo a las prioridades establecidas, analizando el rendimiento operacional y evaluando los beneficios de corto y largo plazo respecto a las inversiones y actividades de la misma agencia. Las prioridades son establecidas y los resultados medidos sobre la base de los beneficios alcanzados por la industria norteamericana. Se presenta un esquema de dirección con un fuerte involucramiento federal en la elección de los proyectos. En este concepto, de acuerdo a Cohen “el programa directivo es similar a la operación tradicional de los programas de investigación básica en la *National Science Foundation*. Las organizaciones en busca de apoyo presentan detalladas propuestas al NIST, las cuales son sujetas a revisiones técnicas y generan reconocimientos a los proyectos que son juzgados como los más promisorios. Aunque las propuestas son solicitadas por todas las industrias, casi todos los proyectos presentados han venido de industrias “high-tech”, en microelectrónica, materiales de superconducción y biotecnología”.²¹⁶

²¹⁵ “Questions and Answers on the NIST ATP Focused Program Areas”. **Gopher-subject**: Abril 1994.

²¹⁶ COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). “Privatizing ... Op.Cit., p. 5-6.

El ATP tuvo una gran expansión durante la Administración Clinton quien había logrado un incremento de \$68 a 200 millones de dólares entre 1993 y 1994. Aunque las intenciones de aquella Administración propusieron un incremento a \$400 millones para 1995 y \$750 para 1997, este presupuesto se ha mantenido muy similar al presupuesto logrado en 1994 (incluso el presupuesto para 2002 sólo autorizó \$184 millones de dólares, mientras el de 2002 descendió a 137 millones). Finalmente, en la práctica, no ha sido necesario un incremento como el sugerido en su momento por Clinton debido en gran parte a la naturaleza de ‘costos-compartidos’ del programa. Esto implica una característica muy selectiva de las áreas o programas por realizar, en tanto que se deja a las firmas privadas el diseño y supervisión de los proyectos. Como veremos, esta característica es denominada como “bienestar corporativo” por parte de los críticos (Republicanos) del programa.

A partir de que el gobierno federal ha procurado la búsqueda de beneficios económicos (retornos) de la IyD con mayor eficiencia, los índices del gasto en IyD han desarrollado una mejora en su estrategia de cantidad y calidad. En este sentido, durante la Administración Clinton, el ATP recibe importantes recursos ya que juega un papel muy importante en la búsqueda de tecnología de frontera. Sin embargo, la demora (tiempo de espera) entre los gastos y los retornos —incluida la difusión de los beneficios esperados sobre los amplios sectores de la economía— genera evaluaciones críticas del impacto económico de la mayoría de los proyectos del ATP y de los laboratorios del NIST basados en los esfuerzos de IyD de largo plazo. Esto también explica por qué los esfuerzos de Clinton por incrementar los recursos a proyectos como el ATP quedaron en buenos propósitos. Debido a que los efectos económicos pueden ser proyectados pero nunca se puede saber con certeza su impacto real, “el NIST debe seleccionar cuidadosamente las prioridades y confiar en los indicadores del desempeño en función a resultados de corto y mediano plazos para decidir dónde y de qué manera invertir sus recursos.”²¹⁷ Así entonces, el problema de medición del impacto económico derivado de los esfuerzos en IyD verdaderamente representa un asunto que considerar dentro de la dinámica económica federal, especialmente para los responsables políticos.

En el caso del NIST, el criterio de selección de estas prioridades ha estado en revisión constante desde los noventa. Por ejemplo, los proyectos del ATP son evaluados con base en cinco criterios elementales:

a) mérito científico y técnico, b) amplia-base potencial de beneficios económicos, c) adecuación de planes para comercialización, d) la experiencia y las calificaciones de los aplicantes y, e) nivel de compromiso del aplicante junto a la estructura organizacional.

Como indica Baum, tradicionalmente, estos cinco criterios han tomado el mismo peso aunque, bajo la nueva tendencia, el “mérito científico y técnico” recibe mayor atención mientras la experiencia y el “nivel de compromiso” recibirán menos. Esto es importante pensando en que el NIST es considerado como “la única agencia tecnológica federal con la misión primaria de ayudar a la industria de E.U. a fortalecer su competitividad. Mediante investigación, servicios, concesiones y programas emergentes, el NIST apoya a la industria en desarrollar, adaptar y comercializar las tecnologías que generan mayor productividad, más alta calidad además de nuevos y mejorados productos y/o servicios.”²¹⁸

En el proceso de establecer prioridades y evaluar resultados, las decisiones deben ser guiadas por información cualitativa y cuantitativamente adecuada que capture las necesidades de los consumidores y describa con precisión la eficiencia y efectividad con la que el NIST está respondiendo a esas necesidades. Entre esas decisiones, parecen emerger algunos elementos que se pueden convertir en ventajas o desventajas de acuerdo a la misma toma de decisión.

La paciencia es uno de los mejores aliados de una joven firma tecnológica pero las demoras son sus peores enemigos. En la forma de financiamiento a largo-plazo, la paciencia compra el tiempo de la compañía para trasladar descubrimientos e invenciones hacia productos comercialmente exitosos. Pero si la firma se retrasa demasiado en los tiempos del mercado, la oportunidad de negocio se cerrará, quedando al primer competidor que cruce el umbral.

En el NIST, varios programas ayudan en pequeño, aspirando a que las firmas de E.U. eliminen las barreras técnicas que impiden el progreso hacia la realización

²¹⁷ BELLO, Mark & BAUM, Michael. “Setting priorities ...” Op.Cit., **Gopher-subject:** Abril, 1995.

²¹⁸ BAUM, Michael. “NIST ATP requests comments on rule changes for immediate release”. **Gopher-subject:**TN-5940, Agosto 4, 1993.

potencial de las tecnologías comerciales emergentes. Estos programas ayudan no sólo a acelerar la innovación, sino también para acelerar los cruciales primeros pasos hacia la comercialización. (p.e. el ATP).²¹⁹

Cómo se ha observado, el caso del ATP representa una pequeña pero crítica porción del presupuesto del gobierno federal en IyD, con 0.2 por ciento²²⁰. Su importante función está caracterizada por 'compartir costos con compañías cuyos proyectos pasan la revisión de rigurosos méritos; el ATP ayuda a balancear la escasa inversión del sector privado en IyD de largo plazo o de alto riesgo, con ello impulsa la competitividad de E.U. en los mercados mundiales'²²¹. Este tipo de programas son de suma importancia en la medida en que apoyan y hasta reemplazan a la industria en los proyectos de IyD con retornos de largo plazo (en los cuales es más peligroso invertir debido a los riesgos de incertidumbre implicados).

Durante los años noventa, los proyectos en tecnología de alto-riesgo mantuvieron un lugar modesto, pero estimulante, a partir del apoyo de programas como el ATP. En 1993, por ejemplo, la industria financió cerca del 55 por ciento de toda la IyD en E.U. (incluyendo 6.3 de investigación básica). La mayor parte de esta investigación industrial fue concentrada en desarrollo comercial de corto-plazo e investigación aplicada; se estima que la IyD industrial de largo plazo (alto-riesgo) no rebasa el 1 por ciento (de ahí la importancia de proyectos de inversión compartida, como el ATP). Por otra parte, 59 por ciento de los \$70,000 millones del gobierno federal financiados en IyD para 1993 (equivalentes, ese año, a cerca de un cuarto de toda la IyD nacional) fueron vinculados a la defensa. Sólo cerca del 4 por ciento del gasto total en IyD provino de gobiernos estatales, universidades e instituciones no lucrativas, en tanto que menos del 0.5 por ciento fue IyD federal de alto-riesgo, tecnologías con disponibilidad de altos-resultados potenciales (caso del ATP).²²²

²¹⁹ BELLO, Mark. "Aspiring Technology Firms get a Technical Assist from NIST". **Gopher-subject:** NIST News Feature NIST 94-9, Febrero 7, 1994.

²²⁰ INTERNET: www.nist.gov/public_affairs/budget/nist_approp.htm

²²¹ "Statement on a proposed FY 1995 rescission to the Advanced Technology Program". **Gopher-subject:** electronic file, Febrero 9, 1995.

²²² Ibidem.

Como instancia federal, el NIST recibió un especial impulso desde finales de los años ochenta. Una importante justificación provino del tradicional defensor del NIST: el senado. Ed Hollings (demócrata por Carolina del Sur), preocupado por el vertiginoso ascenso de los japoneses de fines de los 80s, particularmente en el área de semiconductores, discutió con directivos del DARPA los desafíos de la nueva ciencia de la superconductividad. Se requería una especie de DARPA civil y el NIST parecía el nicho indicado; se aprobaría el *Acta Omnibus de Comercio y Competitividad* generadora del programa ATP, que funcionó como subsidio para desarrollar tecnologías de alto riesgo en las empresas.

El proyecto ATP se ha constituido como un esfuerzo fundamental para la IyD federal en la medida que ha abierto el camino a otros proyectos en IyD federal. Desde su inicio formal en 1990, el ATP invierte directamente en el crecimiento económico norteamericano a través de cooperar y promover los proyectos establecidos tanto con grandes como con pequeñas empresas o grupos. Al tiempo que el ATP cataliza a la industria en la búsqueda de tecnologías prometedoras, haciendo énfasis en los *costos compartidos*, el programa contribuye al entorno de desarrollo de la IyD, además que realza la dinámica del sistema norteamericano de innovación en conjunto.

Debido a su visión global y amplias fuentes de información, el ATP está en una posición única para desplegar alianzas potencialmente ventajosas y llevarlas a la atención de sus socios industriales. Por ejemplo, el ATP puede poner atención en una *joint venture*, una compañía externa cuyo trabajo propuesto parece entrelazar bien con el de la *joint venture*. O el ATP puede sugerir una alianza estratégica entre una simple-compañía aplicante proponiendo desarrollar una nueva tecnología y un uso potencial de esta tecnología, si dicha alianza pudiera incrementar las oportunidades de éxito de un proyecto.²²³

Efectivamente, el ATP tomó un papel más activo en la construcción de programas de cooperación entre el sector privado, las universidades y las agencias gubernamentales. Con ello, se constituyó como un sólido potencial tecnológico pese

²²³ "About the Advanced Technology Program". **Gopher-subject:** ATP-electronic file, Julio 1994.

a que muy probablemente sus mayores frutos serán vistos en un largo plazo, tal como ha sucedido en el pasado y considerando la naturaleza en la mayoría de los retornos de riesgo de la I+D.

De acuerdo con Bello (1995), las prioridades dentro del NIST, como parte del apoyo a la I+D federal y nacional, se encausan durante los noventa hacia la inversión en tecnología civil para el crecimiento económico. Esto ha implicado al menos 3 aspectos concretos:

- *Un énfasis incrementado en dirigir la I+D militar hacia una base tecnológica de uso-dual. Dentro del Departamento de Defensa, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada (ARPA) ha promovido los esfuerzos tecnológicos para fomentar el crecimiento de una base industrial integrada, económicamente competitiva y capaz de resolver las necesidades militares. Esta visión está expandiéndose hacia otras partes de la inversión en defensa.*
- *Un acceso creciente de la industria a la tecnología de uso comercial desarrollada en los laboratorios gubernamentales (originalmente realizada para otros propósitos). El Departamento de Energía y la NASA, por ejemplo, están trabajando para transformar las inversiones a sus laboratorios en beneficios económicos.*
- *Mantener un fuerte compromiso hacia la ciencia básica. Una saludable y productiva base científica nacional —la mejor del mundo— continuará siendo una fuente crítica para el futuro progreso tecnológico. La NSF y los NIHs son elementos clave en esta misión.*²²⁴

En el contexto de estas *nuevas* tendencias en la política científico tecnológica federal, el NIST había adquirido un importante y más definido papel que jugar. En la medida en que su presupuesto creció (particularmente con la Administración Clinton), la participación de esta instancia en el apoyo a proyectos en I+D se incrementó, aunque se aprecia difícil que alcance siquiera el 1 por ciento del total de los gastos federales en I+D. No obstante, su función es de gran trascendencia para la cooperación. Sus jefes de sección (en áreas como electrónica, fotónica, ingeniería

²²⁴ BELLO, Mark & BAUM, Michael. "Setting priorities ..." Op.Cit., **Gopher-subject**: Abril, 1995.

molecular, entre otras) mantienen vínculos cercanos con expertos industriales y científicos diversos para identificar las tecnologías a desarrollar para fortalecer el camino de la competitividad. Trabajando en conjunto con la industria y cooperando con otras agencias tecnológicas federales, el NIST contribuye significativamente en el esfuerzo nacional para acelerar los beneficios de la tecnología en el crecimiento económico.

Sin embargo, con la presente Administración, el futuro del impulso al ATP y al NIST en general parecía ser muy incierto, en particular por un descenso en el presupuesto 2001. George W. Bush anunció el congelamiento de los fondos al ATP como una medida política republicana al proyecto consentido de Clinton. De hecho, los argumentos en contra del NIST habían sido diversos en el Congreso, particularmente respecto a las funciones sobrevaloradas de la agencia y, más aún, sobre los subsidios excesivos al sector industrial. “*Si se está en contra de donaciones para los pobres, por qué financiar a las empresas*” —comentó en su momento la diputada Dana Rohrabacher (republicana de California). La evidencia es muy diversa: “Motorola, una compañía que tenía un mercado de 69 mil millones de dólares, recibió donaciones por 4.4 millones del ATP para que elaborara productos para el análisis de expresión del ADN; o que a la Harris Corp. se le otorgaron 13.8 millones para desarrollar infraestructura inalámbrica en aplicaciones digitales y multimedia”.²²⁵

Los defensores del NIST, como el gobierno de Clinton en su momento, argumentan que sus programas han contribuido significativamente en áreas tan diversas como el análisis automatizado del ADN, la televisión de alta definición, el montaje automotriz, los detectores de humo, la ingeniería textil y los sistemas de software. También se refieren a que esta instancia permite la incorporación de empresas de todas las dimensiones, además de la participación de diversas universidades, aunque también reconocen que, recientemente, la tendencia se adhiere a la adopción de un criterio más bien comercial donde predomina la elección de proyectos de potencial económico en el corto plazo.

²²⁵ ALEXANDER, Brian (2001). “*Los Reyes...*”, Op.Cit., p.21.

Inclusive, durante la elección presidencial de 2004, el contendiente demócrata John Kerry se manifestó contra los recortes de Bush al NIST y a algunos de sus programas como el ATP. Pero la reelección de Bush ha significado una etapa de austeridad para el NIST. Al no estar en las prioridades actuales, su presupuesto ha pasado de \$597 millones en 2001, a \$532 millones en el proyectado al 2006. Particularmente, Bush ha propuesto la eliminación del ATP desde el 2001, pero los demócratas en el Congreso lo han impedido. Algunos de los mecanismos federales para promover la competitividad y la innovación, como el ATP y el MEP, en el NIST, u otros programas de cooperación gobierno/industria/universidad financiados por agencias civiles (no solo del DoC, sino también de la NASA o el DoE), han encontrado en el Comité de Ciencia del Congreso un refugio ante las prioridades militares y de Seguridad Nacional de Bush. Finalmente la importancia estratégica de este tipo de programas (de carácter civil a pesar del entorno militar, con acercamiento a la investigación básica, dirigidos a tecnología de alto riesgo y con un matiz de largo plazo), justifica su valía por su aporte como mecanismo de vinculación directa dentro de las actividades en IyD.²²⁶

El ATP tiene la misión de promover que la investigación básica y aplicada realizada por universidades y organizaciones no lucrativas pueda ser capitalizada por las empresas en productos o servicios en el mercado. El Programa comparte IyD con empresas y organizaciones de todos los tamaños y alcances. Más de 160 universidades y 25 laboratorios nacionales participan en proyectos del ATP, los cuales tienen reglas claras respecto a los costos compartidos o la exclusividad de un enfoque hacia la investigación y no hacia desarrollo de productos. Para sus defensores, la propuesta presidencial de eliminar el Programa tendría un impacto muy negativo en la generación de trabajo en los sectores manufacturero y en los servicios tecnológicos de alta especialización.

²²⁶ Committee on Science (2004). Additional Democratic Views and Estimates on the FY2005 Budget for Civilian Science and Technology Programs. Democratic Caucus, 108th Congress. www.house.gov/science_democrats/archive/views05.htm

Algo similar sucede con el Programa *Manufacturing Extensión Partnership* que ha generado una red de centros y servicios para la aplicación tecnológica en los procesos de manufactura. Dicha red es financiada por fondos federales, estatales, locales y privados. Este Programa cubre el 98.8% de los centros de manufactura de EUA (unos 350,000 pequeños) los cuales representan más de la mitad del valor total de la producción nacional. Los centros trabajan de manera regional para proveer servicio y capacitación ante las necesidades más críticas, incluyendo procesos de mejora productiva, capacitación laboral y aplicación de TICs.²²⁷

Aunque, en una estrategia histórica más general, es posible que el gobierno de George W. Bush únicamente contemple el traslado de los proyectos de una a otra agencia federal, es importante el contrapeso del Legislativo para la protección de los 'programas no prioritarios'. Finalmente, de manera constante, la política científico tecnológica norteamericana siempre ha sido apoyada, solamente que a través de entornos diferentes. El sistema norteamericano de innovación ha sabido adaptarse a los movimientos pendulares (militar-civil) del gobierno federal. Solo que, como se ha demostrado en la historia y ocurre al inicio del siglo XXI, los grandes impulsos hacia la CyT se han presentado en entornos de Seguridad Nacional.

Concluyendo este punto, hemos tomado el caso del NIST con el propósito de demostrar la transición de la IyD federal hacia las prioridades civiles, bajo el apoyo de Clinton. Además de que instituciones como el NIST mantienen una importancia fundamental para la investigación básica y los proyectos de largo plazo. Se ha contemplado la posibilidad real de que la estrategia cambie con la Administración de George W. Bush: el regreso al viejo esquema de una IyD centralizada por la defensa parece ser el intento más reciente. Pero el cambio del entorno para la política científico tecnológica no es nuevo; con sus particularidades, una tendencia similar apareció luego de la era Carter, con el fortalecimiento de las actividades en IyD militar a partir la Seguridad Nacional y la 'guerra de las galaxias' de Reagan. Concretamente, el NIST y los esfuerzos del ATP, han sido buenos ejemplos de las

²²⁷ Committee on Science (2004). Additional Democratic Views... Op.Cit.

estrategias económicas 'renovadas' y los debates políticos dentro de la cambiante dinámica federal hacia la CyT.

3.5 TENDENCIAS GLOBALES Y CUESTIONAMIENTO DEL PAPEL FEDERAL COMO INTEGRADOR EFICIENTE EN IYD.

A lo largo del presente capítulo hemos analizado algunas respuestas endógenas del gobierno federal de los EUA ante diversos elementos globales en general y de la IyD en particular. Los casos del uso de tecnología dual o del propio NIST, han sido ejemplos de la adaptación institucional que el gobierno federal ha tenido que realizar como consecuencia del entorno global actual y del paradigma emergente en IyD. La convergencia entre las tendencias endógenas recurrentes y las globales emergentes, deriva en un replanteamiento real del viejo modelo "lineal-militar" de dicho gobierno.

En este punto, corroboramos y analizamos las tendencias globales más recientes de la política científico tecnológica norteamericana en un entorno de competitividad. Particularmente, se ubican algunos aspectos globales del papel de la CyT. Desde el entorno endógeno hemos visualizado que, aunque el país mantiene la supremacía de los intereses monopólicos de su industria militar, el gobierno federal permite y estimula una adaptación donde se apoya a la mejora del sistema nacional de innovación, la cooperación complementaria y la utilidad para los beneficios emergentes del capitalismo competitivo, entre otros aspectos.

Hoy en día es una realidad muy parcial la añeja perspectiva "lineal-militar" basada en los principios esenciales de a) cooperación justificada por la Seguridad Nacional y, b) la inversión nacional en Investigación y Desarrollo (IyD) con un financiamiento (tipo semilla) dirigido a sectores prioritarios (militares) y complementarios (ciencia básica y actividades de alto riesgo y/o largo plazo de la IyD). Es cierto que en los últimos años desde el 2001 la Seguridad Nacional (basada en el antiterrorismo) permitió el tercer gran ascenso histórico de los recursos federales en IyD; también es cierto que se mantiene el apoyo a muy diversos proyectos de investigación (básica y aplicada) con potencial en las diversas disciplinas científicas. Parte de lo que quizás ha cambiado

se ubica más bien en los criterios de distribución y estímulo de los recursos (financieros, humanos y estructurales).

Las coincidencias y contrastes entre las políticas científico tecnológicas de Clinton y Bush nos permiten afirmar que aunque hoy no existe la identificación clara de un modelo bien definido en esta política, el viejo esquema 'lineal-militar' mantiene una presencia medular. Se ha establecido que este viejo esquema federal derivó, desde los años 70s en el denominado modelo tribásico el cuál, a su vez, implicó la participación de los mismos actores del sistema de innovación (gobierno, industria, academia) pero con una participación federal gradualmente más discreta (regulatoria) en los proyectos concretos. Silicon Valley y la Ruta 128 encabezaron la lista de aquel modelo que se esparciría en toda la Unión Americana y el resto del mundo industrializado.²²⁸

Pese a que actualmente las grandes empresas globales se erigen como los máximos entes de la innovación y la tecnología, el gobierno federal se mantiene como el único capaz de generar una política en CyT con una dimensión nacional integrada. Organización, institucionalización, debate, financiamiento dirigido, sectorización y cooperación, son algunas de las lecciones continuas de la experiencia federal norteamericana en CyT. (Las cuales se retoman en el Capítulo 4).

Estos factores, sin embargo, deben tomar nuevas dimensiones a partir del nuevo entorno internacional. En términos prácticos, se hace inminente un rediseño en la política norteamericana en CyT debido a que se ha venido comprobando que el paradigma emergente ha puesto en evidencia aspectos de disfunción en el papel federal hacia la CyT. Particularmente, este paradigma es impactado por la emergencia de la competitividad internacional y la propia dinámica (movilidad y multi-adyacencia) del conocimiento científico tecnológico en el actual proceso global.

Por esta razón, es importante ubicar, de entre la globalización misma de las actividades de IyD, la situación que los norteamericanos guardan en el rubro de la investigación. La solidez de este país es incuestionable y buena parte de esa

²²⁸ Véase por ejemplo, LEWIS, James (2004), o SALOMÓN, Jean-Jacques (2001), en Bibliografía.

fortaleza ha sido propiciada por el entorno innovador fomentado desde las acciones del gobierno federal, incluido el financiamiento 'semilla' en sectores estratégicos.

1	Suecia	3.85	12	China	1.92
2	Japón	2.92	13	Reino Unido	1.87
3	Corea del Sur	2.89	16	Canadá	1.60
4	Finlandia	2.78	20	Singapur	1.47
5	Suiza	2.74	24	Costa Rica	1.13
6	Estados Unidos	2.67	26	Italia	1.08
7	Alemania	2.31	33	Cuba	0.70
9	Francia	2.23	47	México	0.42

FUENTES ORIGINALES: OECD-1999; *Centre for Science Research and Statistics*-1999; Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología-1998; *National Science Council*-1998; *Pacific Economic Cooperation Council*-1997. Datos tomados de Internet: www.nsf.gov

En la perspectiva internacional, aunque no son la nación con mayor partida de su PIB (Tabla 15), en términos reales los Estados Unidos representan alrededor del 40 por ciento de los gastos industriales mundiales en IyD, aún duplica a Japón, que es su más cercano perseguidor. En 1997, los norteamericanos gastaron un monto similar al alcanzado en conjunto por los otros miembros del *Grupo de los 7* (Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón y el Reino Unido). Luego de una baja mundial de gastos en IyD al iniciar la década de los noventa, a partir de 1995 estos gastos han recobrado energía en países como Estados Unidos, Japón, Alemania e Italia, aunque han permanecido sin mejoría en Francia y Reino Unido; el ascenso en el gasto mundial de IyD se atribuye a la mayor participación de la industria civil (lo cual está sucediendo en el caso norteamericano).²²⁹

Cabe recordar que los esfuerzos en financiación hacia la IyD deben estar cobijados por otros muchos factores (como los presentados en la Tabla 16). Por ejemplo, el *Reporte 2001 de Naciones Unidas sobre Desarrollo Humano* enfatiza la importancia

²²⁹ INTERNET: <http://www.nsf.gov/search97cgi/vtopic>

de la capacidad humana en el crecimiento económico, reflejada en el conocimiento creativo transformado en cambio tecnológico.

País	% IyD Industrial	Cient. e Ing. /x Mill Hab.	Años de escolaridad/ (>s15años)	País	% IyD Industrial	Cient. e Ing. /x Mill Hab.	Años de escolaridad/ (>s15años)
Suecia	62.9	4510	11.4	China	..	545	6.4
Japón	81.7	5095	9.5	Reino Unido	51.9	2666	9.4
Corea del Sur	84.0	2318	10.8	Canadá	50.7	2984	11.6
Finlandia	57.7	5058	10.0	Singapur	62.5	4139	7.1
Suiza	67.4	3591	10.5	Costa Rica	..	532	6.1
Estados Unidos	59.4	4099	12.0	Italia	43.7	1127	7.2
Alemania	61.4	3160	10.2	Cuba	..	480	7.3
Francia	48.7	2717	7.9	México	17.6	224	7.2

Elaborado con información del *UN-Human Development Report 2001* y del Banco Mundial-2002 (www.worldbank.org).

Respecto a las tendencias mundiales de financiación hacia la IyD, encontramos que, en el ocaso del Siglo XX, se observó una baja significativa del financiamiento gubernamental en el promedio dentro del *Grupo de los 7* y otros miembros de la OCDE.²³⁰ Parte de este cambio refleja cierta desconfianza industrial hacia los fondos gubernamentales cuando desempeñan la IyD. En 1981, los fondos gubernamentales dentro de la OCDE promediaron el 23 por ciento de los recursos que el sector industrial ocupó en actividades de IyD; pero hacia 1997 la participación del gobierno en los recursos a la IyD cayó al 10 por ciento.

Más concretamente, la investigación básica guarda una partida más bien discreta. Entre los gastos nacionales en IyD, los países del G-7 dedican diferentes porciones a su respectiva investigación básica. Para 1997, los Estados Unidos destinaron casi el 17 por ciento a estas actividades dentro de su total en IyD, esto es menor que los porcentajes reportados en Alemania, Francia e Italia (qué oscilan entre 21 y 22 por ciento), pero más alto que la investigación básica reportada en Japón (12 por ciento). Los críticos de la actual disfunción del Sistema Norteamericano de

²³⁰ En 1997, solo un tercio de los recursos de los países de la OCDE hacia la IyD provinieron del gobierno, este indicador contrasta con el 45 por ciento reportado a principios de los años ochenta, aunque se asemeja a la tendencia marcada por los Estados Unidos.

Innovación indican que, aunque sigue existiendo una supremacía absoluta en ciencia básica, ésta no es cristalizada en resultados tecnológicos concretos.

Algunos estudios (...) muestran que de un cuarto a un tercio de los beneficios del gasto en I&D norteamericano beneficia a otros miembros de la OECD. Dada esta realidad, por qué invertir? Internacionalmente, cada país debe dejar a otro que pague por investigación básica (la ciencia básica se mueve muy rápidamente alrededor del mundo y todos tenemos el acceso a ella aún antes de que ésta pueda ser transformada en procesos o productos actuales) y concentrar sus fondos en actividades de desarrollo de corto plazo donde uno puede potencialmente obtener una ventaja técnica de corto plazo que pueda generar altos ingresos a nivel nacional.²³¹

En este tenor, la política científico tecnológica norteamericana es muy permeable ante los debates globales. Particularmente, la política federal sobre el financiamiento a la IyD es un asunto fuertemente debatido que ha tenido un poderoso impacto sobre las tecnologías que han sido desarrolladas (y las que no) en las últimas décadas. Si bien el sistema de investigación básica de los Estados Unidos permanece inamovible aún hoy en día ante cualquier otra nación competitiva, la organización de las entidades gubernamentales se ha deteriorado en el sentido de que no ha existido una respuesta tan efectiva ante la necesidad de estructuras específicas de apoyo a la tecnología comercial. En otras palabras, esta crítica indica que no se ha logrado una eficiencia en trasladar las bases de la IyD hacia la conversión de productos de uso comercial. La indefinición de un modelo claro en la política científico tecnológica es evidente, siendo que su propósito y prioridad es fundamental comenzando con la necesaria estrategia de distribución de los fondos. Al menos una docena de agencias gubernamentales tienen actualmente diversas responsabilidades en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Considerando que los fondos federales habían oscilado entre 50 y 30 por ciento del total de la IyD nacional, la actual falta de

²³¹ THUROW, Lester (1996). **The Future of Capitalism**. New York, William Morrow & Co. Inc., p 294.

coordinación es un auténtico *handicap* frente al papel de otras agencias federales, como es el caso del MITI japonés.²³²

Esta crítica de la política federal norteamericana en CyT es certera sólo en parte. Aceptarla por completo sería desestimar seriamente el esfuerzo de otros países en sus propias actividades de I+D, además que, en la práctica, el gobierno federal de los EUA trabaja su propia estrategia nacional ante el proceso global. De entrada, aquella perspectiva pareciera insinuar que la ciencia (tanto básica como aplicada) debe reducir sus esfuerzos para dar paso a más actividades de desarrollo tecnológico, que son las más cercanas al proceso productivo y al mercado. Sin embargo, como hemos venido comprobando, la estrategia federal no desecha su modelo lineal para la distinción de la importancia tanto de la investigación (básica o aplicada) como del desarrollo tecnológico, tanto de la política científica como de la tecnológica (véase Tabla 17). Más bien aprovecha estas diferencias y echa mano de su experiencia histórico institucional para mantener su apoyo continuo hacia las redes que fomentan la CyT, en la diversidad de campos del conocimiento y con base en criterios de equilibrio entre disciplinas y etapas de la I+D.

Lo que si se observa, es un cambio en la nueva concepción dirigida y de equilibrio entre las prioridades militares (tradicionalmente fuertes, caso actual de la Administración Bush), las competitivas (de mayor apoyo a las redes industriales con un matiz multinacional, caso de la Administración Clinton) y globales (ante los elementos del paradigma emergente y los temas de la nueva agenda: medio ambiente, sanidad, regionalismos etc.).

Es importante destacar que, tanto la política científica como la tecnológica, forman sólo una parte indispensable para el crecimiento económico y deben de permanecer vinculadas con otras políticas públicas. Pero estas políticas no actúan de manera aislada e independiente. Más bien se deben complementar con una serie de

²³² Cfr. MINIAN, Issac (1998). *Políticas estratégicas vinculadas a la introducción de nuevas tecnologías: notas sobre los países industrializados*. En DOMÍNGUEZ, Lilia & WARMAN, José. **Tecnología y competitividad en un nuevo entorno**. UNAM, pp 107-137.

políticas aparentemente paralelas, tales como una política industrial, una política comercial, una política educativa y una política de propiedad intelectual. Enfocadas de tal forma que todas, en conjunto, integren una política económica y social con desarrollo económico sustentable, donde la innovación tecnológica y los procesos globales generan redes imprescindibles en CyT.

TABLA 17.- DIFERENCIAS ENTRE POLÍTICA CIENTÍFICA Y POLÍTICA TECNOLÓGICA.

	<i>Política científica</i>	<i>Política Tecnológica</i>
1.- Objetivos	<p>a) Generar conocimiento científico (básico y potencialmente utilizable) que podrá eventualmente emplearse son fines sociales y económicos, y que permitirá una comprensión y un seguimiento de la evolución de la ciencia.</p> <p>b) Desarrollar una base de actividades científicas y recursos humanos relacionada con el acervo mundial de conocimientos.</p>	<p>a) Adquirir tecnología y la capacidad técnica para la producción de bienes y la provisión de servicios.</p> <p>b) Desarrollar la capacidad nacional para la toma de decisiones autónomas en asuntos de tecnología.</p>
2.- Tipo principal de actividades cubiertas	Investigación básica y aplicada que genere conocimientos básicos así como conocimientos potencialmente utilizables.	Desarrollo, adaptación, ingeniería inversa, transferencia de tecnología, ingeniería de diseño, que generen conocimientos listos para utilizarse.
3.- Apropiación de los resultados de las actividades cubiertas	Los resultados (en la forma de conocimiento básico y potencialmente utilizable) se apropian diseminándolos ampliamente. La publicación es una manera de asegurar la propiedad.	Los resultados (en la forma de conocimientos listos para utilizarse) permanecen principalmente en manos de los que generaron. Las patentes, el <i>know-how</i> confidencial y los conocimientos detentados por profesionales aseguran la apropiación de resultados.
4.- Criterios de referencia para la realización de actividades	Principalmente internos a la comunidad científica. La evaluación de actividades se basa principalmente en los méritos científicos, y, en algunos casos, en sus posibles aplicaciones.	Principalmente externos a la comunidad técnica y de ingeniería. La evaluación de actividades se basa principalmente en su contribución a los objetivos sociales y económicos.
5.- Alcance de las actividades	Universal, las actividades y resultados tienen validez general.	Localizado (empresa, sucursal, sector o nivel nacional). Las actividades y los resultados tienen validez en un contexto específico.

6.- Posibilidades de planificación	Sólo se pueden programar amplios campos y directivas. Los resultados dependen de la capacidad de los investigadores (equipos e individuos) para generar nuevas ideas. Hay gran incertidumbre asociada	Las actividades y las secuencias se pueden programar más estrictamente. Por lo general se requiere muy poco conocimiento nuevo y lo que está implicado es el uso sistemático de conocimientos existentes. Hay menor incertidumbre asociada.
7.- Horizonte de tiempo dominante	Mediano y largo plazo	Corto y mediano plazo.

Fuente: Sagasti (1981) pp. 62-63.

La experiencia norteamericana en CyT, junto con la de otros países desarrollados, ha servido para la emergencia de una nueva visión del papel de las actividades científico tecnológicas en el desarrollo. Al mismo tiempo, ha sido inspiración de una serie de recomendaciones globales presentadas a través de diferentes organismos internacionales. Aunque tradicionalmente se ha aceptado la realidad de que la CyT contribuyen a intensificar las diferencias entre naciones y/o regiones desarrolladas y subdesarrolladas²³³, también es evidente que esta brecha se profundizará en tanto el subdesarrollo carezca de una infraestructura de acceso mismo al acervo global de conocimiento y de su capacidad decodificadora del mismo.

Un breve ejemplo de lo anterior lo constituye un estudio del Banco Mundial, realizado por la *Global Joint Task Force* (2000; Cap.V). En el mismo, se recomiendan cinco puntos básicos a considerar por parte de los gobiernos de países en desarrollo: a) instalaciones y recursos técnicos; b) recursos humanos (científicos y tecnólogos); c) cooperación local, regional e internacional; d) estrategias nacionales para el desarrollo científico, y; e) cooperación universidad-industria.²³⁴ Dichos puntos,

²³³ Por ejemplo, en los países desarrollados el promedio de científicos y tecnólogos por cada 1000 habitantes es de 3.8, superando 10 veces al promedio de los países en desarrollo (0.4). En el caso de la inversión en Investigación y Desarrollo, los promedios respecto al PNB son 2.0 y 0.5, respectivamente.

²³⁴ El estudio indica que la capacidad científica de los países en desarrollo es insuficiente y que, globalmente, algunas áreas que prometerían un gran potencial no reciben una atención adecuada; diversos proyectos quedan trancos por falta de apoyo público o privado, los recursos físicos y humanos son inadecuados para la educación científica debido a la ausencia de un valor real de la investigación y la capacidad científica. La *Task Force* sugiere un fortalecimiento de estrategias entre gobierno, industria y universidades, además del fomento de las redes de vinculación al entorno intelectual, productivo y financiero del conocimiento global como requisitos para incrementar la capacidad científica de los países. Esta visión optimista sugiere que los países deben aprovechar la tremenda movilidad de la CyT para incrementar su papel científico tecnológico en la actual

desarrollados evidentemente en el proceso de institucionalización de la CyT en Estados Unidos, ciertamente son válidos de manera general para las actividades de I+D de otros países; sin embargo, la experiencia norteamericana, cómo hemos venido observando, ha pasado por un proceso histórico institucional único y sus lecciones trascienden más allá de cualquier intento de receta científico tecnológica (el siguiente capítulo es un esfuerzo por destacar al menos cinco de sus principales lecciones en su política científico tecnológica).

Los procesos de innovación tecnológica no se reducen a la capacidad que al efecto tengan las empresas o los laboratorios o el sector público, sino que requiere de un “sistema nacional de innovación”, en tanto que conjuntos de actores involucrados y sus relaciones mutuas. Un dinamismo tecnológico únicamente puede surgir en la sociedad si en esta existen las infraestructuras y redes necesarias para apoyar la actividad innovadora, los procesos de generación, transferencia, adaptación y difusión tecnológicas.²³⁵

Es importante recordar que una respuesta local, nacional y regional ante los desafíos del proceso global, basa el éxito de su estrategia en las diferencias que pueden ser aprovechadas en la escala mundial. Las actividades científico tecnológicas no son la excepción. Así que, en una perspectiva pesimista, los países desarrollados podrán vender sus pescados, pero difícilmente enseñarán todas las artes de la pesca a los demás. Más bien, corresponde a cada sistema nacional (o regional²³⁶) de innovación observar, aprender²³⁶ y poner en práctica una estrategia ‘adecuada’ para la innovación, al interior de su propio entorno endógeno.

economía del conocimiento. Cfr. *Global Joint Task Force* (2000). **Higher Education in Developing Countries, Peril and Promise**. The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, Cap.V.

²³⁵ MARTÍNEZ, Eduardo (et.al.; 1994). **Ciencia, Tecnología y Desarrollo: Interrelaciones Teóricas y Metodológicas**. Santiago. ONU, UNESCO, CEPAL-ILPES, CYTED, Editorial Nueva Sociedad, p.9.

²³⁶ La existencia de lo que llamó Dosi (1990) *trayectorias tecnológicas* se complementa con la perspectiva conceptual de las *trayectorias regionales* (Braczyk, 1998). Esto nos permite observar que el conocimiento tecnológico no únicamente es organizado en sistemas técnicos a gran escala, en áreas o profesiones, sino también dentro del concepto de sistemas regionales de innovación. Aquí, el conocimiento se incorpora en las organizaciones productivas de la región, en las relaciones de cooperación, en las instituciones y en las estrategias políticas; en este ámbito, el conocimiento inusualmente se convierte en grandes saltos visibles, pero permite una mejora constante e incremental. La institucionalización del conocimiento técnico y el aprendizaje tecnológico han permitido que cada región incorpore en su desarrollo una historia tecnológica propia, la cual es tan importante como sus respectivas historia social, económica, política o cultural.

Cómo subrayaremos en el capítulo siguiente, una lección fundamental es que la institucionalización y profesionalización de la CyT parecen ser un camino ineludible. En la práctica actual, las instituciones ofrecen recursos para la adquisición, implementación y utilización económica del conocimiento tecnológico. Las redes de innovación son cristalizadas por la interacción de educación y capacitación, investigación y desarrollo, información tecnológica, transferencia tecnológica, producción, relaciones industriales, financiamiento y el mercado. Una estructura y esquema de cooperación adecuados permiten aumentar la sinergia a los actores regionales. La gobernabilidad institucional, formal e informal, está fuertemente vinculada con la capacidad regional colectiva para la toma de decisiones, la flexibilidad pragmática y el fortalecimiento de la innovación. “Esto significa que, además de la existencia de instituciones con empleados motivados y calificados, investigadores científicos, capital de riesgo y servicios de transferencia tecnológica, la coherencia interna y compatibilidad del orden local deben considerarse para emitir un juicio calificado de determinado sistema regional de innovación.”²³⁷

Cada política científico tecnológica, entonces, debe adaptarse a las condiciones globales y, sobretodo, debe ser capaz de generar condiciones endógenas apropiadas. Debe contemplar estrategias de mediano y largo plazos; debe apoyar el aprendizaje, el uso y la acumulación del conocimiento; estar consciente de que, en diversas situaciones, las ventajas tecnológicas pueden transformarse en bases duraderas de la competitividad internacional mediante una adecuada intervención del Estado.

En el plano endógeno del SNI, las tendencias recientes en los esfuerzos federales hacia la integración del sistema demuestran que el apoyo de este gobierno ha sido constante. Aunque la participación federal²³⁸ dentro de los fondos nacionales para la I+D ha disminuido a menos del 30 por ciento, esto se explica más por el aumento de

²³⁷ BRACZYK, Hans (et.al., 1998). **Regional Innovation Systems**. UCL Press, p. 425.

²³⁸ La participación del gobierno federal en el apoyo a la I+D tiene su mayor índice, 67 por ciento, en 1964 y mantuvo supremacía hasta 1979 que registró un 50 por ciento respecto a los gastos totales en I+D. El porcentaje se mantiene entre el 45 y 47 por ciento de 1980 a 1988. Justo desde 1988 la participación federal ha disminuido, registrando su nivel mínimo (27 por ciento) en 2002; esto de acuerdo con los datos iniciados en 1953 por la NSF.

esta financiación por parte de la empresa privada (que financia el 65.5 por ciento de la I+D nacional y realiza el 74.4 durante el 2000). Este desplazamiento por parte de la industria no significa necesariamente un retiro del gobierno federal en los gastos de I+D; por el contrario, en el periodo 1980-2000 se registra un promedio de crecimiento 'real' anual de 1.0 por ciento en el financiamiento federal hacia la I+D.

El gobierno sigue cumpliendo funciones similares a las de las dos décadas anteriores, no sólo en sus esfuerzos constantes hacia el financiamiento de la I+D, también en cuestiones de equilibrio tradicional: se mantiene el apoyo en investigación (básica y aplicada) hacia universidades y colegios, así como un soporte dirigido al desarrollo tecnológico del sector industrial; al tiempo que en la I+D intra agencias, se pugna por un equilibrio endógeno entre todas las actividades de la I+D (Tabla 18).

TABLA 18. OBLIGACIONES FEDERALES EN I+D, AÑO FISCAL (FY) 2001, POR REALIZADOR

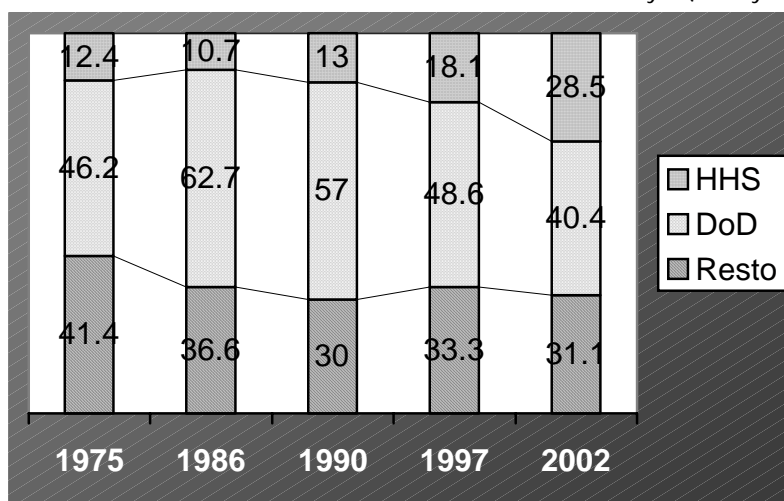
Por agencia	Realizador								
	Total realizadores	Intra-Federal	Extra-Federal					Gobiernos estatales-locales	Exterior
			Firmas, industrias	Universidades y colegios	FFRDCs	Otros no-lucrativos			
	(Millions of current dollars)								
Total.....	83,609	19,794	33,588	17,918	7,424	4,190	411	285	
DoD.....	36,462	8,628	25,317	1,534	752	154	10	66	
HHS.....	19,463	3,873	1,152	10,992	257	2,997	132	60	
NASA.....	9,966	2,507	4,850	787	1,315	385	11	111	
DOE.....	7,657	871	1,173	722	4,828	60	3	1	
NSF.....	3,431	62	134	2,788	231	193	7	17	
USDA.....	1,893	1,364	11	501	0	9	3	4	
Otras.....	4,739	2,490	950	595	41	392	244	26	
Por categoría									
Total.....	83,609	19,794	33,588	17,918	7,424	4,190	411	285	
Desarrollo.....	42,838	9,560	27,908	2,027	2,223	835	123	162	
Total-investigación.....	38,688	9,793	5,118	15,696	4,330	3,341	288	123	
Inv. básica.....	20,274	3,650	1,193	10,906	2,412	1,980	69	63	
Inv.	18,414	6,142	3,925	4,790	1,918	1,360	219	59	

Aplicada.....								
Instalaciones para la								
lyD.....	2,083	442	562	194	871	14	0	0

FUENTE: MEEKS, Ronald (2001). *FY 2001 Department of Defense share of Federal R&D funding falls to lowest level in 22 years* Data Brief, www.nsf.gov

Lo que si se hace evidente, es la disminución de la lyD militar y un aumento significativo de la lyD civil, a diferencia de las décadas anteriores. Durante gran parte de la Guerra Fría, la lyD militar determinó el rumbo de las actividades nacionales en CyT; aunque desde los años ochenta la lyD civil ha cobrado mayor importancia. En 1980, el presupuesto federal en lyD civil alcanzó a ser equivalente al de la lyD militar. Solo gracias a las modificaciones de Seguridad Nacional de Reagan (ante las emergentes condiciones globales), la lyD militar logró una expansión durante la primera mitad de los años ochenta y, sería a finales de esa década y durante los años noventa cuando la lyD militar sufre algunas reducciones en su presupuesto. Para el año 2000, sin embargo, el presupuesto se vuelve a equilibrar entre las lyD civil y militar, aunque con un aumento, en términos 'reales' de 29 y 28 por ciento, respectivamente en comparación con los niveles de 1980. Respecto a la expansión de la lyD civil durante los noventa, destacan las cuestiones de salud como las más beneficiadas (desde los años 80s); lo anterior se visualiza mejor en la Figura 5, donde el recorte en defensa pareciera ser la víctima directa del aumento del sector salud:

FIGURA 5. TENDENCIAS EN LA PARTIDA FEDERAL EN lyD (DoD y HHS)



FUENTE: MEEKS, Ronald (2002). *Changing composition of Federal funding for R&D and R&D plant since 1990* Data Brief, www.nsf.gov

En un documento que emite la NSF en abril de 2002, se confirma aún el impulso de la Administración Clinton hacia esta creciente importancia de los fondos federales en IyD no-militar. Se puede observar el ascenso del Servicio de Salud Humana (HHS) como destino de los recursos en IyD Federal, principalmente a través de los Institutos Nacionales de Salud (NIH). Dicho documento también subraya el descenso del apoyo a la IyD del Departamento de Defensa que, de un 57 por ciento del total, se programó un 40.4 para el año fiscal 2002. Estas tendencias se pueden observar tanto en cifras corrientes como constantes (ver Tabla 19), inclusive, detrás de dichas agencias, también se comprueba la presencia significativa de la NASA y el importante incremento presentado en la NSF (el cual confirma, a su vez, el reforzamiento federal hacia las actividades de investigación²³⁹).

TABLA 19. OBLIGACIONES FEDERALES EN IYD*: (AÑO-FISCAL=FY) 1990 – 2002								
Por agencia	FY 1990 actual	FY 1995 actual	FY 1998 actual	FY 1999 actual	FY 2000 actual	FY 2001 preliminar	FY 2002 preliminar	Cambio promedio anual % 1990-2002
(Millones de dólares)								
Total.....	65,831	70,443	73,743	77,386	77,356	85,452	84,938	2.1
DoD.....	37,755	33,857	35,352	35,753	33,215	36,457	34,324	-0.8
HHS.....	8,513	11,711	13,991	16,168	18,646	21,593	24,230	9.1
NASA.....	7,060	9,640	9,918	9,885	9,755	9,973	9,696	2.7
DOE.....	6,547	6,890	6,601	6,876	6,874	7,675	7,295	0.9
NSF.....	1,729	2,439	2,474	2,680	2,942	3,278	3,226	5.3
USDA.....	1,211	1,524	1,531	1,745	1,834	2,080	1,911	3.9
otras.....	3,016	4,383	3,878	4,280	4,091	4,397	4,255	2.9
(Millones de dólares constantes/1996)								
Total.....	76,503	71,851	71,319	73,807	72,383	78,317	76,239	0.0
DoD.....	43,876	34,534	34,190	34,100	31,080	33,413	30,809	-2.9

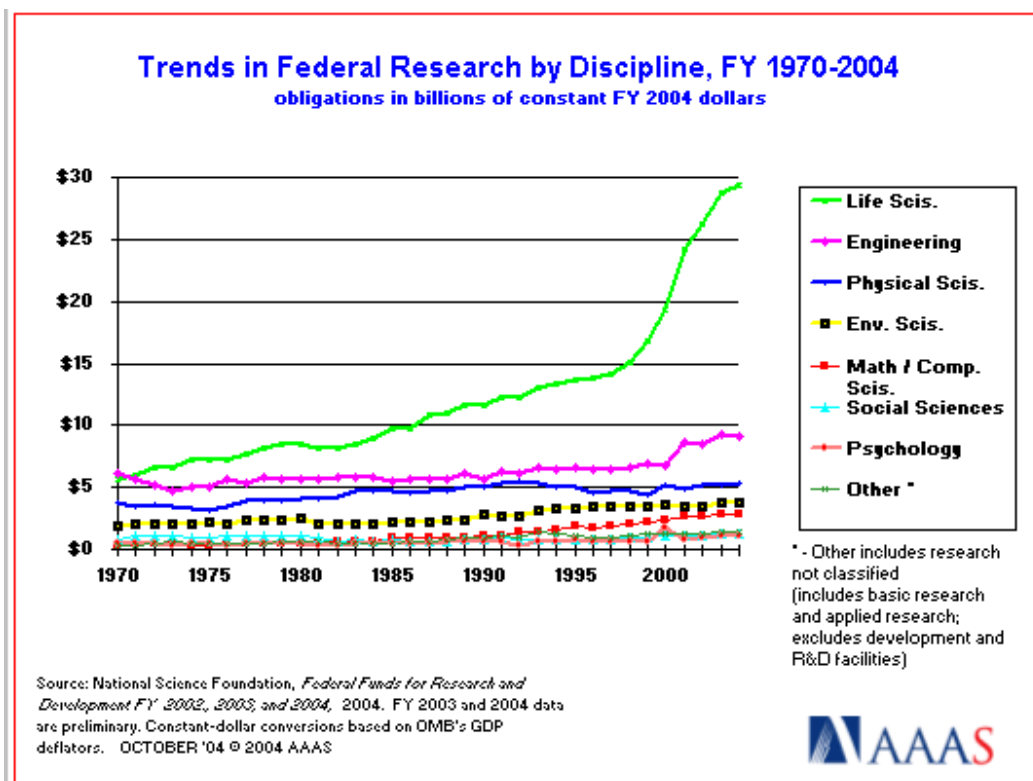
²³⁹

“La Guerra Fría, que sirvió como un importante estímulo del apoyo federal a la investigación durante medio siglo, ha llegado a su fin; la ciencia y la tecnología son reconocidas como elementos críticos en la emergencia de una economía internacional global...La conducción misma de la investigación ha cambiado, con una explosión de nuevas oportunidades que han incrementado la importancia de la investigación multidisciplinaria. Los horizontes de más corto tiempo entre concepto y aplicación, así como una mayor interactividad entre la investigación fundamental y la tecnología, han incrementado la necesidad de vinculaciones, de colaboración entre los investigadores”. Tomado de “In the National Interest: The Federal Government and Research-Intensive Universities”. **Gopher-subject:** ...Op Cit., Febrero, 1993.

HHS.....	9,894	11,945	13,530	15,420	17,447	19,790	21,749	6.8
NASA.....	8,205	9,832	9,592	9,428	9,128	9,140	8,703	0.5
DOE.....	7,608	7,028	6,384	6,558	6,432	7,034	6,548	-1.2
NSF.....	2,009	2,488	2,392	2,556	2,753	3,004	2,896	3.1
USDA.....	1,407	1,554	1,480	1,664	1,716	1,906	1,716	1.7
otras.....	3,505	4,471	3,750	4,082	3,828	4,030	3,819	0.7
*Incluye instalaciones.								
Fuente: National Science Foundation/Division of Science Resources Statistics, Survey of Federal Funds for R&D, 2002								

Resulta interesante también observar los campos de conocimiento hacia donde se dirigen los recursos. Dentro de las tres principales agencias (el DoD, el HHS y la NASA), los recursos son dirigidos de manera importante hacia la ingeniería, en el caso del DoD y la NASA, y hacia las ciencias de la vida, en el caso del HHS. Justamente son las ciencias de la vida las que han despuntado de forma sobresaliente desde los 80s, y aún más con la actual Administración Bush; incluso actualmente hay un debate respecto a este exceso en la distribución de recursos por disciplina y se ha solicitado no descuidar otros rubros como la ingeniería y la física. En la Figura 6 se observan dichas tendencias. Otras áreas científicas de prioridad para estas agencias son: matemáticas y cómputo, ciencias ambientales, ciencias sociales y psicología.

FIGURA 6. TENDENCIAS DE LA INVESTIGACIÓN FEDERAL, POR DISCIPLINA (1970-2004)



Tomado de: AAAS (2004). **Defense and Homeland Security R&D Hit New Highs in 2005; Growth Slows for Other Agencies.** Washington D.C., R&D Funding Update Nov. 29, p.5, www.aaas.org/spp/rd/upd1104.htm

Pero entrada la Administración Bush se da el movimiento pendular de un entorno de competitividad civil (Clinton) al retorno de base militar gracias al impulso contra el terrorismo derivado del 11 de septiembre de 2001. Como se ha comentado, la actual administración revitaliza el entorno militar afectando a algunas instancias federales en IyD civil, tal como se observa en la Tabla 20, las más afectadas son Agricultura, Educación y Comercio (donde ubicamos al NIST).

TABLA 20. GASTO FEDERAL EN IYD-ADMINISTRACIÓN BUSH (2004-2006/Mill./dólares)

Por Agencia:	2004	2005	2006	Variación 05-06%	
Defensa	65,462	70,422	70,839	417	0.6
Salud y Servicios Humanos	28,047	28,752	28,807	55	0.2
NASA	10,574	10,990	11,527	537	4.9
Energía	8,779	8,629	8,528	-101	-1.2
Fundación Nacional de la Ciencia	4,160	4,082	4,194	112	2.7
Agricultura	2,222	2,415	2,039	-376	-15.6
Comercio	1,137	1,134	1,013	-121	-10.7
Interior	627	615	582	-33	-5.4
Transporte	661	748	808	60	8.0
Medio Ambiente	661	572	569	-3	-0.5

Veteranos	866	784	786	2	0.3
Educación	299	297	261	-36	-12.1
Seguridad Interna	1,053	1,185	1,467	282	23.8
Otras	790	946	884	-62	-6.6
Total en IyD	125,338	131,571	132,304	733	0.6
Defensa	69,859	74,887	75,208	321	0.4
Civil	55,479	56,684	57,096	412	0.7
Por Rubros de IyD:					
Investigación Básica	26,588	26,928	26,608	-320	-1.2
Investigación Aplicada	27,838	28,235	28,232	-3	-0.1
Desarrollo Tecnológico	66,535	71,425	72,666	1,241	1.7
Instalaciones y Equipo en IyD	4,337	4,983	4,798	-185	-3.7
Total en IyD	125,338	131,571	132,304	733	0.6

AAAS (2005). **AAAS Report XXX: Research & Development FY2006**. Washington D.C., R&D Budget and Policy Program, abril, www.aaas.org/spp/rd/fy06.htm

En la primavera de 2004, el Presidente Bush emite un documento²⁴⁰ que establece algunos de los logros y las prioridades de su Administración en materia de CyT:

Primeramente se habla de un record en la inversión federal hacia la IyD (de 91 mil millones en 2001 a 132 mil millones de dólares en el año fiscal 2005). Este ritmo de crecimiento con promedio de 10 por ciento anual se estanca, sin embargo, en 2006 ante el déficit fiscal. Entre los rubros que destaca el Ejecutivo se encuentra la investigación básica, el apoyo a la IyD de agencias como el NIH o la NSF y el apoyo a tecnologías de manufactura crítica mediante programas concretos como el MEP.

En segunda instancia, el documento confirma el inicio de un *esfuerzo dinámico* en Investigación y Desarrollo centrado en combatir al terrorismo; prevenir otro ataque terrorista dentro del país se convierte en una prioridad nacional. Aquí se contempla la bioseguridad, la tecnología nuclear, la cyberseguridad, el resguardo de los laboratorios nacionales, etc.

Un tercer apartado se dirige al mejoramiento de la competitividad y la creación de oportunidades laborales. Una de las medidas destacadas en esta sección es la intención del Presidente de hacer permanente el *R&E tax credit* para asegurar la inversión en IyD de largo plazo, la cual servirá para el desarrollo de la próxima generación de tecnología avanzada. Otros rubros que destacan son el apoyo federal hacia la Nanotecnología y a la *Nueva Generación del Sistema de Transporte Aéreo*. Esperando que la Nanotecnología tenga un impacto básico en el desarrollo de diversos sectores de la economía, la *National Nanotechnology Initiative* fue promovida desde el Ejecutivo como una prioridad multi-agencia (con más de 12 agencias involucradas); en diciembre de 2003 el Presidente firmó la legislación del *21st Century Nanotechnology Research and Development Act*. Por su parte, el apoyo al nuevo sistema aéreo de transporte tiene una proyección al año 2025 y más. También se basa en un esfuerzo multi-agencia (*Department of Transportation, NASA, DoD, Homeland Security, DoC, la OSTP* y otros expertos de sectores público y privado).

Una última sección del documento se refiere al 'mejoramiento de la calidad de vida futura', donde existen programas que analizan el cambio climático, el uso de energía de hidrógeno, la futura exploración espacial, las tecnologías de la información o el estudio de la secuencia del genoma humano, entre otras áreas científicas.

²⁴⁰ BUSH, George W. (2004). **Bush Administration Science & Technology Accomplishments**. Washington D.C., Executive Office of the President of the United States, abril, www.ostp.gov

De modo complementario, entre las propuestas de innovación administrativa de Bush se han presentado las iniciativas inter-agencia en IyD (que en realidad ya existían); un mecanismo de coordinación de prioridades en IyD mediante una instancia ejecutiva de alto nivel en CyT; un presupuesto funcional en IyD; elevar el poder de decisión de instancias como el DoE y la EPA para promover rubros como la física; y, reestablecer la OTA (instancia de apoyo para el Congreso en funciones de 1972 a 1995) o el *Science and Technology Assessment Service*. Por otro lado, la Administración Bush se ha inspirado en la *Government Performance and Results Act* en la promoción de nuevos criterios presupuestales (de resultados a corto plazo) para la IyD, además que se ha manifestado en contra de las *earmarking* en IyD (que son partidas extraordinarias del Congreso) que –en la visión de Bush- ‘distorsionan las prioridades de las agencias federales’.²⁴¹

Respecto a los fondos en IyD contra el terrorismo, aunque no se han detallado los proyectos por obvias razones, se sabe que las instancias federales que trabajan en conjunto son: la Office of Homeland Security, la OMB, la OSTP y el NSTC. Entre ellas se coordina y desarrolla el plan antiterrorista inter-agencia en IyD.

La principal **crítica** a las tendencias de la política en CyT de Bush recae en la distribución de los recursos en IyD. Todo indica que los norteamericanos no están financiando los rubros adecuados en su IyD; aunque no es un problema de agregar mayores recursos, sino de distribuirlos cualitativamente. Una distribución adecuada solo puede derivar de equiparar el objetivo de mantener la supremacía tecnológica (y económica) con las cuestiones militares y sociales (caso del sector salud). Actualmente más de la mitad del presupuesto federal en IyD se destina hacia las ciencias de la vida; otras áreas han sufrido notables recortes (caso de la física).

Otra crítica se observa en que el gasto de la IyD federal se está dirigiendo hacia la realización de proyectos con enfoques de más corto plazo, de investigación aplicada o desarrollo tecnológico. Las empresas raramente asumen los riesgos de la investigación de largo plazo y se enfocan cada vez más en la nueva generación de productos y servicios con lo que se está descuidando a la investigación básica como

²⁴¹ KNEZO, Genevieve (2002). **Federal Research and Development: Budgeting and Priority-Setting Issues**,

fuelle de innovación fundamental para el liderazgo tecnológico del futuro. En otras palabras, aún las grandes corporaciones están apostando por la tecnología incremental de corto plazo y descuidan la investigación que genere posibles innovaciones radicales. Con ello, queda en entredicho la función gubernamental de 'balancear' las actividades de la IyD nacional, considerando que el sector privado que desarrolla IyD siempre se ha enfocado más hacia dichas actividades de desarrollo de nuevos productos debido a las presiones competitivas del mercado.

Los cambios en la financiación a la IyD afectan la oferta de capital humano y, por lo tanto, se afectan las decisiones individuales de las compañías de dónde ubicarse o cuál país es más conveniente para innovar en tecnologías específicas. Los científicos e ingenieros abandonan campos de escasos recursos por áreas de investigación mejor financiadas. Los resultados han sido marcados particularmente en el campo aeroespacial, donde la fuerza de trabajo no está siendo reemplazada lo que obliga a los estudiantes a emigrar a otras áreas. La decisión de EUA de enfocar su IyD hacia las ciencias de la vida es una de las razones que explica el por qué algunas industrias cruciales, como la de los semiconductores, están creciendo rápidamente fuera de los Estados Unidos. La decisión de reducir fondos a la ciencia e ingeniería del área física tendrá consecuencias en el largo plazo para la competitividad de los EUA y finalmente dañará el amplio esfuerzo nacional en IyD, así como a la Seguridad Nacional.²⁴²

De modo paralelo, el impulso reciente hacia la *seguridad interna* afecta directamente el liderazgo tecnológico y económico de los EUA. Las restricciones a los visitantes foráneos, al financiamiento o al intercambio de información acelera los efectos negativos ya que hace de los EUA un destino menos atractivo para inversionistas e investigadores. Esto puede reducir el número de instituciones norteamericanas con un mayor potencial global en investigación ya que el talento científico encuentra otros centros de investigación donde se puede desarrollar. Por ejemplo, un buen ingeniero aeroespacial mexicano podría encontrar diversos problemas tan solo por obtener su visa para los EUA, pero no tendría problema para viajar a Tolouse, Francia, sede del

107th Congress, Washington, *The Library of Congress*, www.cnie.org

Airbus. Detalles así, son los que van erosionando la competitividad y el liderazgo de los centros de investigación norteamericanos.

El enfoque restrictivo de las políticas nacionales de innovación y competitividad apareció desde el desafío japonés de los setenta. Algunas de las recomendaciones han sido: ajustar el sistema de patentes y otras normas de la propiedad intelectual, mejorar la educación y la capacitación laboral, incrementar los incentivos a los innovadores y fomentar la liberalización comercial. En el plano internacional, se optó por restringir la difusión tecnológica a la competencia o a los países potencialmente oponentes. Pero los viejos criterios que tenían sentido durante los años ochenta se han vuelto obsoletos hoy en día. Por ejemplo, durante más de una década los EUA enfocaron sus esfuerzos para evitar el flujo de tecnologías en semiconductores hacia China, pero hoy este país cuenta con 18 centros especializados en este campo (tecnología que obtuvieron de empresas europeas o asiáticas). Esto demuestra que tratar de impedir los flujos del conocimiento científico técnico es una tarea inútil en la era global. Lo cual también debe plantear tremendos desafíos al discurso de G.W. Bush de que los EUA deben establecer y mantener la soberanía global militar. Su política de defensa se torna peligrosa ante las nuevas realidades globales, particularmente respecto al armamentismo nuclear.²⁴³

Si la producción de ideas, la creación de conocimiento y la propiedad intelectual requieren de una expansión y aceleración para tener éxito dentro de la economía de la información, entonces la estrategia nacional debe adaptarse a las condiciones globales y reducir las inversiones en campos como el militar para redireccionar los recursos en áreas con mayores potenciales. La política económica debe trasladarse al entorno global contemporáneo y redefinir sus prioridades incluyendo la meta de reforzar y acelerar el dinamismo tecnológico nacional en la búsqueda de ventajas competitivas dentro del mercado global.

Concluyendo este punto, los factores exógenos y endógenos parecen darle otra dimensión al papel del gobierno federal pese a que sus esfuerzos y apoyo hacia la

²⁴² LEWIS, James (2004). **Globalization and National Security**. Washington DC, CSIS-Report...Op.Cit., p.7.

²⁴³ Véase por ejemplo, SPEED, Roger & MAY, Michael (2005). "Dangerous Doctrine". En *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 61, marzo-abril, pp. 38-49.

IyD son constantes. La función integradora adquirida en los tiempos de la posguerra ha perdido intensidad ante el reto de una acertada distribución de los recursos en IyD, además de la emergencia de la dimensión global. No obstante, su papel de integrador se mantiene en la medida en que sigue regulando diversas actividades al interior de las nuevas redes de la innovación, continúa incentivando proyectos específicos en IyD, además de ser el único responsable de una política nacional en CyT. Ahora la posición federal actual mantiene una estrategia lineal en cuanto a que estimula diversas áreas de la innovación donde la industria prefiere no incursionar, el problema es quizás la distribución de recursos, tal como se ha analizado. El peso específico del sector militar representa grandes retos, aunque ya se demostró que será posible un movimiento pendular hacia la tecnología civil en futuras Administraciones. Los retos del gobierno federal para mantenerse como integrador nacional de la CyT deben dirigirse a un rediseño de equilibrio, cooperación, sectorización y debate continuo, todas ellas fortalezas construidas que deben ser retomadas como lecciones de la misma política en CyT en los EUA (Capítulo 4).

4

CAPÍTULO

LECCIONES EN EL REDISEÑO DE LA POLÍTICA NORTEAMERICANA EN CyT

...la tecnología esta afectando profundamente la manera en que la gente piensa y actúa, alterando dramáticamente la forma y dirección de la sociedad y cambiando la naturaleza de la competitividad. De cómo se anticipen y reaccionen las comunidades, regiones y naciones a este nuevo ambiente competitivo va a depender en gran medida la salud y la viabilidad de sus economías.

Nuevas alianzas institucionales están alterando las estrategias tácticas del desarrollo económico y la diversificación. Nuevas relaciones entre el sector público, privado y la academia están teniendo importantes consecuencias en la manera en que pensamos y actuamos respecto al desarrollo económico.

W. Smilor, G. Kometsky, D. Gibson

4.1 EUA ANTE LA UNIVERSALIDAD Y DINÁMICA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO

Desde hace mucho tiempo, se ha argumentado que el crecimiento económico y el desarrollo de cualquier nación dependen enormemente o están conectados directamente con el nivel de su capacidad tecnológica²⁴⁴. Sin embargo, los principales elementos claves en la abstracción de la naturaleza del cambio tecnológico y los procesos de innovación, así como un más adecuado entorno conceptual, han cobrado fuerza en las últimas dos décadas. La tarea primordial del presente capítulo es, consecuentemente, generar algunas reflexiones del análisis en torno a la importancia y complejidad del proceso de innovación tecnológica

²⁴⁴ Este aspecto ha sido especialmente explorado para explicar el crecimiento económico de las naciones industrializadas, por ejemplo, en los trabajos de NELSON & WRIGHT (1992), ROSENBERG & BIRDZELL (1986) o VERSPAGEN (1993).

norteamericano destacando la inminente vinculación entre el conocimiento, la tecnología y la competitividad internacional. Se analizarán especialmente tanto el creciente dinamismo en la movilidad del conocimiento científico tecnológico como algunas de las importantes implicaciones y tendencias en la experiencia del Sistema Norteamericano de Innovación.

En este análisis general del SNI, queremos hacer una breve reflexión al papel histórico jugado por los Estados Unidos en el trabajo de sistematización que permitió al hombre dar un gran paso al haber conocido la importancia del conocimiento científico tecnológico como herramienta para el desarrollo de la sociedad contemporánea. A este respecto, se hace énfasis en la falta de nacionalidad y enorme movilidad de estos conocimientos los que, sin embargo, son producto de entornos endógenos concretos, cristalizados (mayoritariamente) en civilizaciones enteras o en los actuales países desarrollados.

De hecho, la primera gran lección histórica de los Estados Unidos se observa en su capacidad endógena para hacer buen uso de la universalidad y diversidad del conocimiento con el fin de hacer de la ciencia y la tecnología poderosas e imprescindibles herramientas contemporáneas. No es un secreto que el papel determinante de la CyT en la civilización global contemporánea debe gran parte al Capitalismo como un sistema cuyos elementos endógenos permitieron la generación del denominado (sub) Sistema Norteamericano de Innovación.

Fue con el Capitalismo que la innovación se hizo acumulativa, por lo menos en la escala de los cuatro o cinco últimos siglos de gestación y de maduración de la economía moderna. Adquirió, sobre todo después del siglo XIX, una velocidad sin medida común con todo lo que se había observado antes. Y desde el fin de la segunda guerra mundial el cambio técnico ha conocido una fuerte aceleración, a un punto tal que sus límites sociales y sobre todo ecológicos y éticos, parecen en adelante más próximos.

Hoy en día la innovación procede de la aplicación planificada de los conocimientos científicos y técnicos y es una actividad regular de los laboratorios de investigación de las grandes empresas y de los gobiernos de Europa, Estados Unidos y Japón, así como de algunos países del Sur de industrialización reciente. Como en el pasado, es expresión y fundamento de la

desigualdad de las sociedades en el tiempo y en el espacio. Pero en la actualidad es un elemento fundamental de la competencia económica, política, militar y cultural entre los estados.²⁴⁵

Tocaría a los Estados Unidos la función histórica de sistematizar e institucionalizar los brotes conocidos de ciencia y tecnología a través de la historia de las civilizaciones previas al capitalismo contemporáneo. Esto implica un proceso sumamente complejo que puede ser abordado desde un sinnúmero de perspectivas (incluida la cultural²⁴⁶) que desafortunadamente quedan al margen de la presente investigación, aunque siempre la CyT se mantendrán como un proceso cultural de las sociedades.

Es importante mantener la cautela ante la tremenda complejidad y multidireccionalidad del conocimiento; los Estados Unidos junto con otros países desarrollaron la sistematización del conocimiento científico y tecnológico pero, por la misma movilidad del conocimiento, es imposible asegurar el liderazgo en la posesión del conocimiento de frontera. Además, ninguna empresa (incluidas las norteamericanas) puede ser obligada a utilizar una tecnología 'determinada', particularmente cuando el mercado global de tecnología se ha diversificado inusitadamente. Lo que si resulta importante es definir una política nacional en CyT.

Gracias en gran parte al ejemplo norteamericano, cada país de los hoy denominados desarrollados se ha preocupado por la institucionalización, profesionalización e industrialización de la CyT. Pero más allá de los elementos específicos de cooperación, competitividad y asimilación tecnológica de cada sociedad, la Historia nos indica que el conocimiento científico y la tecnología se hallan en cambio permanente y su nacionalidad es incierta o relativa (pese a que los científicos y tecnólogos sí posean una nacionalidad determinada). La idea es aprovechar las

²⁴⁵ YACHIR, Faysal (1997). *El Estado y la innovación*. En CHAVERO, Adrián. **La tercera revolución industrial en México**, UNAM-IIE.

²⁴⁶ La UNESCO, por ejemplo, vincula la CyT con la Cultura y el Desarrollo; por su parte, el profesor de Harvard y Premio Nobel de Economía 1998, Amartya Sen, habla de la escisión entre dos concepciones muy distintas del desarrollo (*noción de opulencia y noción de desarrollo en libertad real*) y, en este entorno, se refiere a la vinculación entre tecnología, neoliberalismo y diversidad cultural; existen también muy diversos trabajos que hablan de la vinculación tecnología- identidad cultural, de la cibercultura, del impacto social de la tecnología, etc. Una breve sugerencia al respecto se halla en ARONOWITZ, Stanley & MENSER, Michael (1998). **Tecnociencia y cibercultura**. Barcelona, Paidós.

ventajas del conocimiento a las que se tiene mayor acceso debido al proceso de Globalización para, al mismo tiempo, trabajar en un entorno endógeno y producir bienes, tangibles e intangibles que, a su vez son susceptibles de quedar en el gran acervo global de conocimiento.

Como sabemos, las condiciones específicas de la sociedad estadounidense (elementos endógenos) permitieron una asimilación, adecuación y generación de tecnología, independientemente de que parte de los orígenes de ésta se hallaba en otras sociedades (elementos exógenos). De acuerdo con la Tabla 21, el registro de patentes de origen externo es un indicador importante de cómo se rescata el conocimiento y las tecnologías de origen exógeno para convertirlos en elementos endógenos al propio sistema de innovación.

TABLA 21. PATENTES CONCEDIDAS EN E.U. POR PAÍS DE ORIGEN (EN % DE LAS PATENTES FORÁNEAS)

	1883	1890	1900	1913	1929	1938	1950	1958	1965	1973	1979	1986
Alemania (=)	18.67	21.47	30.72	34.02	32.36	38.18	0.57	25.60	26.40	24.25	23.87	20.80
Australia	1.11	1.20	2.33	1.97	1.96	1.18	1.54	0.60	0.94	0.92	1.12	1.14
Austria	2.62	3.37	3.36	3.99	2.47	2.91	0.48	1.12	1.16	1.02	1.19	1.09
Bélgica	1.59	0.86	1.35	1.28	1.30	1.23	1.07	1.14	1.50	1.23	0.98	0.74
Canadá (-)	19.94	17.63	10.54	13.22	10.25	6.35	11.16	7.99	7.00	6.20	4.56	4.01
Dinamarca	0.56	0.38	0.46	0.67	0.71	0.71	1.36	0.74	0.74	0.70	0.56	0.56
Francia (-)	14.22	8.46	9.79	8.07	9.76	9.23	15.54	10.36	10.90	9.38	8.46	7.22
Holanda	0.24	0.29	0.75	0.47	1.57	3.38	8.10	5.71	4.15	3.03	2.80	2.20
Italia	0.24	0.29	0.92	1.31	1.91	1.43	0.86	3.02	3.38	3.39	3.14	3.05
Japón (+)	0.16	0.10	0.03	0.45	1.40	1.51	0.03	1.93	7.43	22.10	27.69	40.35
Noruega	0.32	0.14	0.49	0.74	0.71	0.54	0.95	0.61	0.42	0.42	0.43	0.25
Reino Unido (-)	34.55	36.15	30.52	23.29	22.23	22.70	36.00	23.45	20.62	12.56	10.07	7.37
Suecia	0.95	1.52	1.32	2.07	3.19	3.13	6.67	4.64	4.50	3.40	3.02	2.70
Suiza	1.75	2.66	2.27	3.11	4.46	3.72	9.73	8.80	6.97	5.79	5.40	3.70
Este Europeo (incl.URSS)	0.40	0.67	1.49	1.19	1.62	1.61	1.23	0.55	0.89	2.53	2.76	1.13
NIC's	0.40	1.19	1.12	1.21	1.03	0.90	1.41	1.31	1.71	1.36	1.45	1.50
Otros	3.28	3.62	2.54	2.94	3.07	1.29	3.28	2.43	1.29	1.72	2.50	2.19

Fuente: DOSI, PAVITT & SOETE (1990). *The Economics of Technical...*, p.43.

Por ejemplo, se puede destacar el notable caso descendente de la contribución del Reino Unido que, desde hace más de un siglo había sido una fuente importante del

desarrollo científico tecnológico norteamericano y mundial, o el caso japonés que sólo hasta los años sesenta y setenta comienza a tomar una gran importancia en la innovación tecnológica internacional. También observamos la constancia alemana, sólo deteriorada por las razones políticas luego de la Segunda Guerra Mundial, o los descensos de Canadá y Francia.

La transferencia de conocimientos y tecnologías juega un papel de enorme trascendencia ya que, como se ha dicho, si la tecnología moderna es un producto final de una serie de procesos de Investigación y Desarrollo, la sociedad receptora debería estar en condiciones no sólo de usarla, sino también de fabricarla y adaptarla a sus requerimientos. Esto implica que los conocimientos y tecnologías únicamente pueden ser asimilados por un sistema endógeno, en tanto existan las condiciones internas. Esto es un desafío ante la intensidad del avance científico técnico ya que dicha aceleración del ritmo de creación, difusión y acumulación, sugiere sin duda también una depreciación del conocimiento.

En la actual globalización vemos un arma bivalente respecto a los conocimientos científico tecnológicos. Por un lado, se percibe a la CyT modernas como un producto muy valioso del capitalismo contemporáneo, aún dentro de su parte ideológica: el neoliberalismo. Pero, apoyados en la historia, no podemos pensar que todo se ha ya inventado y que necesariamente debemos dirigirnos hacia ese tipo único de desarrollo; la historia nos ha demostrado que la diversidad ha estimulado el desarrollo de la humanidad. La sociedad internacional si bien, por vez primera adquiere en un entorno capitalista la posibilidad de conocer lo que sucede en todo el mundo, también debe ser consciente de que el conocimiento y la tecnología deben cumplir con el desarrollo de todos, de la humanidad en general, independientemente de su ideología.²⁴⁷

Se perciben entonces dos tendencias aparentemente contradictorias pero que, en realidad, se entrelazan en el capitalismo contemporáneo. Una es la propiedad del hombre de ir reduciendo el conocimiento que considera más útil: del conocimiento general al científico y al tecnológico para, luego intentar una homogenización y

reducción del conocimiento acumulado en la búsqueda de sus propósitos específicos. Sin embargo, la historia nos marca la pauta para ser cautelosos, por lo que el hombre debe también enfocarse en la necesidad de hacer buen uso de la diversidad y la heterogeneidad de los conocimientos y valores de civilizaciones “rezagadas” ante el capitalismo contemporáneo.

Debemos no sólo pensar diferente sino aprovechar esa diversidad en ideas y soluciones más concretas. Resulta interesante recordar, por ejemplo, que el primer acuerdo documentado en materia de transferencia tecnológica no se realizó en la actual dirección Norte-Sur como se pudiera creer, sino por el contrario, se presentó en el año 1277 donde Venecia adquirió de Siria los conocimientos de la técnica del soplado de vidrio.²⁴⁸ Así, el conocimiento debe reconocerse como adyacente en todo momento, con una multidireccionalidad insospechada, y aunque el hombre algunas veces perciba que lo posee al sistematizarlo, solo puede tratarse de una percepción mínima y relativa ante la abrumadora noción de la contundente y compleja realidad.

Aunque si, debemos reconocer que los conocimientos científicos y tecnológicos de nuestro tiempo han revolucionado a la llamada civilización global, también debemos valorar el enorme pasado cognoscitivo del hombre, el cual no puede ni podrá nunca estar completamente contenido en la organización científico tecnológica actual. Resulta obvio pensar que el conocimiento es solo una parte de la contundente realidad con que la humanidad se ha encontrado (y continuará haciéndolo) a través de la Historia.

Se ha dicho que todos los antiguos movimientos científicos de las distintas civilizaciones fueron como ríos que confluyeron en el océano de la ciencia “moderna”. La ciencia moderna tiene sus raíces en un pasado extremadamente diverso tanto en el tiempo como en el espacio, que abarca desde las primeras civilizaciones de Asia, Mesopotamia, Egipto, pasando por el “milagro griego”, hasta las tradiciones judeocristianas, árabe y escolástica. Sin embargo, tal como entendemos el término, la ciencia es un fenómeno relativamente reciente. En el

²⁴⁷ Cfr. DURÁN, Rafael (2000). “Tecnología y Cultura Neoliberal: ¿Ausencia de Diversidad?”. Revista *Horizontes Aragón*, Posgrado UNAM-Aragón, mayo-agosto.

²⁴⁸ UNESCO (1994) “*Cultura y Desarrollo*”, Carpeta de información sobre el tema, p.13.

siglo XVII se dio un avance importante tan distinto de los anteriores que podría llamarse una “revolución intelectual” sin precedentes. Gastón Bachelard (1938) lo ha llamado un adelanto epistemológico y Thomas Kuhn (1962), un cambio de paradigmas.²⁴⁹

Entender a la tecnología, su movilidad, su importancia cultural y su papel como herramienta de la humanidad, es fundamental para cualquier sociedad contemporánea. Lamentablemente, para la mayor parte de los poseedores actuales del conocimiento y tecnología (encabezados por las grandes *empresas multinacionales*, los gobiernos poderosos y la élite económica mundial) la idea de dirigirnos hacia una sociedad de mayor equilibrio o justicia económica y social no tiene ninguna premura. Más bien se crea una perspectiva donde la globalización pone esos conocimientos (generalmente en forma de productos finales) “al servicio de todos”, coartando así la necesidad social de apoyar a las actividades de I+D y crear innovación. Creemos que parte del desafío radica en aprovechar esa globalización de la CyT para desarrollar una cultura del conocimiento donde no sólo usemos la tecnología, sino que nos preocupemos por entenderla (acercándonos al conocimiento) y por adaptarla a nuestro propio contexto social estimulando y manteniendo una capacidad innovativa.

En la Tabla 22, se presenta una breve discusión histórica retomada de Aggarwal²⁵⁰, donde la tecnología ha sido desarrollada para crear una ventaja económica de una nación por sobre otra. Es decir, cómo la tecnología, de acuerdo con la evolución que ha tenido dentro de los diferentes pueblos, ha marcado la pauta del desarrollo económico de éstos y de las regiones en las cuales se encuentran. Así, sobresalen las naciones consideradas potencias tanto económicas como tecnológicas y que marcan la pauta de las tendencias económicas internacionales.

TABLA 22. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA / CAMBIOS EN LOS CENTROS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

Centro Geográfico de desarrollo		Centro Geográfico temporal de crecimiento económico	
Tecnología / industria	Región del desarrollo	Región de crecimiento	Siglo

²⁴⁹ SALOMON, Jean-Jaques y otros. (1996). **Una búsqueda incierta: ciencia, tecnología y desarrollo**. Edit. Universidad de las Naciones Unidas, CIDE, FCE., p. 49.

²⁵⁰ AGGARWAL, Raj. (1992). *Technology transfer and economic growth*. En **The environment of technology transfer**. Pinter Publishers.

	previa	económico	
Navegación	Medio Oriente	Sudeste Europeo	Del 13 ½ al 16 ½
Comercio/banca	Sudeste Europeo	Ciudades Norte Europeo	Del 16 ½ al 18 ½
Administración / gobierno	Ciudades Norte Europeo	Reino Unido	Del 18 ½ a fines del 19
Revolución Industrial	Reino Unido	Este de Estados Unidos	De inicio a fines del 20
Industrias del Conocimiento	Este de Estados Unidos	Oeste de Estados Unidos y Cuenca del Pacífico	Fines del 20 e inicio del 21 (?)

Fuente: Aggarwal, Raj. (1992, p. 62).

En una perspectiva regional del conocimiento y la tecnología, esta Tabla nos reseña la evolución y el traslado de los centros de crecimiento económico a partir de un conocimiento tecnológico. Desde el desarrollo de los países árabes como dominadores de la navegación hasta el siglo XIII y XVI en que son desplazados por los griegos e italianos con un desarrollo a nivel internacional del mercado.

Subsecuentemente los holandeses tomarían este control desarrollando habilidades que sumaron importantes avances en la capacidad administrativa y la banca, haciendo de Ámsterdam la ciudad líder del comercio a finales de los siglos XVII y XVIII. Aunque Ámsterdam pudiera ser el origen de la corporación o de la moderna firma multinacional, éste concepto fue adaptado y expandido por el imperio británico. Al obtener importantes contribuciones económicas por parte de sus colonias, los británicos lograron poner en marcha el desarrollo de la Revolución Industrial. A finales del siglo XIX y principios del XX serían los Estados Unidos quienes desarrollarían el uso de la tecnología aplicado a la Revolución Industrial y a la riqueza industrial generada del acercamiento entre ciencia y tecnología.²⁵¹ El caso del Silicon Valley en California (reseñado en el Capítulo 3 y complementado en este) cristaliza la importancia regional actual del conocimiento y la tecnología.

Es también interesante observar que las sociedades o países “seguidores” experimentan una introducción paulatina de la innovación tecnológica externa, la cual llegan a dominar al grado de agregar una nueva opción innovativa capaz de llegar a desplazar a la innovación original. Los conocimientos y experiencias acumulados se convirtieron en la base de cada innovación, solo que para ello es determinante una

²⁵¹ Ibid., p. 61.

asimilación social y cultural de los mismos.²⁵² Actualmente, los llamados países en desarrollo se hallan “obligados” a asimilar diferentes tecnologías sin percibir, en muchos casos, que cada una de ellas es un producto final de un largo proceso de innovación y desarrollo tecnológico en el cual aquellos no han participado y, por lo tanto, les resulta difícil integrar en sus propios entornos, estructuras y/o valores socioculturales.

En el plano teórico, la perspectiva regional de la tecnología se combina con la visión de las trayectorias tecnológicas, por ejemplo, se puede explicar esta evolución del proceso de innovación a partir de la concepción de los *Ciclos Económicos “largos”* (donde una serie de innovaciones radicales determinan el desarrollo económico mundial) o “*cortos*” (referidos al ciclo de vida de los productos y al impacto en su consumo). Dicha perspectiva deriva de la corriente post-Shumpeteriana que enfoca la naturaleza del comercio internacional en la producción y transferencia de conocimientos y tecnologías. Si nos damos cuenta, las empresas que actualmente están a la vanguardia (microelectrónica, semiconductores, telecomunicaciones, biotecnología, industria de nuevos materiales, las ciencias del espacio, etc.) son las que poseen la más importante acumulación de conocimiento.²⁵³ Lejos de aceptar que el trabajo simple o la manufactura sean los principales generadores de capital, ahora estas empresas demuestran que su elemento clave está en la acumulación y aplicación del conocimiento científico más desarrollado, ahí yace gran parte del valor agregado intangible.

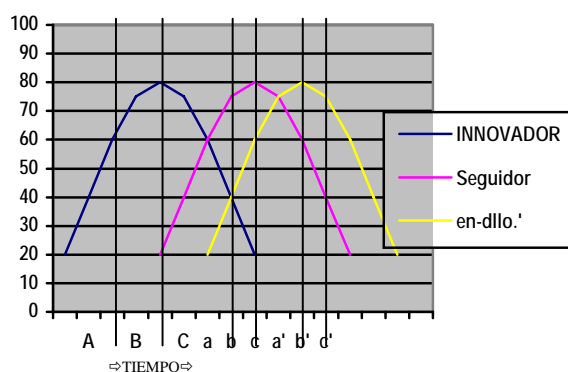
Las actividades en I+D se dirigen, a través de todas las áreas del conocimiento, a la producción de nuevas tecnologías, tanto radicales (de mediano o largo plazo, caso de la cura contra el sida) como incrementales (que es el caso de las altas tecnologías, como en las nuevas generaciones de microprocesadores). Pero la tendencia reciente se dirige más al caso de la tecnología incremental ya que se

²⁵² Véase una serie de ejemplos de la estrecha vinculación entre tecnología y cultura en el documento de UNESCO “Cultura y Desarrollo”...Op.Cit., 1994.

²⁵³ En términos de Kuhn, queda claro que la acumulación de conocimiento, por si misma, no necesariamente significa progreso de la ciencia ni es la única fuente de la innovación. Pero dicha acumulación si será importante en la medida en que se combine con factores que hagan eficiente el proceso de innovación tecnológica.

caracteriza por acercarse más directamente al mercado y al beneficio de corto plazo. Como se observó en el Capítulo 1, a diferencia de las tecnologías radicales, la tecnología incremental solo acelera las ondas o ciclos económicos 'cortos' (ver Figura 7). En nuestra actual economía globalizada, el ciclo económico de los productos se ha acelerado de modo inusitado, y esto se debe en gran parte a los cambios en el *diseño*, factor que se combina con la calidad, el precio, el servicio y la mejora continua.

Figura 7. LOS CICLOS ECONÓMICOS "CORTOS".



Un ejemplo de la explicación del movimiento que presentan los ciclos económicos "cortos" o del producto, dentro de la corriente schumpeteriana es presentado por Agmon & Von Glynow (1991, 67) donde se observa el impacto de la tecnología en los diferentes países que la adoptan: *Doméstico o innovador, *Desarrollado o país seguidor (*catch-up*), y *Menos desarrollado. Se observa que, para cuando en los países creadores disminuye el ciclo económico de determinada tecnología, en los demás países apenas comienza a adoptarse.

FASES DEL CICLO DE VIDA (VENTAS) DEL PRODUCTO EN EL TIEMPO:

De acuerdo con Linsu Kim (2001), mientras los países avanzados incrementan su capacidad tecnológica gracias al proceso de 'aprender investigando', en los países en desarrollo solo se ejerce un proceso de imitación y uso de la tecnología con el 'aprender haciendo'. Este autor destaca a países como Corea, Taiwán y Singapur como ejemplos recientes de la transición del 'aprender haciendo' al 'aprender investigando'.²⁵⁴

Por otra parte, comparando el crecimiento económico de los países desarrollados como Estados Unidos en la actualidad, con el de hace 50 años podemos observar la trascendencia creciente de las actividades de IyD reflejadas en las mercancías de contenido tecnológico. Esto es, que las relaciones sociales de producción durante los años cincuenta se establecieron a partir de la naturaleza de las manufacturas; la

estandarización o producción en masa presentada en artículos como los autos, la televisión, los electrodomésticos, etc. requerían de un proceso importante que debía ser manufacturado (hecho a mano, aún utilizando máquinas).

Pero ahora, en la naturaleza productiva y de los mercados, además de hacerse evidente una aceleración en los ciclos de los productos, se observa que el conocimiento y la tecnología han desplazado en buena medida antiguas prioridades de las grandes empresas. Si hace 50 años los procesos de manufactura eran determinantes para el crecimiento de las firmas, hoy en día la competencia manufacturera entre los países deja tranquila a la empresa que puede elegir dónde realizar estos procesos. Por tanto, la manufactura no deja de ser importante para la empresa, pero hablando de prioridades competitivas endógenas, las grandes empresas saben bien de la importancia crucial de las actividades de I+D. Tan solo un ejemplo es la computadora, donde sólo un 15 por ciento de su proceso productivo requiere de manufactura, mientras que el restante 85 por ciento (hardware y software) son generados por conocimiento científico tecnológico como un valor agregado abstracto, imperceptible para el consumidor común. A partir de ello, actualmente sólo las empresas que poseen este conocimiento son las que sobreviven ante las condiciones de competencia (ya que se reducen las opciones - marcas). Hoy son las industrias que poseen el conocimiento las que han aplicado estrategias innovadoras a su interior donde se contempla la especialización científico-tecnológica para competir a nivel internacional.

Actualmente, una empresa o país no se distingue por producir petróleo o arroz sino por *microprocesadores* o nuevos materiales. La sociedad contemporánea debe dar una transición hacia una organización (o cultura) basada en el conocimiento porque no puede haber una transformación productiva integral sin una reorganización socio institucional (política científico tecnológica). Las inversiones del capital se dirigen hacia donde hay empresas que poseen elevado conocimiento. Las tendencias de la inversión del capital ya no se dirigen hacia las manufacturas, ahora en éstas hay más competencia porque es relativamente más fácil incursionar a este tipo de industrias

²⁵⁴ KIM, Linsu (2001). *La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización*, en Ronald Watts (et.al), **La ciencia y sus culturas**. UNESCO. www.campus-oei.org

ya que su oferta ha aumentado considerablemente desde los años ochenta. Ya no basta con el *show how* que sólo nos muestra cómo usar la tecnología, ahora se requieren el *know how* para generar una especialización del conocimiento capaz de asimilar, adecuar y responder a la CyT contemporáneas (como los países asiáticos emergentes): saber como funciona la tecnología por dentro y poder crear otra, mejorada, más acorde a las necesidades y capacidades de la sociedad innovadora. Por ello, la primera gran lección y fortaleza del sistema de innovación de Estados Unidos es su pragmática capacidad de entender la naturaleza dinámica, adyacente y universal de los conocimientos científicos y tecnológicos para, al mismo tiempo, sistematizar la CyT en pos de dar solución a sus problemáticas concretas en las esferas regional y nacional. En este sentido, las instituciones juegan un papel fundamental debiendo destacar la función del gobierno que, a su vez, se adapta al entorno global del conocimiento al tener siempre presente el papel complementario de la industria y la academia.

4.2 INSTITUCIONALIZACIÓN, INDUSTRIALIZACIÓN Y DEBATE DE LAS ACTIVIDADES CIENTÍFICO TECNOLÓGICAS

Entre las características de una Revolución Industrial, se observan al menos tres elementos fundamentales: la existencia de una explosión tecnológica; una variación en la organización y formas del trabajo; y, un cambio social importante. Dichos elementos se cristalizan en nuevas formas de crear y asimilar las nuevas tecnologías. Respecto a la transición de las actividades científico tecnológicas dentro de una sociedad determinada, Salomon (1996; 50) indica que el proceso de creación, expansión, consolidación y éxito de la ciencia moderna ha pasado por tres periodos distintos. Estas etapas son: institucionalización, profesionalización e industrialización. En todos los países industrializados, esas periodos se dieron con la misma secuencia histórica y tomaron varios siglos, mientras que en los países en desarrollo a menudo se han sucedido en un orden distinto (al empezar la profesionalización antes que la institucionalización, o incluso la industrialización antes que la profesionalización). Los problemas de los sistemas científicos y tecnológicos en muchos de éstos países — como la falta de reconocimiento social de sus científicos y de sus instituciones en

investigación— a menudo pueden atribuirse en gran medida a este desarrollo acelerado que, con frecuencia, no trae los beneficios de una tradición científica previa.

La institucionalización, profesionalización, industrialización y el debate mismo de la CyT representan, en conjunto, el gran entorno endógeno que consideramos como la segunda gran lección y fortaleza de los Estados Unidos.

Es importante observar que en los inicios de la historia del hombre, y aún hasta el siglo XIX, se carecía de dicho entorno para la CyT. En una perspectiva general, es claro que muchas veces los conocimientos producidos llegaron a ser parte de la humanidad como consecuencia casi siempre de un “feliz accidente”.²⁵⁵ Al menos eso se aprecia desde afuera, pero debemos dejar el beneficio de la duda a la mente y a la capacidad de investigación del hombre. En el curso de la Historia resultó evidente que si ciertas personas podían dedicarse por completo a la búsqueda de conocimientos, sin preocuparse tanto por sus necesidades básicas, era posible alcanzar una mayor producción científica o tecnológica. Los casos de Galileo, Copérnico, Einstein o Edison son algunos ejemplos. Ya en el devenir del siglo XX, la producción de nueva tecnología por medio de la investigación empezó como un producto secundario de las actividades cotidianas y resultó ser del dominio de unas pocas personas selectas.

La industrialización de la investigación —e incluso de la propia ciencia— es el acontecimiento más reciente y data de la era posterior a la primera Guerra Mundial... La primera Guerra Mundial no sirvió tanto para la fabricación de nuevas armas como para la adaptación de las tecnologías civiles existentes para propósitos militares (los automóviles se convirtieron en carros blindados, los aviones en bombarderos, el gas neurotóxico, etc.). Fue la primera guerra en la cual el resultado se determinó por la capacidad de mantener un suministro constante de material y de máquinas tanto como de municiones, y también la primera en que las operaciones militares empezaron a mecanizarse y a someterse a un manejo científico. Los principios básicos que sustentan los sistemas industriales estadounidenses y europeos en lo que tiene que ver con

²⁵⁵ PETERSON, Willis (1982). **Principios de Economía**, México, Ed. Gedisa.

maquinaria, refacciones, estandarización y producción masiva se extendieron de la economía militar a la civil mediante los proveedores de los ejércitos: el taylorismo y fordismo tuvieron así sus primeras aplicaciones. Los cambios que se iniciaron en el periodo de entre guerras, cuyo ejemplo más vívido fue la creación de enormes laboratorios industriales como *Bell Labs* o *Dupont de Nemours* en los Estados Unidos, cobraron mayor ímpetu durante la segunda Guerra Mundial y poco después de ésta, lo que sirvió como estímulo inmediato para los nuevos sistemas de armamento (la bomba atómica, el radar, las computadoras, los motores de reacción, los cohetes, etc.) que sancionaron el cambio hacia la “ciencia en grande”, y también la “tecnología en grande”. Los vínculos entre la ciencia y la tecnología se estrecharon de tal modo que su progreso se tornó cada vez más interdependiente.²⁵⁶

Como una característica de los hombres más innovadores que registra la Historia (como Galileo, Kepler y Newton), emerge su capacidad para “mantener sus vínculos con el pasado (a partir de la hermética, el misticismo o la astrología)” pero generando contribuciones tan radicales, que impactan con fuerza en la era moderna. Para lograrlo, “la difusión de sus nuevas ideas tuvo que romper con fuertes obstáculos provenientes de la combinación de hábitos, dogmas y prejuicios”.²⁵⁷

Esta forma de hacer ciencia fue substancialmente modificada con la aparición y el desarrollo de la Revolución Industrial. Aunque desde los años 1970s, es en la Tercera Revolución Industrial donde se consolida la noción del conocimiento científico y tecnológico como sinónimo del poder económico. La transición desde la economía agrícola hacia la industrial no resultó tan breve y dinámica como la actual transición hacia la economía del conocimiento.

Hoy en día, podemos hablar de una industrialización de la ciencia donde el desarrollo científico y tecnológico constituyen la base del desarrollo de las empresas, naciones o regiones. Es evidente que la investigación y desarrollo (IyD) es vista en los países y las industrias más ricas como una inversión necesaria en la consolidación de sus proyectos dirigidos a sus objetivos industriales y comerciales. Es aquí donde la

²⁵⁶ SALOMON, Jean-Jaques y otros. (1996). **Una búsqueda incierta: ciencia, tecnología y desarrollo**. Edit. Universidad de las Naciones Unidas, CIDE, FCE, p. 57.

innovación tecnológica emerge como un factor decisivo en la consolidación de ventajas competitivas frente a los adversarios globales.

Particularmente, las actividades consideradas como desarrollo, son del dominio casi exclusivo de las grandes empresas industriales o, en ocasiones, del gobierno (algunas agencias federales, en el caso norteamericano). Ello se explica a partir de que, a la industria, le interesan las actividades de I+D que se involucran o se hacen más prácticas con el específico campo del conocimiento a través del cual producen un bien y/o servicio. Corresponde, en general, al gobierno y a la universidad el fomentar las actividades inclinadas hacia la ciencia básica y aplicada, pero definitivamente parte importante del origen histórico de las actuales políticas públicas de innovación tecnológica se halla en la interiorización de la producción científica de las empresas anglosajonas durante el siglo XIX e inicios del XX. Para entonces, el paso decisivo para transformar a la innovación tecnológica en una variable endógena del sistema capitalista se dio con la adopción de la producción científica interna (*"in-house"*) por parte de las corporaciones.

Ahora, en el siglo XXI, el grado de desarrollo tecnológico contenido en los productos determina en gran parte su valor agregado y las que ganarán mayor terreno serán aquellas empresas que posean la alta tecnología. Con ello, la tecnología se ha convertido en una ventaja competitiva determinante para las empresas en su afán por innovar y perfeccionar nuevos procesos y productos. Es imprescindible también reconocer la importancia de la ciencia y la tecnología como ejes de la competitividad internacional; esto se aplica —de acuerdo al presidente de *Microsoft*, Bill Gates— para países, gobiernos y empresas donde *la única ventaja competitiva es el conocimiento*.

²⁵⁷ Ibid, p. 49-50.

El uso del conocimiento acumulado y sistematizado²⁵⁸ representa a la llamada "ciencia moderna" y es sin duda esencial para la innovación actual. Esta acumulación de conocimiento es crucial y necesaria para la innovación tecnológica, pero no es normalmente su parte inicial. La ciencia es más bien empleada en varios puntos del proceso de innovación tecnológica ya sea como conocimiento específico -tecnológico o incluso teórico-, o como la suma de varios tipos de conocimientos acumulados. Solamente cuando ese conocimiento (científico y/o tecnológico) hace falta, y no se puede obtener de ninguna de las fuentes (empíricas) conocidas, es que se recurre al proceso mas costoso y consumidor de tiempo: la investigación científico tecnológica orientada a una misión específica, para resolver los problemas de una tarea concreta de desarrollo. Se trata de la clásica investigación tipo 'semilla' promovida por el gobierno federal de los EUA).

Así, las decisiones respecto a qué investigar o hacia dónde dirigir las actividades científico tecnológicas se tornan difíciles. La relación entre política y ciencia es, por ello, una cuestión añeja. De hecho, las revoluciones políticas y las científicas pueden enfocarse respecto a sus objetivos: en un sentido, las dos tienen un objetivo específico, pero la verdadera diferencia reside en que la mayoría de las revoluciones políticas y sociales plantean objetivos supuestamente alcanzables en forma inmediata; en tanto el progreso de las ciencias, sobre todo a partir del período revolucionario de los siglos XVII y XVIII, permite suponer que se producirá una serie de revoluciones continuas y perennes. En la ciencia, el triunfo de una revolución crea un programa revolucionario para las generaciones futuras, mientras que en lo político y social se levanta un programa finito, una idea que esperan llevar a cabo. Sean cuales fueran las visiones acerca de las transformaciones científicas o tecnológicas, se puede afirmar que las actividades de I+D también ejercen su influencia sobre el investigador: las teorías, los inventos o las formulaciones alteran

²⁵⁸

Diversos autores reconocen que la sistematización de la ciencia comenzó luego de 1869, cuando Mendeleev, en sus *Principios de Química*, da a conocer la estructura de la materia con su Tabla Periódica de los Elementos; claro que previamente, habían existido ciencias y tecnologías aisladas, pero no existían la ciencia y la tecnología como sistemas. Sólo a partir de 1870, con los sistemas ciencia-industria aplicados por Bismarck, es que comienza a surgir la tecnología contemporánea, la cual se extendería a otros países. Incluso Lenin, en su obra, se refiere a la adopción de ingenieros (*developing engineers*) por parte de las grandes empresas

radicalmente el pensamiento de los científicos en el curso de la práctica cotidiana de su propia profesión y disciplina. No se puede comprender la concepción de transformación científica que tiene un historiador, un filósofo o un científico de determinada época sin conocer la naturaleza de las innovaciones científicas de las que ha sido testigo. Así, la ciencia no tuvo una estrecha relación con la tecnología en los inicios de la Revolución Industrial, sino que más bien ésta fue generada por artesanos e ingenieros que aprendieron su oficio con la práctica (conocimiento empírico).

El punto decisivo se dio nuevamente gracias a Liebig, quien inició la “ciencia aplicada” en Alemania, con la explotación de los avances de la química orgánica en la industria de los tintes entre 1858 y 1862. El equipo Vonbaer que trabajaba en la síntesis de índigo recibió en apoyo directo de la *Badische Anilin und Soda Fabrik*, la cual invirtió casi un millón de libras esterlinas en investigación y desarrollo, es decir, en establecer las reacciones químicas que se requerían a gran escala antes de llegar a la producción comercial. De manera similar, *Menlo-park*, creado por Edison en 1876, fue el primer laboratorio de investigación y desarrollo en el campo de la electromecánica, así como uno de los primeros ejemplos de capital de inversión que aportaron los bancos en grandes cantidades con la esperanza de beneficiarse con los futuros inventos. Edison no fue tanto un símbolo del fin de la época heroica de los grandes inventores, sino más bien del inicio de la tecnología basada en la ciencia. Aunque él mismo era un experimentador autodidacta y no académico, llevó a *Menlo-park* a científicos y técnicos egresados de las mejores instituciones europeas.²⁵⁹

Es claro que todas las etapas de la Revolución Industrial se verían acompañadas de una transformación institucional (innovación administrativa) determinante. La misma no sólo se dio en la industria o el gobierno sino también en la educación superior mediante la combinación de investigación y enseñanza, la creación de nuevas especialidades, la modificación de las estructuras en las universidades de acuerdo con los cambios que marcaba el progreso científico, así como la introducción de

norteamericanas. Véase Jasso, Remigio (2001). *Ciencia, Tecnología y Necesidad Económica*, en *Excelsior*, 7 y 8 de marzo, p. 10-A.

²⁵⁹ SALOMON, Jean-Jaques y otros. (1996). *Una búsqueda...*, Op.Cit., p. 56.

contratos entre universidades e industrias y el reclutamiento cada vez mayor de científicos universitarios por parte de la industria.

Evidentemente, el papel de la empresa ha sido fundamental en esta institucionalización e industrialización de la CyT. En ese sentido es importante observar que, en su estructura original (con la Empresa Familiar hacia el segundo tercio del siglo diecinueve), la *empresa multinacional* emerge en un ámbito nacional²⁶⁰. Ello pese a que, hoy, su estructura interna rebasa aquel esquema local convirtiéndose mediante su acepción de “fabrica mundial”²⁶¹ en la célula más importante de la reproducción del capitalismo contemporáneo.

La denominada corporación estratégica emerge a principios de los años setenta con la determinación de mantener la capacidad de innovación tecnológica. Se hace imprescindible una adyacente reestructuración organizativa que opera sobre la matriz del conocimiento científico técnico. A partir del potencial “ilimitado” de generar nuevos productos, este nuevo tipo de empresa se conforma por científicos, tecnólogos y estrategias corporativas capaces de transferir el conocimiento científico en conocimiento tecnológico cristalizado en los procesos productivos y la capacidad de innovación.

La experiencia de la empresa es ciertamente muy valiosa para el papel de la CyT en la época actual. Sabemos que el modelo de producción en masa de los años sesenta y setenta provenía de los modelos taylorista y fordista, de gran innovación en su tiempo. Este modelo tenía una estrategia de productividad que buscaba extender la estandarización de productos y procesos para reducir los costos unitarios por ampliación de escalas, captando así la demanda creciente de productos de bajo precio. Aquí, los proyectos de ingeniería eran fundamentales en un ámbito

²⁶⁰ La conformación de los trusts o monopolios, hacia finales del siglo XIX en Estados Unidos, trajo consigo toda una serie de repercusiones de tipo económico, social, político y jurídico. Las leyes anti-trust de dicho país comenzaron con el Acta Sherman de 1890 la cual pretendió regular todo tipo de contratos, combinaciones o conspiraciones de tipo monopólico, a nivel industrial o comercial. Véase Turner, Donald. “*The Principles of American Anti-Trust Law*”.

²⁶¹ De acuerdo a Glickman, “la noción de fábrica mundial es importante, pero representa un explicación unilateral y algo inadecuada de la dinámica de la moderna radicación internacional. La competencia internacional significa más que establecer plantas en todo el mundo para incrementar la productividad y reducir eficazmente los costos”. Véase GLICKMAN, Norman & WOODWARD, Douglas, (1994) **Los nuevos...**, Op,Cit., p. 128.

organizativo de coexistencia con las formas burocráticas y mecánicas. Su limitación se presenta a finales de los setenta, por la rigidez del sistema de ingeniería y organización y los desperdicios que significaba.²⁶²

En los ochenta, con el ejemplo de la experiencia japonesa, los principios de la productividad cambiaron cualitativamente con el *modelo de la mejora continua*. Aquí se trató de romper con la antigua incompatibilidad entre precios bajos y alta calidad. La dinámica consistió en mejorar continuamente las bases ingenieril y logística de la producción, aunque su limitante es que no rebasa la familia de productos existentes; es decir, se ofrece mayor cantidad de opciones de producto, pero a partir de una base estandarizada.

En poco tiempo, la mayoría de las empresas líderes mundiales introdujeron la aplicación de técnicas similares, así como mejoras en las mismas áreas de productividad (calidad, reducción de inventarios, entregas rápidas), resultando difícil construir de esa manera ventajas competitivas perdurables. La paradoja era mayor productividad física en cuanto a producción material, calidad y acercamiento al cliente, pero con cada vez menores beneficios en términos de rentabilidad: la competitividad se transformó en una “lucha “ por mejoras marginales.

En los noventa se dan los primeros pasos hacia un nuevo cambio cualitativo: de la mejora continua al modelo de la producción virtual. Además de combatir la dicotomía entre precios bajos y calidad se generan cambios en los diseños básicos; el desafío es ahora combinar esos tres elementos a través de la reingeniería del negocio para producir un mayor valor para el consumidor.²⁶³

Dentro de esta nueva logística, el tremendo impacto de estas corporaciones estratégicas depende de su capacidad de trasladar el conocimiento en tecnología y en competitividad reflejada en los mercados internacionales. Tal es el caso de *Microsoft* o *Intel*, las que deben al dominio del conocimiento el hecho de que millones de empresas “independientes” se hallen supeditadas a sus productos, que derivan a

²⁶² MERTENS, Leonard (1995), **Transformación productiva , empleo y formación** profesional. En Revista Comercio Exterior, vol.4, núm. 8, ps 627-634.

²⁶³ Ibid., 628-9.

su vez de la matriz cognoscitiva que fomentan y dominan.²⁶⁴ Aquí se destaca el impacto de los estrategas e investigadores capaces de traducir conceptos científicos en conocimientos tecnológicos y en su capacidad de trasladar estos conocimientos al proceso productivo sin olvidar su aceptación en el mercado. La nueva empresa puede carecer de materia prima, pero conoce el mejor modo de utilizarla; puede no tener una fábrica, pero sabe como hacerla funcionar mejor. Así se explica que una constelación de agentes económicos se organicen en torno de la crucial competencia tecnológica definida por cada una de las corporaciones estratégicas a partir de su matriz de saber científico.

Pero en el siglo XXI la ventaja competitiva duradera provendrá mucho más de las tecnologías de los nuevos procesos y mucho menos de las tecnologías de los nuevos productos. Lo que solía ser principal (inventar nuevos productos) se convierte en secundario, y lo que solía ser secundario (inventar y perfeccionar nuevos procesos) se convierte en principal.

El surgimiento de las nuevas tecnologías tiene su precedente en la primera revolución industrial donde es innovado el proceso productivo con la máquina de vapor y los telares mecánicos. La segunda revolución industrial modificó decisivamente la distribución internacional del comercio. La tercera revolución industrial está marcada por un ritmo inusitado de innovación y difusión tecnológica. Esta etapa se caracteriza por el surgimiento de mercancías y servicios con un alto valor agregado que es resultado de la informática, robótica, el desarrollo de las telecomunicaciones, los satélites, las fibras ópticas, la electrónica, la telemática, que modifican aceleradamente las estructuras productivas.

No puede compararse y explicarse que hay continuidad entre la primera revolución industrial y la segunda revolución tecnológica y la tercera revolución tecnológica, ya que los períodos en que surgen son totalmente distintos, y son diferentes los factores que la impulsan, así como los campos científicos y tecnológicos que desarrollan, al igual que los actores que intervienen en su desarrollo. Con esta revolución científico tecnológica nos encontramos inmersos en la nueva era de la información del conocimiento científico que está

²⁶⁴ DREIFUSS, Rene A. "Se acelera la revolución en la industria", en Excelsior, 2 de enero de 1998, p. 6-A.

marcando una nueva geoeconomía mundial, donde los actores económicos de los principales países han impulsado este cambio tecnológico.²⁶⁵

Complementariamente a la dimensión global del papel de la *empresa multinacional*, resulta de gran utilidad establecer la diferencia entre una empresa que se moderniza y otra que desarrolla su propia innovación tecnológica. La primera sólo ha comprado ciertas maquinas o procesos productivos, en tanto que la otra los ha creado. Simplemente visto, la *empresa modernizada* posee una capacidad de competitividad sólo a nivel temporal ya que, pasado cierto lapso de maduración comercial de su producto, deberá realizar otro gasto para remodelarse o reconvertirse industrialmente. En cambio, la *empresa innovadora* además de que tiene la capacidad interna de desarrollar sus propios procesos de reconversión (a través principalmente de su departamento de Investigación y Desarrollo), tendrá la gran posibilidad de vender, además de sus productos de vanguardia, aquellos procesos por los que la empresa que sólo se moderniza estará dispuesta a pagar.

La perspectiva del consumo de tecnología también nos es útil para percibir la enorme diferencia en las ventajas de la *empresa innovadora*. Aunque en el momento reciente a su actualización la *empresa modernizada* tiene la capacidad de vender al proveedor (consumidor mayorista) con los elementos de calidad, precio y diseño, en primera instancia esta empresa ya ha hecho un gasto fuerte por haberse modernizado y, subsecuentemente, su capacidad competitiva sólo convendrá al comprador en tanto mantenga esos elementos. Por otro lado, al vender sus productos la *empresa innovadora*, los mismos incluyen un alto valor agregado derivado de los procesos internos de la empresa. En síntesis, la *empresa modernizada* no tiene la capacidad de mantenerse competitiva fuera del corto o plazo, a no ser por la inyección de fuertes cantidades de inversión para su reconversión. Mientras tanto, la *empresa innovadora* además de generar e integrar sus propios conocimientos científico tecnológicos y cristalizarlos en la colocación de sus nuevos productos en el mercado, también vende sus procesos y conocimientos expandiendo su dominio en los sectores industrial y de servicios.

²⁶⁵ MARTÍNEZ C., Ignacio. (1996). **El desarrollo tecnoindustrial y su impacto en la economía mundial**. En *Relaciones Internacionales*, No. 71, FCPyS UNAM, julio - septiembre, pp. 56-7.

Hablamos de una situación que ha sido trasladada del ente empresarial al contexto nacional; un ejemplo de esto es analizado por Rath (citado en Salomón,1994) quien reseña que, desde los años sesenta y setenta, se ha entendido que los meros compradores de tecnología padecen de diversas desventajas ya que, en la transferencia de conocimientos y tecnologías, existe una asimetría inherente entre el vendedor, que sabe lo que vende y “el comprador que, hasta cierto punto, tiene que conservar su ignorancia respecto a lo que va a adquirir”.²⁶⁶

Es importante subrayar que, desde sus cimientos y hacia la época actual, ninguna gran *multinacional* habría podido fortalecer su desarrollo económico sin haber acercado sus proyectos a la realización académica en CyT, o al apoyo de financiamiento gubernamental dirigido a actividades de Investigación y Desarrollo. Pese a ello, hoy en día la *empresa multinacional* financia y realiza sus propias actividades de desarrollo e innovación tecnológica y ha tendido a alejarse de los otros dos actores. Esto ha influido en una peligrosa tendencia global que permite que las cuestiones del mercado y el afán de lucro (competitividad) decidan por sobre otras cuestiones éticas y morales del ser humano (cooperación). Con todo ello, resulta imposible asumir que, de manera automática, un nuevo proyecto de *desarrollo*²⁶⁷ o los avances científicos y tecnológicos por si mismos van a beneficiar a toda la sociedad de manera equitativa.

Para el gobierno norteamericano, como para el de otros países, resulta primordial que las *multinacionales* participen nuevamente, en un marco cooperativo, tanto con el propio gobierno como con las universidades. Esto es conveniente para un adecuado funcionamiento de todo Sistema Nacional de Innovación. Más aún, en la transición hacia el *nuevo federalismo*, el gobierno federal pretende que los otros

²⁶⁶ RATH, Amitav (1994). *Transferencia y difusión de la tecnología*. En SALOMON, Jean-Jaques y otros. (1996). **Una búsqueda incierta: ciencia, tecnología y desarrollo**. Edit. Universidad de las Naciones Unidas, CIDE, FCE, pp 433.

²⁶⁷ Hemos tendido a aceptar el concepto de *desarrollo* con una estrecha vinculación al desarrollo económico fomentado como un valor del Capitalismo y su neoliberalismo; pero debemos reflexionar acerca de lo que realmente implica el término y preguntarnos cuál debe ser el papel de las ETN's, de la CyT y de la globalización misma en dirección a equilibrar la disyuntiva entre competitividad y cooperación. A este respecto, un enfoque de la necesidad de vincular el desarrollo con el equilibrio y la justicia social y cultural, se halla en “Una dinámica del despojo, entrevista con Smitu Kothari”, en Correo de la UNESCO, Sep.1996, pp. 20-26.

actores incrementen sus inversiones en I+D (de hecho, la empresa privada las incrementa desde los años noventa, aunque no comparte tanto la realización de estas actividades). Este tipo de asuntos se insertan en el debate actual de la política científico tecnológica norteamericana.

Aunque el debate de la política científico tecnológica no representa un asunto tan reciente, nunca había existido explícitamente una institucionalización planificada del mismo. Ciertamente, las asignaciones financieras en I+D representaron la política real en CyT antes de la Administración Clinton, estas asignaciones fueron la principal fuente del debate en la industria, la academia y el gobierno. Hablamos de una política científico tecnológica pragmática, que tuvo que adecuarse a las circunstancias pendulares durante la segunda mitad del siglo veinte.

En febrero de 1993, el entonces presidente Clinton dio a conocer su política tecnológica en un documento intitulado '*Technology for America's Economic Growth*'. El mismo vincula fuertemente la ciencia y tecnología con el desempeño industrial y propone un número de medidas específicas incluyendo créditos al impuesto por I+D, inversión en la infraestructura nacional de información y acelerar la inversión en tecnología de manufactura avanzada. El estilo de colaboración de proyectos como el ATP o el MEP se extendieron a través de la proliferación de centros de apoyo a pequeñas empresas; aquí, la tecnología de uso-dual fue enfatizada desde el sector militar. También los proyectos de cooperación internacional en ciencia y tecnología son deseables a partir de que éstos "fortalecen el acceso norteamericano a las fuentes externas de ciencia y tecnología, contribuyen a la administración de problemas globales y generan las bases de la comercialización de bienes y servicios americanos."²⁶⁸ Recordemos que la transferencia de tecnología depende altamente de los cuadros internos de científicos e ingenieros, además de la infraestructura adecuada.

Los puntos esenciales de la 'nueva' política tecnológica consideraban ya un *paradigma emergente* de competitividad global ante el que se debía apoyar la I+D

²⁶⁸ GEORGHIOU, Luke (1994) *Evaluating US and Japanese Technology...*, Op.Cit., p. 4.

civil. En palabras del ex-presidente Clinton, estos puntos pueden ser sintetizados en el siguiente párrafo:

El desarrollo y despliegue de nueva tecnología ha sido de interés para el gobierno por mucho tiempo. Pero la política tecnológica es especialmente crítica en un periodo de recortes militares de largo-plazo, debido a que más de la mitad del apoyo federal total a la IyD tradicionalmente ha estado vinculado a la defensa nacional. Con menor necesidad de investigación en armamento, el Gobierno Federal debe ahora hacer una elección. ¿Reduciremos el apoyo total a la investigación, o cambiaremos los dólares de investigación hacia tecnologías civiles? El Presidente cree que lo segundo es la forma adecuada, la cual es el porque la Administración está reorientando las capacidades de investigación del *Departamento de Defensa* y los laboratorios nacionales hacia IyD compartida con la industria.

La tecnología con seguridad genera la ola hacia el futuro. América debe estar en la cresta de la ola—con la tecnología, capital y fuerza de trabajo capacitada, necesarios para tomar ventaja de la economía del mañana.” (W. CLINTON)²⁶⁹

Para Dosi, “el apoyo gubernamental al desarrollo tecnológico de las firmas privadas puede incluir tanto la provisión de fondos vía concesiones o contratos directos como la reducción de costo efectivo del desarrollo tecnológico privado vía impuestos preferenciales por gastos en IyD.”²⁷⁰ Tanto los contratos o concesiones como los acuerdos impositivos logrados por el “*lobbing tech*”, son elementos imprescindibles de la política industrial. Las demandas industriales se vincularon con la caída de los beneficios tecnológicos, siendo este probablemente uno de los aspectos más importantes que han influido en la transición del entorno en CyT.

El debate actual en política tecnológica es conducido por los mismos factores que lanzaron el debate sobre política industrial en los 1970s: el balance comercial nacional permanece negativo, el crecimiento productivo es más lento que el de las naciones competidoras; además que las firmas de E.U. continúan perdiendo presencia en el mercado de muchos sectores productivos. Estas

²⁶⁹ **Economic Report of the President: Transmitted to the Congress** Febrero 1994, Washington: U.S. Government Printing Office, Cáp. 1, 1994.

²⁷⁰ DOSI, Giovanni, ZYSMUN, John & D'ANDREA, Laura (1990). “*Technology...* Op. Cit., p. 88.

tendencias están ocurriendo a pesar que los Estados Unidos mantienen su liderazgo mundial de investigación fundamental.²⁷¹

En una perspectiva histórica, la *National Science and Technology Policy, Organization, and Priorities Act* de 1976 establecía, por vez primera, el papel del gobierno respecto a la organización y planeación de la tecnología; así, diversas y subsecuentes legislaciones le otorgaron la necesidad de debatir acerca de las tecnologías críticas o las prioridades científicas. Dicha Acta otorgó un criterio político hacia la inversión y el apoyo federal en tecnología para propósitos alternativos a los establecidos en las misiones gubernamentales. Esta Acta significó la expansión del gobierno federal en apoyar más libre y decididamente otros proyectos civiles, estatales o locales. Aunque su mayor importancia radica en la oficialización de un debate científico tecnológico integral, ya no exclusivo del poder ejecutivo.

La organización y planeación federal de la CyT era determinante ya que, por largo tiempo dentro de la posguerra, tanto los intereses industriales como los federales hacia la IyD estuvieron casi tan distanciados como los propósitos civiles y militares. Paulatinamente se fueron percibiendo mejores condiciones en el entorno de la CyT, sobretodo en la medida en que los vínculos dinámicos fueron reforzados hacia las prioridades nacionales en razón de, primero, fortalecer la Seguridad Nacional y, desde las últimas décadas, mejorar la economía norteamericana (aunque nunca desprendiéndose por completo del factor recurrente de la economía de guerra, en este sentido, la búsqueda de desarrollo en tecnología dual fue determinante).

Finalmente, el debate interno de la política en CyT contempla ahora también una nueva dimensión. La misma experiencia e influencia de los EUA se ve reflejada hoy en día en diversas organizaciones internacionales vinculadas al desarrollo económico. Al interior de la OCDE, por ejemplo, la mayoría de sus miembros han venido modificando sus planes nacionales de ciencia, tecnología e innovación y los responsables políticos en el área han establecidos como objetivos nacionales:

²⁷¹ TEICH, Albert (1993). **Technology** ... Op.Cit, p. 367.

- sustentar la reestructuración y el crecimiento económico generado por las actividades científico tecnológicas en un ambiente global de movilidad del capital intelectual y aumento de las fuentes del conocimiento
- aumentar el gasto público hacia la I+D como objetivo fundamental
- mejorar los sistemas públicos de investigación, buscando calidad y eficacia al tiempo de reforzar las redes entre los sectores público y privado para atraer proyectos de inversión (donde las colaboraciones público-privadas, CPP, acuerdan compromisos entre los miembros de una red)
- generar, promover y apoyar al capital intelectual (científicos e ingenieros) como fuente elemental de la generación de conocimiento (el empleo en los recursos humanos para la ciencia y tecnología creció dos veces más que el empleo normal entre 1995 y 2000)
- apoyar a la investigación universitaria al eliminar las barreras para colaborar con la industria, mejorar las estructuras de financiación, así como facilitar la transferencia de conocimientos y tecnologías mediante mecanismos como los contratos de investigación, la movilidad de estudiantes e investigadores, el aumento en la remuneración del trabajo calificado en investigación o modernizar las normas de propiedad intelectual para alentar la comercialización de los productos de investigación
- si bien el apoyo público directo a la I+D de las empresas ha venido disminuyendo, se deben fomentar las medidas indirectas como la incentivación fiscal de la I+D.
- aunque las empresas del sector industrial son más innovadoras, se recomienda adaptar el sistema nacional de innovación ante las necesidades del creciente sector terciario (en el año 2000 el 23% de la I+D total de las empresas se localizó en el sector servicios, en comparación con el 15% de 1991)
- los fondos públicos y privados deben identificar nichos de oportunidad de desarrollo innovador; p.e. biotecnología, nanotecnología, TICs, etc. Algunos países han generado fondos especiales para este tipo de rubros prioritarios (p.e. Alemania, Dinamarca, Noruega y Holanda).²⁷²

No es de sorprender que buena parte de las tendencias globales y políticas públicas en CyT son resultado de las lecciones de los norteamericanos hacia el mundo de la I+D (las cuales son merecedoras de un análisis complementario a la presente investigación).

4.3 CONOCIMIENTO, TECNOLOGÍA Y COMPETITIVIDAD: LA DIMENSIÓN SECTORIAL

Como se ha observado, el antecedente histórico de la sectorización tecnológico productiva se da con las corporaciones consolidadas en la Segunda Revolución Industrial presentada durante el siglo XIX e inicios del XX. Particularmente, las industrias eléctrica y química propiciarían el entorno para que los físicos y químicos

²⁷² Véase, OECD (2004). **OECD Science, Technology and Industry: Outlook 2004**. París, www.oecd.org

(destacando los ingenieros eléctricos e ingenieros químicos) llevaran la revolución científica a las industrias de la época: extractiva, de acero, petróleo, caucho y la creciente industria del automóvil.²⁷³

La innovación tecnológica, que nace de la Revolución Industrial y de la sistematización de la ciencia, es un proceso complejo que se concreta en una serie de tecnologías que, en cada momento histórico, juegan un papel fundamental para la sociedad contemporánea. Se trata de un proceso que, sector por sector, representa una serie de experiencias históricas para la innovación. Ya desde un documento intitulado “*Las nuevas tecnologías en la década de los noventa*”, la OCDE señala que los sectores más dinámicos de la actualidad se dirigen hacia las tecnologías de la información, de los nuevos materiales, del espacio, la biotecnología, la robótica y la tecnología nuclear. Hoy día, sin importar el tamaño físico (más bien el cognoscitivo), las empresas y los sectores productivos tienen acceso directo a los mercados globales de productos, tecnología y equipo.

En este entorno innovativo, resulta muy interesante el ejemplo pionero de institucionalización y cooperación moderna del sistema científico tecnológico norteamericano, donde un pilar importante ha sido la función integradora del gobierno federal en las cuestiones de innovación tecnológica.

Surgida de una motivación nacional como lo fue la Seguridad Nacional desde la Segunda Guerra Mundial y el periodo de la Guerra Fría, la inversión en CyT (a través del indicador IyD) fue activada inicialmente por el gobierno federal y se vio orientada hacia la defensa y la aeronáutica; con esto, la mayor parte de los científicos e ingenieros se ubicaban en la IyD militar y espacial. Se estaba generando o perfeccionando una serie de tecnologías como la computación, la aviación, los semiconductores y las telecomunicaciones que, aunque originalmente surgen en un ámbito militar, su utilización se ampliaría a usos civiles ya que la CyT comenzaría a ser valorada y realizada por la *empresa transnacional* la cual, a su vez, comenzaría a mundializarse y a esparcir su presencia económica e ideológica.

²⁷³ Véase particularmente a NOBLE, David (1982). **America by Design - Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalism**, Alfred A. Knopf, New York.

La sectorización de la economía, con el propósito de acelerar la relación conocimiento-tecnología-competitividad, es la tercera gran lección que destacaremos de la experiencia norteamericana en la innovación y la vincularemos más adelante con una lección básica subsiguiente: la cooperación. Como se ha comentado, partiendo de los objetivos nacionales, una vez observada la naturaleza dinámica del conocimiento científico tecnológico y generada una institucionalización del mismo, era primordial aterrizar en esfuerzos concretos (sectoriales) la resolución de problemáticas tecnológicas. La diversidad de estas problemáticas, inicialmente bélicas pero paulatinamente también civiles, generaría campos específicos de conocimiento que nunca antes se hubiesen soñado.

Así como en la segunda mitad del siglo XIX las principales innovaciones eran el telégrafo, el ferrocarril, el uso de la termodinámica y de la electricidad o, más entrados en el siglo XX, el posterior auge de industrias como la del acero, la automotriz, la aeronáutica, los electrodomésticos o la telefonía (que sería punta de lanza para las telecomunicaciones actuales), entre otras, hoy en día las denominadas tecnologías de frontera o *high-tech* son encabezadas por la microelectrónica, los nuevos materiales, la biotecnología, la robótica, las telecomunicaciones y las ciencias del espacio. Es en esta última especialización o sectorización del conocimiento científico técnico se observa, como nunca antes, que la acumulación de capital no depende más del trabajo simple ni de la manufactura sino del valor agregado generado por el conocimiento convertido en alta tecnología. Hablar de estos estrechos nichos de tecnología de frontera ha generado una discusión en torno a la llamada economía del conocimiento; aunque es importante destacar que estos nuevos sectores no desplazan a todas las tecnologías de anteriores 'ciclos' productivos, sino que por el contrario se integran a aquellas. Los impactos son adyacentes y multidireccionales: ya sea el aporte de la industria de los nuevos materiales al sector automotriz o aeronáutico, o el inimaginable impacto de la biotecnología en la industria de alimentos. El conocimiento se entrelaza y se encuentra en todos los aspectos de la vida cotidiana (aunque los agentes del conocimiento se reducen a la fuerza de trabajo en I+D).

En el caso concreto de la aplicación de conocimientos y tecnologías en la industria aeronáutica norteamericana, se convirtió en imprescindible la introducción precisa de la ciencia a través de la integración de laboratorios donde la ingeniería militar y, posteriormente la del espacio, fueron las prioridades iniciales. Esta industria es un buen ejemplo de la estrecha vinculación entre los actores e intereses estratégicos en un sector industrial competitivo a nivel mundial.

Como reseña Isaac Minian²⁷⁴, luego de los primeros vuelos de los hermanos Wright, en 1903, los países europeos comenzaron a generar centros de investigación aeronáutica. Los Estados Unidos establecieron el *National Advisory Committee for Aeronautics* (NACA) hasta 1915; luego de esa fecha, particularmente debido a la Primera Guerra Mundial, el NACA obtuvo importantes recursos en I+D+D encaminados a formar los primeros nichos para la naciente aviación civil. “La NACA fue pionera en el desarrollo de túneles de viento, en el diseño y desarrollo de nuevos modelos civiles y militares, en los ensayos de nuevos materiales y aleaciones, en la definición de emplazamientos óptimos de los motores. También contribuyó al diseño de nuevos motores para lograr mayor eficiencia en el uso del combustible y mayor velocidad”²⁷⁵.

El sector aeronáutico es un ejemplo claro de una clara transformación vertiginosa. De ser un sector impulsado por las prioridades de la Seguridad Nacional (militares), beneficiándose de los programas federales en I+D+D administrados por la defensa y la NASA, hasta la actualidad que es presa de la compleja colaboración multinacional global de nuestros días. Aunque actualmente se desestima el apoyo gubernamental al sector, lo cierto es que, sin este soporte, la aeronáutica civil norteamericana no hubiese sido capaz de consolidarse como la más innovadora y competitiva en el nivel internacional durante la posguerra (la misma Airbus europea no existiría sin el apoyo gubernamental).

²⁷⁴ MINIAN, Isaac (1998). *Políticas estratégicas vinculadas a la introducción de nuevas tecnologías*. En DOMÍNGUEZ, Lilia & WARMAN, José. **Tecnología y competitividad en un nuevo entorno**. Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 107-137.

²⁷⁵ Ibid, p. 117.

Mowery & Rosenberg²⁷⁶ nos reseñan como la inversión en IyD por parte del sector se presenta constante durante el periodo de la Guerra Fría: cada año, el total de la IyD federal fue muy superior a la IyD financiada por el sector empresarial; destaca también que dentro de la IyD federal total, es la IyD militar la que lleva el mayor peso por sobre la IyD asignada a la Aeronáutica Federal Civil (que incluye a la NASA). En datos de estos autores, para el periodo 1945-1980, de la inversión acumulada destinada a la aeronáutica solo un 15 por ciento provenía de fuentes privadas, mientras el restante 85 por ciento derivaba de fuentes gubernamentales (dentro de éstas, un 75.5 por ciento eran militares y sólo 7.5 de fuentes gubernamentales civiles). Esta tendencia se mantiene hacia finales de la Guerra Fría. Para 1986, los fondos federales financiaron un 77 por ciento de todos los gastos en IyD del sector, de hecho, estos gastos representaron el 17.5 por ciento del total de las ventas del año anterior, el segundo índice sectorial más alto, sólo detrás de los electrónicos.

Por su parte, en 1990, del total de inversión en IyD del sector empresarial, se designó el 26 por ciento en gastos para la industria aeroespacial, reflejándose la importancia del sector (ver Tabla 23). Detrás de esta reseña descriptiva, debemos observar la importancia del papel del gobierno federal en el desarrollo de un sector que requería de grandes inversiones-semilla que, paulatinamente, fueron transformándose en procesos militares-civiles y gubernamentales-empresariales.

TABLA 23 DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE GASTOS EN IYD POR EL SECTOR EMPRESARIAL DURANTE 1990

% Aplicado en	UE	EUA	JAPÓN
Industria Aeroespacial	11.1	26.0	0.8
Electrónica/eléctrica	22.8	16.6	26.0
Maquinaria de Oficina y Cómputo	5.2	10.8	11.4
Farmacéutica	8.6	5.2	5.5
Otros manufacturados	45.5	36.9	56.2
No manufacturados	7.7	8.4	3.3

Fuente: Main S&T indicators for the EC, USA and Japan. Report by OECD to the Commission of the European Communities.

²⁷⁶ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). **Technology and the pursuit of economic growth**. Cambridge University Press; Capítulo 7.

Dentro de la administración federal, fue al término de la Segunda Guerra Mundial cuando la NASA, sucesora de la NACA, se encargó del desarrollo en el sector. Aunque la prioridad militar ocupó la mayor parte de los esfuerzos durante la posguerra, existieron elementos clave para permitir el desarrollo del sector aún en el área civil. La diversidad de proyectos considerados de 'uso dual' y su liberal flujo de patentes derivadas del desarrollo tecnológico, fueron fundamentales para permitir el acercamiento de los empresarios durante los años cincuenta y sesenta. El gobierno, por su parte, permitió a la industria ir tomando las tecnologías para trasladarlas al área civil y prefirió redoblar sus esfuerzos en la tecnología militar y del espacio debido a su política de demanda en el sector. También es importante destacar la capacidad de esta industria para beneficiarse de los adelantos tecnológicos en otras industrias a partir del principio de que "el proyecto de un avión o motor dado integra un número de subsistemas complejos, entre los que destacan las tecnologías electrónica, hidráulica y de (nuevos) materiales"²⁷⁷; con ello el conocimiento implícito en los componentes de integración y en las fases del proyecto, es determinante en la etapa de introducción de una posible innovación.

Esto es, como se ha comentado, que las tecnologías incrementales aportan una o varias mejoras de las tecnologías radicales, ya sea en aerodinámica, tamaño, peso, motor, fuselaje y, sobre todo, reducción de costos.

Así, gracias a la difusión de la tecnología, la aeronáutica sería acogida por las corporaciones privadas. Luego de desplazar al *Comet* británico como principal proveedor en el sector, la industria norteamericana de la aviación comercial sería dominada por tres importantes firmas durante el periodo de la Guerra Fría: McDonnell *Douglas*, *Lockheed* y *Boeing*. Encabezadas por la Boeing, estas firmas han financiado la mayor parte de la I+D del sector en las últimas décadas (a excepción de proyectos específicos generalmente de tipo militar que interesan al DoD o a la NASA). Sin embargo, esta escisión ha alejado las actividades precompetitivas entre la I+D civil y la militar.

...las tecnologías civiles y militares se han separado notablemente, reduciendo la difusión entre esos sectores. A pesar de ello, la NASA todavía gasta entre

²⁷⁷ Ibid, p.191.

350 y 400 millones de dólares por año en tecnologías aeronáuticas genéricas que complementan los gastos en investigación y desarrollo de la industria privada. De acuerdo con la *Commission on Industrial Productivity* del MIT, nunca una compañía aeronáutica tuvo éxito sin ayuda gubernamental...²⁷⁸

La aeronáutica, como los diferentes sectores productivos, es un caso que muestra una tendencia inicial de apoyo gubernamental que fue aprovechado por la industria privada para el traslado de la tecnología específica al área civil. Pero esta separación ha generado una pérdida en la difusión tecnológica y en la vinculación entre los actores de la innovación.

Las tendencias más recientes son evidenciadas desde un reporte de la Administración Clinton.²⁷⁹ Pensando en las prioridades del sector aeronáutico, se habla de la necesidad de acelerar la competitividad ante las grandes corporaciones internacionales, encabezadas por la Airbus europea. El sector ha priorizado los proyectos en I+D de corto plazo y más cercanos al desarrollo del producto. De acuerdo con Thurow (1991), la industria fue reemplazando a sus ingenieros con sus expertos en finanzas, donde el perfeccionamiento tecnológico dejó de ser la prioridad; la Boeing en particular retrasó la producción de nuevas máquinas y permitió que Airbus pudiera llenar los huecos dejados por la primera. Incluso la referida separación gubernamental de la industria aeronáutica civil puede ser un elemento clave.

Mientras la industria norteamericana de la aviación civil tenía raíces militares, su principal productor (Boeing) no recibió pedidos de aviones militares. Incluso, si hubiese recibido pedidos, las características de la aviación militar estaban cobrando un sesgo tan diferente de las características de la aviación comercial que la fácil transferencia de los procesos de investigación y producción probablemente era cosa del pasado. Lo que había sido una relación estrecha con el gobierno se convirtió en una relación distante.²⁸⁰

²⁷⁸ MINIAN, Isaac (1998). *Políticas estratégicas...* Op.Cit., p. 117.

²⁷⁹ U.S. R&D policy for competitiveness; sector study: aircraft. En INTERNET: www.nii.nist.gov/pubs/coc_rd/apdx_air.htm1

²⁸⁰ THUROW, Lester (1991). *La Guerra del Siglo XXI*, Ed. , p.212.

Ante la perspectiva del corto plazo en la industria, la respuesta actual del gobierno federal es tratar de invertir en proyectos de mediano y largo plazos, definidos comúnmente como los de mayor riesgo. Aquí se incluye a los proyectos de alta tecnología; particularmente el gobierno ha hecho énfasis en proyectos de investigación relativos al transporte de alta velocidad y las tecnologías supersónicas. Ejemplo de esto son los proyectos de la *línea de aviones "X"*, por parte de la NASA; aquí podemos destacar al X-31 y al X-30. El primero se trata de un proyecto conjunto con los alemanes para trabajar en un avión supersónico capaz de maniobrar a 360 grados y prácticamente suspenderse en el aire e ir en reversa. En tanto, el X-30 se trata de una nave espacial que será capaz de despegar y aterrizar en una pista terrestre; este megaproyecto de largo plazo será también producto de la más alta tecnología en materiales, electrónica, robótica, etc., se contempla que podrá ser probado antes del año 2010.

Seguramente este tipo de esfuerzos del gobierno, a través de la NASA en el caso descrito, son vistos por la empresa aeronáutica privada como una especie de *respaldo* ante su tendencia de apostar por las actividades científico tecnológicas de corto plazo. Esta tendencia del sector privado impacta a las universidades, las cuales se han visto forzadas a enfocar sus actividades de investigación a los productos específicos y de corto plazo. Con ello, el ejemplo de la industria aeronáutica nos marca la pauta para observar la necesidad de valorar también una cooperación donde cada actor cumple eficientemente con su papel y se vincula con los otros.

Las condiciones de la Guerra Fría que, bajo el móvil de la Seguridad Nacional justificaron por mucho tiempo al federalismo cooperativo con un liderazgo por parte del ejecutivo federal, comenzaron a deteriorarse. Este hecho, aparentemente paralelo a la industria aeronáutica, es sin embargo fundamental si recordamos la tendencia de que los fondos federales, mayoritariamente militares, fueron determinantes para el sector durante la Guerra Fría. Antes, la existencia de una autoridad central federal y comandada desde la Casa Blanca coordinó las políticas en ciencia y tecnología en general, aún por sobre la figura del Congreso. Agencias del Congreso, tales como la *Office of Technology Assessment* apoyaron legislaciones

en ciencia y tecnología, pero nunca con el poder de instancias ejecutivas como la *Office of Management and Budget*.²⁸¹ Aún con las agresiones terroristas al Pentágono y las Torres Gemelas del *World Trade Center* en septiembre del 2001, no existe aquella justificación permanente de la Seguridad Nacional, los movimientos pendulares prevén el regreso futuro al entorno de competitividad civil. El argumento de la Seguridad Nacional impidió que las decisiones presidenciales tuvieran fuertes contendientes durante la Guerra Fría. No obstante, desde la Administración Clinton se había iniciado la transición de la política tecnológica a partir de la identificación de nuevas prioridades donde se incluye el diseño de una nueva estrategia de inversión con una mayor participación de la industria y de los gobiernos locales.

Un reporte de la Casa Blanca, a finales de los años noventa, se refiere a la creciente tendencia del sector aeronáutico a concentrarse en los gastos en I+D en el corto plazo, marginando o desestimándose a la investigación de largo plazo y de mayor riesgo; incluso se dice que los mismos esfuerzos de investigación en las universidades han sido inducidos a concentrarse también en los productos específicos y el corto-plazo. Es notable, sin embargo, que los escasos proyectos de investigación de mediano y largo plazo son promovidos importantemente por los acuerdos con las agencias federales, básicamente la NASA, el DoD y Administración Federal de Aviación (FAA).

En línea con el resto de la industria, las actividades en I+D de la Boeing están enfocadas en investigación, desarrollo del producto y diseño de corto y mediano plazos. Boeing recurre a la NASA y gestiona con universidades algunos contratos de trabajo para investigación de largo plazo en aerodinámica (o) en investigación básica de elementos físicos vinculados a materiales y compuestos (etc.)...Boeing también hace uso de instalaciones como los túneles de viento, simuladores, equipos de cómputo y pruebas de vuelo realizadas en los laboratorios nacionales del DoD, la NASA, la Administración Federal de Aviación y el Departamento de Energía; al tiempo que utiliza sus propios túneles de viento para pruebas en aerodinámica, ruido, propulsión y

²⁸¹ BARKE, Richard (1988). **Science, Technology, and Public Policy**. University of Houston, p. 59.

enfriamiento. Debido a que los túneles de viento de E.U. son mucho más viejos y de menor avance tecnológico que los construidos por Airbus, la Boeing también debe usar los túneles de viento europeos para condiciones de simulación más adecuadas en el flujo de aire. Boeing también depende de manufactura ingenieril externa así como de otros aspectos de desarrollo tecnológico en propulsión, aviación, controladores, estructuras y materiales.²⁸²

El hecho de que Boeing haya dejado algunas de sus actividades 'menos críticas' en I+D a proveedores y subcontratistas (incluso foráneos) con el propósito de reducir costos, puede explicar al menos parte de los huecos dejados en la competitividad internacional del sector, particularmente durante los años noventa. Claro es que los fondos totales en I+D dentro de la industria aeroespacial han caído precipitadamente desde 1988; esto ha derivado en reducciones substanciales en la I+D de corto plazo y, sobre todo en las de mediano y largo plazo. Esta problemática está ligada en definitiva a la necesidad de incrementar la cooperación ya que parte de esta transición implica también mantener el apoyo compartido a través de programas de las agencias federales como es el caso del *NIST* (abordado en el Capítulo anterior).²⁸³ Sin embargo, en el nuevo entorno global, en dicha cooperación aparecen actores exógenos al sistema norteamericano de innovación; esto se observa en el simple ejemplo del Boeing 777:

Los avances tecnológicos del 777 provienen de gran variedad de fuentes. La NASA financió porciones del conocimiento técnico en investigación acumulada durante 20 años, la cual Boeing construyó y mejoró substancialmente para el 737 y el 777. Boeing realizó nuevas e importantes inversiones, refinamientos y pruebas en integración de componentes y sistemas. Algunas tecnologías en integración de sistemas usadas para el 777 fueron diseñadas luego de contratos militares previos como el *Advanced Warning and Control System (AWACS)* de vigilancia aérea. La tecnología 'Fly-by-wire', la cual hace al aeroplano más ligero

²⁸² U.S. R&D policy for competitiveness; sector study: aircraft. En INTERNET: www.nii.nist.gov/pubs/coc_rd/apdx_air.htm1

²⁸³ El plan económico del presidente Clinton hizo un llamado a incrementar el presupuesto total del NIST de 384 millones de dólares del año fiscal de 1993, a 1.4 mil millones en 1997. Aunque este incremento contiene una pequeña fracción del presupuesto federal en I+D, este crecimiento además de ser un desafío para el NIST, es una muestra clara hacia la transición de desarrollar más tecnología de uso comercial.

y con mayor eficiencia de combustión permitiendo al piloto el movimiento electrónico del timón y los alerones, emergió del programa F-8 de la NASA durante los 1970s. Aunque integrada al diseño del 777, Airbus fue la primera en aplicar comercialmente esta tecnología. Los especialistas de la Boeing mejoraron el sistema de diseño computacional de la *Dassault Systemes* francesa, el cual había sido usado para secciones ingenieriles del 747 y el 767, con lo cual se cubría todo el diseño del 777. Adicionalmente, la Boeing cede por contrato parte de sus menos críticas actividades en IyD (como en la estructura del fuselaje y compuestos secundarios) a proveedores y subcontratistas - algunos extranjeros- para compartir costos y aprovechar sus destrezas.²⁸⁴

Se ha hecho evidente que aún los enormes costos y riesgos de los proyectos en IyD de largo plazo han requerido de una mayor participación internacional. Además de los vínculos referidos con la propia Airbus existe, entre otros, el proyecto conjunto de captación de mercado a través del *Very Large Commercial Transport* o 'super jumbo'. También existen recientes vínculos en el sector con Japón y el resto de Asia. En el nivel doméstico, desde la Administración Clinton se convocó a acelerar el desarrollo y la aplicación de tecnología como un esfuerzo nacional que fomente el crecimiento económico del sector a largo plazo. Ahora las políticas sectoriales de la administración en ciencia y tecnología tienen que ser fuertemente apoyadas por la industria y por el mismo Congreso, surgiendo el concepto de "apoyo plural". El entorno dejado por aquella administración parece ser suficiente para que, aún con el retorno al matiz militar (tipo Reagan), el actual presidente George W. Bush mantenga el estímulo 'sector-por-sector' dentro del sistema norteamericano de innovación.

No obstante, la tendencia a la baja en las actividades de investigación de largo plazo es creciente y, de ningún modo, se limita al sector aeronáutico. Con el afán de reducir costos y aumentar las ganancias, prácticamente todas las empresas que realizan su propia IyD se han enfocado casi exclusivamente a invertir en Desarrollo Tecnológico de corto plazo (recordándose que éste reduce enormemente los riesgos al ubicarse en la etapa precompetitiva del producto). Ante esta situación, el gobierno

²⁸⁴ U.S. R&D policy for competitiveness..., Op.Cit., p.3.

debe intentar balancear dicho trabajo industrial de corto plazo con investigación de perspectiva suficiente como para asegurar una continuidad tecnológica para las futuras generaciones. Aún con las presiones del presupuesto federal, agencias como la NASA deben promover el incremento de proyectos comunes con los sectores industrial y académico (aeronáutica, en el caso referido) para mantener la efectividad en las inversiones y de la base tecnológica norteamericana.

Dentro del apoyo del gobierno federal hacia la sectorización balanceada del conocimiento en tecnologías concretas, como la tercera gran lección norteamericana, se debe estar consciente de la dinámica contemporánea. En el mundo actual los ciclos del producto se están reduciendo dramáticamente (como en el caso de los microprocesadores); la competencia es más intensa y global, los productos son tecnológicamente más complejos, además que el desarrollo de tecnologías radicales requiere cada vez más de un esquema multidisciplinario.

Particularmente, el gobierno federal debe equilibrar, sector-por-sector, el desánimo por invertir en IyD de largo plazo o mayor riesgo (como lo había venido haciendo con programas como el ATP). La salud de todas las industrias (electrónica, aeronáutica, cómputo, telecomunicaciones, defensa, automotriz, equipo médico, por nombrar algunas), depende enormemente de científicos e ingenieros altamente capacitados. El gobierno federal y las universidades han contribuido fuertemente en el ascenso de todos los sectores industriales pese a que ahora los empresarios se han alejado de aquellos. En este entorno, las alianzas conjuntas aparecen como la mejor opción ante la necesidad de competir.

4.4 LA LECCIÓN FUNDAMENTAL: COOPERACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD

La cooperación como elemento fundamental del apoyo del gobierno federal hacia el fomento de un entorno propicio para las actividades de IyD, ha estado inherente en el desarrollo de nuestra investigación. Solamente nos resta hacer énfasis en aspectos como la real dimensión de este elemento, el fomento de la fuerza de trabajo de la IyD y el manejo de los recursos institucionales de acuerdo a las prioridades militares o civiles.

Es evidente pensar que los esfuerzos y capacidades individuales de las empresas, los laboratorios o el sector público no pueden encerrar de manera total la complejidad de los procesos de innovación tecnológica. Sin embargo, con el afán de explicar esta complejidad hemos recurrido al concepto del “sistema nacional de innovación”, con una serie de actores involucrados y de vinculaciones en interacción recíproca. El dinamismo tecnológico de una sociedad determinada se puede generar sólo a partir de la existencia de infraestructuras y redes necesarias para fomentar las actividades de la innovación, además del apoyo a los procesos de generación, transferencia, adaptación y difusión de tecnología. Todo ello, no hubiese ocurrido en el caso norteamericano sin la noción de “trabajo en equipo” generada por la lección fundamental de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico: la cooperación. Si bien, como se ha analizado, antes de la Segunda Guerra Mundial ya existía una “cooperación regional”, fue hasta las premuras de la Seguridad Nacional que el gobierno federal se convierte en el gran integrador del SNI, particularmente en el sentido institucional.

Desde el primer capítulo hemos reseñado parte de la conformación histórica del desarrollo científico tecnológico de los EUA donde resulta muy significativo el sentido regional que, en un principio, tuvo esta actividad. También se ha observado la movilidad multidimensional de la cooperación “regional” a la cooperación “nacional” motivada en gran parte por la Segunda Guerra Mundial, por los aspectos de Seguridad Nacional durante la posguerra o por el paradigma emergente evidenciado desde los años noventa. Aspectos, todos ellos, que han servido de entorno para la cooperación como constante recurrente hacia las actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

Implícita desde aquel contexto de la posguerra, la cooperación emana del viejo modelo lineal-militar del gobierno federal en I+D. Sin la cooperación, no hubiera tenido éxito la idea de los parques científicos encabezados por la *Route 128* y el *Silicon Valley*²⁸⁵, desarrollados desde los años sesenta en los suburbios de Boston y

²⁸⁵ Véase, por ejemplo, SAXENIAN, Annalee (2000). **Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128**. Harvard University Press.

el sur de San Francisco, respectivamente. Ambos casos son los más representativos de un modelo tribásico de cooperación que estrecha la colaboración integral de las empresas con la investigación de base universitaria y con la diversificación de fondos (no siempre públicos). Este es un modelo que se globaliza ante la capacidad que tiene el conocimiento científico técnico para la generación innovativa y de capitales. Mientras la *Route 128* sirvió de bastión dentro de la región industrializada del noreste del país, el *Silicon Valley* (a retomar en el próximo punto) convertiría al sudoeste en la meca de la tecnología de la informática y las telecomunicaciones (lo cual contribuye a que sea la Cuenca del Pacífico la de mayor volumen comercial a finales del siglo XX).

Esta cooperación regional y nacional fomentada por el gobierno federal también ha quedado implícita en su preocupación por establecer un debate nacional de la política científico tecnológica. Incluso en el análisis sectorial, cada rama productiva representaría un ejemplo de cooperación en IyD.

Como se ha subrayado, para los Estados Unidos, como para todos los países, la cooperación entre el gobierno, la industria y la academia es vital en el funcionamiento del Sistema Nacional de Innovación. Es evidente que los lazos establecidos entre los tres (cooperación y regulaciones) generan una gran cantidad de asuntos (p.e. financiamiento, contratos, concesiones, proyectos conjuntos, etc.).

Aún enfocándonos sólo en el papel que el gobierno juega como promotor de la IyD en los demás sectores, es evidente que las problemáticas son muy diversas, particularmente considerando que muchas de las tendencias actuales provienen de la etapa de hegemonía tecnológica norteamericana. Obviamente, algunas de ellas (como costos compartidos, intensidad en alta-tecnología, apoyo de infraestructura, complementariedad científico-tecnológica del subsidio, inversiones semilla, y derechos de autor) pueden ser merecedoras de otros estudios.

De entre los dilemas cruciales en el plano de la interacción al interior del Sistema Norteamericano de Innovación, el “contrato social” establecido entre gobierno e industria nos marca la pauta de la funcionalidad o no del sistema en general. Como observamos en el capítulo II, en el plano endógeno, el gobierno debe procurar la cooperación sobre la disfunción de las actividades en IyD. Para ello debe establecer

un equilibrio no solo entre los movimientos pendulares del entorno (civil o militar/ económico o político), también debe fomentar en todo momento una política científico-tecnológica de equilibrio y, sobre todo, con una visión del desarrollo social integral.

Aunque en nuestro estudio nos hemos enfocado en el papel del gobierno federal, es necesario contemplar la diversidad de asuntos, incluidos aquellos donde el gobierno no interviene directamente en las actividades científico tecnológicas del sistema, si acaso como un ente de legalidad. En la Tabla 24, se ejemplifica la potencial diversidad de asuntos derivados del entorno de cooperación tecnológica que se entrelaza para la transferencia (endógena y exógena) de conocimiento y tecnología.

En este contexto, queremos hacer énfasis en la vinculación del gobierno con las universidades o centros de investigación, particularmente en cuanto a su capacidad para formar capital humano para las actividades en CyT.

TABLA 24: CANALES EN LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA (EJEMPLOS SELECTOS)

Transferir a desde	Gobiernos (demanda)	Instituciones y Centros de Investigación	Empresas	Individuos
Gobiernos (oferta)	Intercambio de científicos y acuerdos de cooperación técnica	Financiamiento de equipo, investigación, etc.	Financiamiento y otro tipo de asistencia y/o instalaciones	Patrocinio en programas de capacitación
Instituciones y Centros de investigación	Contratos de consultoría para el estudio de problemas específicos	Acuerdos de cooperación; intercambio de cuadros en CyT	Suministro y venta de procesos know-how	Programas de capacitación para estudiantes externos
Empresas	Contratos clave para construcción de plantas de alta tecnología	Suministro de equipo de investigación, datos, etc.	Acuerdos acreditados <i>Joint ventures</i>, adquisiciones externas, etc.	Programas de empleo y capacitación para individuos de Países en Desarrollo
Individuos	Consultores externos contratados para problemas específicos	Docentes e investigadores para países externos	Trabajadores externos, ejecutivos e investigadores	Proyectos en co-investigación y otras interacciones profesionales

FUENTE: AGMON, p.64.

Insertos en la vinculación del gobierno con las universidades o centros de investigación, pensamos en la importancia de la formación de recursos humanos

para la IyD. La incorporación de científicos, ingenieros y técnicos a las diferentes actividades o esferas laborales, define en gran medida el grado de modernización de un país. Ahí la importancia de la organización y los recursos en IyD.

La fuerza de trabajo fundamental en IyD (capital intelectual estimado en 1.2 millones de científicos e ingenieros) es relativamente pequeña en los EUA (un 3.5 por ciento de la población total), pero su potencial cualitativo ejerce un enorme impacto en las actividades de innovación y en la macroeconomía. Para R. Freeman (2005) los actuales cambios en el mercado laboral en este nivel disminuye las ventajas competitivas en alta-tecnología y en el entorno industrial general; aunque autores como M. Cervantes (2004) aseguran que no debe preocupar el hecho de que 33% de los doctores en ciencias e ingeniería que trabajan en EUA sean extranjeros.

Es necesario precisar, sin embargo, que para calcular los *recursos humanos totales en IyD* debemos sumar a este número los técnicos, los administrativos y demás personal involucrado en el cuidado, la administración y mantenimiento de las instalaciones en IyD. Este número en los Estados Unidos ascendió de 2.6 millones en 1978, a 5.4 en 1988 y a 10.6 en 1998.²⁸⁶ En cifras aproximadas, hoy en día más de 25,000 científicos e ingenieros obtienen su doctorado en instituciones de los EUA cada año, la mayoría de los cuales ingresan a actividades laborales de ese país. Hacia la mitad de los años ochenta, los norteamericanos ocupaban dos veces la fuerza de trabajo de la IyD japonesa, y aún más que el total combinado de Japón, Alemania Federal, Francia y Gran Bretaña. Durante los últimos diez años, sin embargo, dichos países han acortado enormemente las distancias respecto a los norteamericanos en el ámbito de esta variable fundamental de la competitividad internacional. Una parte importante de la responsabilidad del supuesto rezago tecnológico americano se le ha acreditado al gobierno federal y a su supuesta 'disfunción estratégica' en el apoyo y eficiencia de generación continua de recursos humanos en IyD al interior del *Sistema Norteamericano de Innovación*.

²⁸⁶ Por supuesto, las cifras anteriores (3,000 en 1921, contra 46,000 en 1946) no son comparables al periodo de la posguerra donde la participación del gobierno federal (como financiador e integrador) y de la industria (como principal realizador) hacia la Investigación y Desarrollo fueron determinantes para el éxito científico-tecnológico de dicho lapso. Ver Greenberg (1991) en Bibliografía.

Justo es hasta la década de los ochenta cuando las políticas científico tecnológicas dedican a generar medidas más específicas enfocadas a la especialización de los recursos humanos en CyT; aunque previamente el modelo de Vannevar Bush de un financiamiento general para la investigación había tenido un efecto sistemático en este apoyo. Hoy en día, las mejoras en la calidad de la educación y la capacitación, así como la creación de condiciones que estimulen la integración de los diversos elementos en la economía nacional, son también parte de una *estrategia endógena de crecimiento*. En esta 'dinámica complementaria', la relación gobierno-academia es una preocupación muy frecuente, lo cual se ha reflejado en un ascenso en los fondos federales hacia la investigación universitaria (58% en 2002). Esta vinculación siempre ha estado incluida en los debates sobre CyT:

Un cambio en el énfasis de la investigación universitaria, hacia conexiones más extensas con las necesidades de la industria civil, puede beneficiar a la industria y a las universidades si se realiza de la manera correcta. Esta manera, en nuestra perspectiva, es para respetar la división del trabajo entre universidades e industria, la cual ha crecido con el desarrollo de las disciplinas de ingeniería y ciencias aplicadas más que en el intento serio por llevar a las universidades hacia un mundo en el que las decisiones necesitan hacerse con respecto al criterio comercial. No existe razón para pensar que las universidades funcionarán bien en ese entorno, pero si es razonable creer que en ese entorno se dañarían las legítimas funciones de las universidades. Por otra parte, inducir una investigación universitaria más cercana a la industria, mientras se respete la condición para que la investigación sea 'básica' en el sentido de apoyar el entendimiento más que los resultados prácticos de corto plazo, puede conducir a beneficios duraderos para ambos.²⁸⁷

El gobierno federal y las empresas están conscientes de que, en los estudiantes recién egresados, se halla una importante fuente para el flujo continuo de investigación básica que será catalizada en el trabajo industrial.²⁸⁸ Ante esa premisa, resulta muy importante la vinculación gobierno-universidad en la generación de capital humano y en la transferencia de conocimientos científico tecnológicos.

²⁸⁷ MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). **Technology, and the Pursuit...** Op.Cit. p.44-45.

²⁸⁸ Véase, BOTKIN, James; DIMANDESCU, Dan y STATA, Ray.(1986). **Los Innovadores...** Op. Cit, p.342.

Se observa que más del 50 por ciento de los fondos federales hacia la investigación básica se dirige hacia las universidades. Particularmente, debemos mencionar a las *Universidades de Investigación Intensiva*, o RIU's.²⁸⁹ El gobierno federal gastó \$8,100 millones en las RIUs para desarrollar los diversos tipos de investigación intensiva en 1990; el total federal de los fondos para investigación dirigido hacia todas las instituciones académicas en ese año fue aproximado a \$9,000 millones. El apoyo federal para la investigación en las RIUs comprende un promedio cercano al 12 por ciento de los gastos totales operados por las RIUs, y cerca del 58 por ciento de sus gastos totales en investigación.²⁹⁰ Las RIUs representan diversos objetivos generados por el gobierno federal, aunque enfocados a las necesidades de la investigación académica y empresarial:

...las actividades de las agencias Federales respecto a las universidades de investigación-intensiva (RIU's) deben ser guiadas por los siguientes principios:

1. Las políticas y requerimientos Federales deben contribuir a la salud de las universidades y a sus operaciones, así como a la fortaleza de la infraestructura para la investigación.
2. Las políticas Federales deben servir para maximizar los beneficios resultantes de la inversión nacional en universidades y otorgar dividendos incrementales transformados en la mejora de la calidad de vida y el crecimiento económico.
3. Las políticas e inversiones Federales hacia la investigación universitaria y la educación deben fomentar la completa utilización de la rica y diversa base demográfica de la nación, el mantenimiento de un equipo de científicos e ingenieros altamente educado, y el desarrollo de una ciudadanía científicamente educada.
4. En la implementación de sus políticas y regulación hacia los fondos públicos de las universidades, el gobierno Federal debe buscar responsabilidad y

²⁸⁹ Las *Universidades de Investigación Intensiva* dependen de los fondos federales para asistencia financiera en apoyo a su investigación, contando con beneficios adicionales para programas de capacitación avanzada y para su infraestructura física y humana.

²⁹⁰ "In the National Interest: The Federal Government and Research-Intensive Universities". **Gopher-subject:** ...Op Cit., Febrero, 1993.

simplicidad, mantener la compatibilidad y uniformidad entre las agencias y reducir la duplicación.²⁹¹

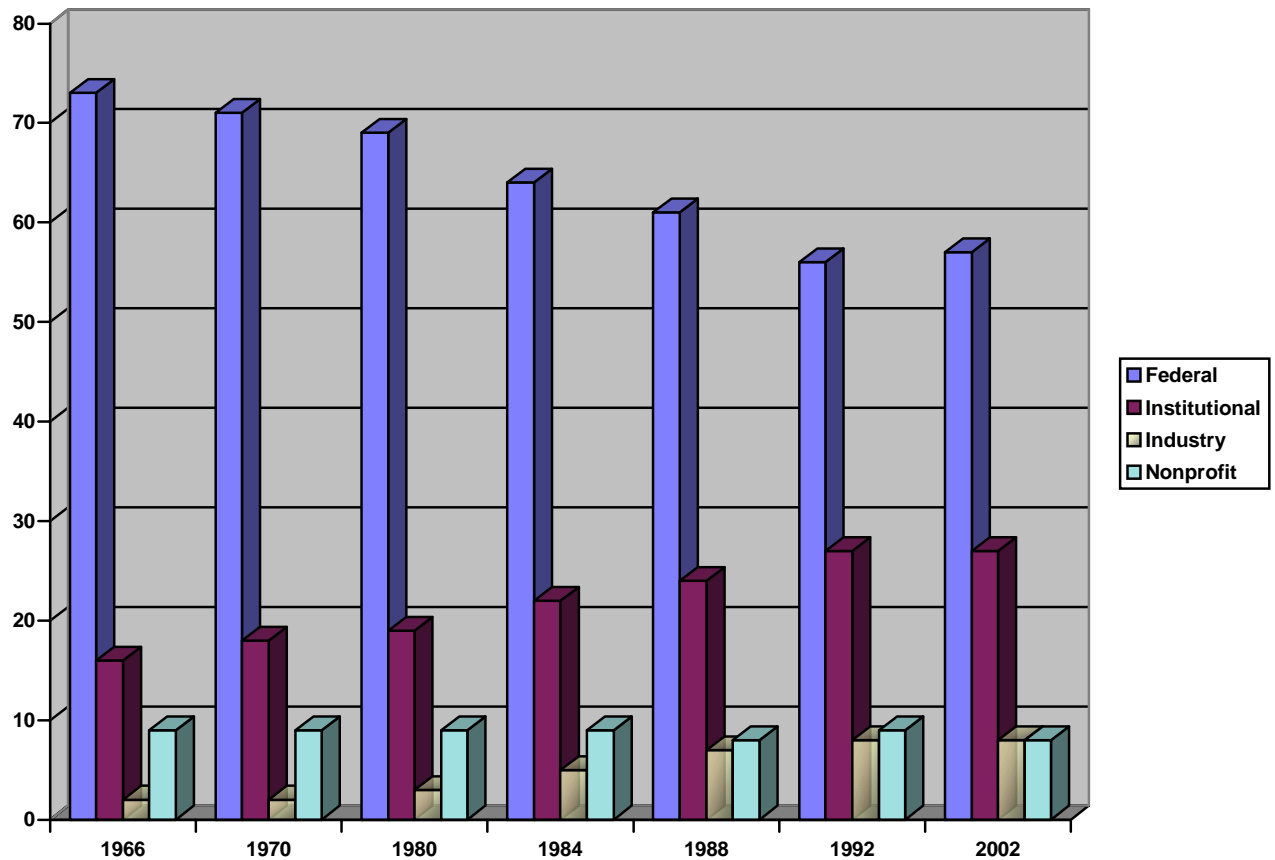
Siendo un claro ejemplo de cooperación, el gobierno federal casi han triplicado los fondos para las RIUs en los últimos 15 años (8,100 millones de dólares en 1990, a 14,000 en 1997 y a 21,800 en 2004). Así que las RIUs, junto con los Centros de Investigación federal (que recibieron 7,100 millones en 2004) se convierten en una fortaleza que intenta contagiar las actividades de investigación entre universidades y empresas.²⁹² Como premisa de la perspectiva lineal, la administración federal ejerce esfuerzos significativos para mantener inversiones balanceadas en investigación básica y aplicada dentro de su presupuesto federal. Se estimula el sentido de cooperación y equilibrio aún en los movimientos pendulares del entorno.

En la Figura 8, observamos que el apoyo hacia la investigación en las universidades por parte del Gobierno Federal disminuyó casi un 10% desde 1966 hasta 1992, esto se debió al interés que surgió con más fuerza de las mismas Instituciones Académicas, así como de la industria privada por desarrollar proyectos de I+D. Por otro lado también se debe a que el Gobierno Federal permitió una mayor participación de estos sectores como parte del nuevo sentido de “apertura” que le dio a la Innovación Tecnológica, a partir de los años setenta. Más recientemente hay una recuperación de la partida en virtud del compromiso federal renovado hacia la investigación.

FIGURA 8. APOYO COMPARTIDO EN INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA

²⁹¹ Ibidem.

²⁹² Véase, por ejemplo, TASH, William & SACKS, Stephen (2004). **The Payoff. Evaluating Research Centers, Laboratories, and Consortia for Success**. SciPolicy Publications. <http://scipolicy.net>



Diseñada con datos de COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994) y KNEZO, Genevieve (2002), ver Bibliografía.

Considerando que el sector académico es el segundo realizador de IyD, el gobierno federal no puede descender su apoyo en recursos financieros. En general, el apoyo federal hacia la investigación universitaria ha conseguido involucrar crecientemente a los demás sectores, incluido el sector industrial. Dentro del apoyo a la investigación universitaria y corporativa, es también muy importante el papel de los laboratorios federales. De entre los objetivos originales de los centros federales de investigación, podemos destacar: a) crear un sistema que permita, incluso a las firmas más pequeñas, tener acceso a las capacidades en investigación, b) evitar la duplicación de investigación necesaria para industrias de convergencia tecnológica (p.e. vidrio/cerámica), c) asignar responsabilidades dentro de la investigación precompetitiva, y d) fomentar el marco propicio para generar colaboraciones industria-gobierno.

La misión y los esfuerzos de los laboratorios federales pueden ejemplificarse con proyectos como los del MEP o el ATP (dependientes del NIST, como analizamos en el capítulo anterior) que lograron involucrar a 146 diferentes universidades durante la década de los noventa y a más de 160 para el 2002. Estas universidades se distribuyeron alrededor del 9 por ciento de los fondos totales del ATP en dicho periodo. De hecho, el ATP logró involucrar a las universidades en un 55 por ciento de sus 468 proyectos; destacando su participación en sectores como materiales, química y manufactura, aunque también han participado en áreas como electrónica, biotecnología, energía e información.²⁹³

La idea funcional de los laboratorios federales se puede dividir en la identificación de dos modelos diferentes presentados en la práctica. De acuerdo con Branscomb, el primer modelo gira en torno a las prioridades en defensa, se trata de una activación general de los laboratorios federales hacia el desarrollo de tecnologías militares con una directriz centralizada. En el segundo modelo se da en un entorno de prioridad económica-civil donde se diversifican más las oportunidades para el sector privado (véase Tabla 25).

TABLA 25. MODELOS DE MISIÓN Y ESTRUCTURA ORIGINALMENTE DISTINTA EN LOS LAB. NACIONALES.

	Modelos de los Departamentos de Defensa, Energía y la NASA	Modelo de Institutos Nacionales de Salud y el DoC/NIST
Estructura del proyecto	extensa, con equipos de trabajo interdisciplinarios	descentralizada, diversos programas de investigación
Criterio para la inversión federal	misiones definidas por el gobierno; p.e., defensa, ambiente, transporte	básico, infraestructura y entorno científico
Forma de relación industrial	amplios proyectos con consorcios industriales	muchas colaboraciones individuales
Medios para la difusión y transferencia de tecnología	uso de los CRADAs* y consorcios industriales al transferir tecnología	usa canales profesionales de difusión tecnológica

Fuente: Branscomb, Lewis, Op. Cit., p. 127.

²⁹³

Tomado de Internet: www.atp.nist.gov/alliance/npu_part.htm (actualizado al 9/XI/1999).

*CRADAs, por sus siglas en inglés, son los Acuerdos de Cooperación en IyD.

Dentro del pragmatismo político norteamericano y los movimientos pendulares, la existencia de ambos modelos de cooperación es de vital importancia para la adecuación del entorno científico tecnológico. Ambos modelos conservan su fortaleza propia desde la existencia misma del SNI como tal, sin embargo, cada Administración hace un mayor énfasis en las agencias que representan al modelo del entorno que corresponda, sea el militar o el civil. El predominio evidente ha sido el primer modelo, que gira alrededor de las prioridades militares argumentadas por la Seguridad Nacional. Con un fuerte centralismo y acuerdos de cooperación en IyD muy selectivos, este modelo absorbe casi por completo los esfuerzos hacia la IyD militar (ejemplo de ello han sido los laboratorios del Departamento de Energía que monopolizaron el desarrollo de la tecnología nuclear).

El segundo modelo, flexible, descentralizado y más en contacto con la ciencia básica ayuda a equilibrar el potencial tecnológico desde una perspectiva 'no militar' (como sucedió a principios de los años setenta, luego de la Guerra de Vietnam, y durante los noventa, particularmente después de la Guerra del Golfo). Pero independientemente de sus características y funciones particulares, ambos modelos tienen como objetivo apoyar a las firmas en sus necesidades tecnológicas. Lo cual, por otra parte, ha sido también severamente cuestionado dentro del debate de la política en CyT, ya que no es fácil determinar cuáles son los fondos 'apropiados' para estimular a la industria y cuáles pueden ya considerarse excesivos.

Entre otras transformaciones realizadas durante la Administración Clinton, en el entorno de prioridad económica civil, se ubica la sustitución del viejo *National Bureau of Standards* por el *National Institute for Science and Technology*, una mayor presencia de la *ARPA* en apoyo a proyectos de 'tecnología dual', el desarrollo constante de mecanismos para la transferencia tecnológica entre industria, academia y gobierno, además de un sistema federal de laboratorios más dirigido a misiones industriales civiles. Inclusive, una tendencia adicional en el entorno de prioridad civil

esta en el concepto “gerencial” donde, de acuerdo con Etzkowitz²⁹⁴, los laboratorios de algunas agencias tradicionalmente fuertes en el entorno militar desplazan sus actividades hacia misiones encomendadas originalmente a otras agencias. Tal es el caso del DOE que, durante los años noventa, tiene una fuerte participación en el *Proyecto del Genoma Humano*, en el cual razonablemente están también involucrados el NIH y la NSF.

A partir de los muy diversos movimientos del gobierno federal, durante el entorno de prioridades civiles de los años noventa, particularmente los Republicanos y diversos empresarios critican aspectos como el acercamiento de los laboratorios federales hacia las empresas civiles. De hecho, también los empresarios inconformes afirman que la IyD federal tiene un escaso *efecto derrame*, lo que representa enormes implicaciones negativas en el sentido de que los proyectos del gobierno no se aprovechan por los otros actores del SNI (especialmente hacia el ámbito comercial). Dentro de la perspectiva de una economía global, no se puede pensar que las alternativas o soluciones son únicamente económicas, la disfunción del SNI es también un problema político endógeno. De hecho, la problemática económica puede considerarse en un sentido importante como un derivado de las decisiones políticas. Con ello, aún si la cooperación económica parece ser la prioridad en el entorno competitivo, los acuerdos políticos continuarán siendo decisivos en dirección al establecimiento de una nueva dinámica en CyT, acorde a la perspectiva global y comercial. La política científico tecnológica debe, por lo tanto, coincidir con estructurar un sistema flexible de toma de decisiones capaz de entender y responder rápidamente a la compleja dinámica global contemporánea.

Por mucho tiempo, los EUA han tenido políticas tecnológicas de *conciencia-propia* en defensa, medicina y agricultura. El presente debate ocurre debido a que muchos observadores ahora ven una necesidad de desarrollar políticas similares de *conciencia-propia* para tecnologías orientadas comercialmente. Defensores de una política tecnológica comercial de *conciencia-propia* para EUA consideran dos aspectos: i) tecnologías internacionalmente competitivas

²⁹⁴ ETZKOWITZ, Henry (1997). *Industrial policy...*, Op. Cit. pp 213.

son esenciales si la nación quiere mantener su estándar de vida, y ii) el apoyo//estímulo gubernamental es importante para la competitividad industrial.²⁹⁵

En términos de una política integral de conciencia propia, la dimensión en las decisiones hacia la CyT implican también problemas de planeación estratégica, tiempo (la toma de decisiones políticas en corto plazo está directamente vinculada con el éxito político), riesgo²⁹⁶, y la adaptación a las prioridades nacionales.

Aceptando la perspectiva creciente de que la ciencia y la tecnología tienen un papel económico fundamental dentro del estándar de vida de los Estados Unidos, eran de esperarse cambios en las estrategias de inversión federal y nacional en IyD. Esto incluye la emergencia de una política científico tecnológica y comercial de conciencia propia; lo cual está íntimamente ligado a la interacción de la ciencia básica y aplicada con el entorno de la innovación comercial. Es decir, que la cooperación entre universidades y centros de investigación con las empresas es una estrategia fomentada desde el gobierno federal.

La Administración Clinton apoyó la aceleración en el desarrollo y la aplicación de tecnología específica²⁹⁷ como parte de un esfuerzo nacional *'para fomentar el crecimiento económico del largo plazo que genere nuevos empleos altamente calificados, construya nuevas industrias y mejore los estándares de vida en la nación'*²⁹⁸ Las políticas en CyT por parte dicha Administración, fueron mayoritariamente apoyadas tanto en el Congreso como en la industria; estas dinámicas, que en el Capítulo 2 denominamos de 'apoyo plural', tienen que trabajar en una dirección enfocada a catalizar y facilitar el desarrollo, la aplicación y la adopción de tecnología. De hecho, pensamos que estas dinámicas en CyT deben

²⁹⁵ TEICH, Albert (1993). **Technology** ... Op.Cit, p. 368.

²⁹⁶ "Los proyectos de desarrollo con patrocinio gubernamental no son frecuentemente tan exitosos (...) el gobierno tiene desventaja en la selección de proyectos porque, aunque posee considerable pericia técnica, tiene menos conocimiento acerca de lo que es requerido en proyectos de IyD comercial para pasar una prueba de mercado. Por ello, muchos esfuerzos de la IyD experimental patrocinados por el gobierno acaban siendo fracasos. Desafortunadamente, las fallas técnicas y económicas no mueren tan fácilmente con el tiempo, a diferencia del sector privado, los políticos del gobierno son sensibles a los efectos de la cancelación de proyectos en el empleo y en la facilidad o beneficios de los contratistas." Ver COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). "Privatizing ... Op.Cit., p. 27

²⁹⁷ Particularmente tres industrias habían sido identificadas por la Administración Clinton para recibir un apoyo especial: comunicaciones e informática, automotriz y el tren de alta velocidad.

jugar también un papel fundamental ante las perspectivas republicanas de la Administración de George W. Bush en dirección a desacelerar el impulso en CyT civil de la Administración Clinton.

Más allá de los movimientos pendulares y administrativos, es probable que el asunto más controversial en la política científico tecnológica es el referente a los gastos federales. Dicho aspecto ciertamente tiene la capacidad de impactar, incluso dañar, las dinámicas al interior del SNI. En este sentido la Administración Clinton pensaba que una inversión relativamente pequeña en gastos de IyD es, correspondientemente, capaz de producir únicamente pequeños beneficios económicos para la nación. Esta idea es retomada por la Administración Bush, pero ahora con el enfoque militar (antiterrorista y de Seguridad nacional).

Ante la aparición de dificultades en la competitividad norteamericana frente a otros países, han sido y continúan siendo severamente debatidos asuntos como la estrategia comercial, las reformas anti-trust, la política monetaria, la creación de consorcios dedicados al fomento de centros de investigación especializada, la ahora difusa frontera entre la investigación básica y la aplicada en áreas específicas, la movilidad global del conocimiento y de los recursos en CyT, la distribución adecuada de los recursos en IyD. la propiedad intelectual²⁹⁹, y, más recientemente, la escasez en la generación de científicos, técnicos e ingenieros.³⁰⁰ No hay que dejar de lado

²⁹⁸ COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). "Privatizing ... Op.Cit., p. 27-8.

²⁹⁹ Desde que la movilidad de conocimientos y tecnologías y otros elementos globales provocan una mayor competitividad internacional, los Estados Unidos encabezaron la incursión de las iniciativas jurídicas de propiedad intelectual en las negociaciones comerciales internacionales, lo cual llevaría el tema a la discusión dentro de la Ronda Uruguay del GATT. Incluso, la Ley de Comercio de 1988, aplicó sanciones impositivas a 42 naciones que tenían leyes de propiedad intelectual y que podían lesionar los intereses económicos norteamericanos. El tema de la propiedad intelectual resulta ser, de acuerdo con Solleiro (1996), un elemento de controversia ya que, por una parte, estimula al individuo u empresa innovadora, pero por otro lado, representa una barrera de entrada para aquellas pequeñas y medianas empresas que no cuentan con suficientes recursos para incentivar su propia investigación y desarrollo. Otra cuestión afectada por este tema, es la difusión tecnológica puesto que las empresas protegidas suelen ser las ya fortalecidas, en tanto que, para las empresas emergentes resulta sumamente complicado tener acceso particularmente a las tecnologías de vanguardia (*high-tech*). Esto se complejiza sector-por-sector, particularmente en la transición hacia los procesos de la globalización en donde una interesante adecuación al entorno ocurre especialmente durante la última década.

³⁰⁰ Desde los trabajos de NELSON & ROSENBERG (1993) y de GREENBERG (1991) se observan ejemplos que recopilan esa preocupación general por estimular el número en la "fuerza de trabajo de la I&D". Más recientemente, la OCDE confirma los datos de la NSF respecto a que la demanda de científicos e ingenieros en los EUA se incrementará tres veces más rápido que el nivel de empleo promedio entre 200 y 2010. Ver

que, además del acercamiento del gobierno hacia el sector industrial, una situación de disfunción sucede similarmente hacia la relación con la educación superior.

Aún en el actual entorno militar, el reforzamiento y la expansión del modelo tribásico de cooperación se mantiene como una parte fundamental de la estrategia norteamericana por conservar el liderazgo tecnológico mundial. Un modo de hacer esto se basa en el fortalecimiento de los centros y las actividades vinculadas a la investigación. Es el caso de los programas y mecanismos avanzados de apoyo a generar nuevos científicos e ingenieros; mantener esa fortaleza mundial en sus programas de grado y asegurar que las ideas generadas por este capital humano fluyan hacia las actividades económicas es una meta constante de los EUA. Sin embargo, en el debate actual se han prendido algunos focos rojos derivados del apoyo incondicional a la seguridad interna y la exploración del espacio en detrimento de rubros como la investigación básica-caso de la física, o de instancias como la NSF, el DoC, el USDA, etc.

Respecto a los factores exógenos, se deben crear políticas que ayuden a reducir los riesgos de la Globalización. Entre estas se debe contemplar la creación de técnicas y una organización que asegure el acceso al conocimiento de frontera (particularmente tecnología avanzada, sin importar su lugar de origen) para apoyar la innovación del sector privado estadounidense. Concretamente el gobierno federal promueve la diversidad de fuentes para no depender de un solo país en determinadas tecnologías y, al interior, debe mejorar permanentemente la organización, la infraestructura y el rendimiento de los componentes críticos que decodifican las tecnologías foráneas. Esto es decisivo para reducir los riesgos potenciales en la transferencia tecnológica.³⁰¹

En conclusión, el gobierno debe asumir su responsabilidad en la disfunción de beneficios infraestructurales y del entorno innovativo nacional. Respecto a la actividad federal de apoyo a la IyD, las nuevas tendencias domésticas e internacionales influyen determinantemente en los pasos a seguir por los

OECD (2004). **Science and Innovation Policy: Key Challenges and Opportunities**. Policy Brief. www.oecd.org

³⁰¹ Véase, por ejemplo, LEWIS, James (2004). **Globalization ...Op.Cit.**

responsables políticos. Las decisiones de inversión en I+D a través del presupuesto federal no son fáciles de tomar y representan el primer gran reto para el gobierno en su relación con los demás actores. Hablamos de una responsabilidad compartida entre la empresa, el Estado y los centros académicos donde la cooperación y el trabajo eficiente son fundamentales.

4.5 HACIA NUEVAS PRIORIDADES Y ESTRATEGIAS EN CYT

La incorporación de la cooperación a la agenda de la nueva estrategia dentro de la política científico tecnológica del gobierno federal norteamericano, es una prioridad indiscutible. Insertos en el escenario de la competitividad global, no se observa tan complicado el llamado para una mayor cooperación en el terreno de la investigación y los consorcios industriales derivados del modelo tribásico. En un afán por equilibrar las tendencias ‘cortas’ de la competitividad actual, el gobierno federal ha fortalecido más su idea de la cooperación y aplica su política a partir de la firme creencia de algunas premisas básicas: a) que los esfuerzos en I+D que son independientes y aislados por parte de las firmas se observan poco fructíferos y hasta corren riesgos de duplicación; b) que la estrategia de cooperación fomenta las economías de escala; c) que la empresa individual tiende a reducir sus inversiones en I+D debido a que no puede asimilar todos los beneficios. Estas ideas se hacen operativas dentro del SNI gracias a un arraigado pragmatismo político, el cual representa la quinta y definitiva gran lección de la política científico tecnológica norteamericana.

Un ejemplo de este pragmatismo hacia la política en CyT es la modificación de las leyes antitrust con el fin de permitir una mayor cooperación en I+D por parte de las compañías. Este ejemplo es similar a megaproyectos europeos tales como el *ESPRIT*³⁰², un megaproyecto en tecnología de la información que puso a trabajar juntas a compañías de diferentes países, y es muestra del necesario pragmatismo en la complejidad de la globalización. Aún con las nuevas condiciones y redes científicas

³⁰² La “dispersión de las actividades de I+D” y la “falta de cooperación universidad-industria”, figuran entre los principales argumentos para haber inaugurado en febrero de 1984 este proyecto europeo. Véase “*ESPRIT, Proyecto Estratégico Europeo de Investigación y Desarrollo en Tecnología de la Información*”, Comisión de las Comunidades Europeas, 1993.

globales, este tipo de cooperación parece ser el indicado para el fomento gubernamental de las actividades en IyD. Varios estudios hablan de la necesidad de generar en los EUA nuevos consorcios en investigación, apoyados con recursos públicos tanto como privados.³⁰³

Como se ha observado, el gobierno federal parece apostar de manera directa por el equilibrio en la inversión básica, por la tecnología de alto riesgo y por el sector militar (mostrando gastos que demandan más del 50 por ciento del total de la IyD federal). También son estímulos federales directos los millones de dólares que, potencialmente, están disponibles en los laboratorios nacionales para ser compartidos con los consorcios o compañías en el desarrollo de nuevas tecnologías para las industrias. En estos consorcios se espera el desarrollo de productos en el corto o mediano plazo.

Dentro de la perspectiva del apoyo indirecto, el gobierno federal ubica tradicionalmente a los centros tecnológicos (tecnópolis) como parte importante de las redes de transferencia de conocimientos y tecnologías. En este modelo, agencias como la NSF destinan, junto con diversos consorcios, algunos millones de dólares pero no esperan que toda la tecnología desarrollada tenga efectos centrales e inmediatos en el desarrollo de nuevos productos; más bien se trata de preocuparse también por las inversiones de largo plazo. Hablamos de un modelo indirecto que está siendo desplazado de acuerdo con Etzkowitz³⁰⁴. Este autor afirma que el desarrollo de estos centros de investigación involucran una política federal que va de un modelo no-intervencionista a otro de una política industrial intervencionista en el fomento a la IyD industrial, tanto en el nivel regional como en el federal. Una política intervencionista que fue muy fomentada por la Administración Clinton y que, sin embargo, siempre fue muy criticada por las administraciones Republicanas (como es el caso de la Administración de George W. Bush) y aún por algunos demócratas declarados contra la intervención económica del gobierno.

³⁰³ P.e. CSIS (2003). **Spectrum Management for the 21st Century**. Washington D.C., Reporte del Center for Strategic and International Studies, Octubre.

³⁰⁴ ETZKOWITZ, Henry (1994). *Technology centers and industrial policy: the emergence of the interventionist state in the USA*, en *Science and Public Policy*, Vol.21, Núm.2, Abril, pp.79-87.

El pragmatismo político norteamericano permite que, tanto en un marco de apoyo directo o indirecto, el gobierno federal haga efectiva la cooperación en I+D independientemente del contexto político. Es un hecho, en el caso de los centros de investigación, que la experiencia práctica de las llamadas tecnópolis³⁰⁵ permite visualizar el apoyo y la cooperación de todo el sistema innovativo a partir de la iniciativa gubernamental. El modelo tribásico fomentado desde la experiencia del *Silicon Valley* representa, en este sentido, un elemento insustituible para los argumentos federales de apoyo y cooperación tecnológica, en la vinculación con empresas y centros de investigación.

La rapidez y facilidad de transferencia de conocimientos y tecnologías es la primera ventaja de la tecnópolis, como ha sucedido en el caso del *Silicon Valley*. Para ello, no ha sido casual que cada centro de alta tecnología haya sido localizado en la cercanía de una o más universidades con prominentes centros de investigación: Stanford y el *Silicon Valley*, el Massachusetts Institute of Technology y la *Route 128*, la Duke University y el *Research Triangle*, etc. El importante papel de la investigación universitaria ha sido entendido mejor desde los años ochenta; ello se demuestra con inversiones en I+D mayores y más directas por parte de las empresas y, aún de los gobiernos estatales que han incrementado los recursos dirigidos a la investigación universitaria. De modo complementario, las tecnópolis o parques tecnológicos tendrían una gran proliferación desde esa década.

Particularmente, entre las condiciones muy específicas del *Silicon Valley* se encontraron: a) una red informal de colaboración como resultado de la innovación y de los continuos brotes de nuevas empresas, b) además de informal, la transferencia tecnológica se presenta espontánea y rápidamente expandiendo tremendamente su propio mercado, c) el alto grado de aglomeración permite que la transferencia tecnológica se presente de manera efectiva, d) el entorno innovativo es generado en parte por la tremenda cantidad de pequeñas y medianas industrias (70 por ciento de

³⁰⁵ La tecnópolis es un complejo geográfico que concentra alta tecnología caracterizado por las actividades de cooperación en I+D entre la industria privada, una universidad o centro de investigación y las agencias gubernamentales, además de darse la presencia de capital financiero y de nuevas empresas o *spin-off*. El *Silicon Valley* y la *Route 128* son las primeras evidencias de este fenómeno.

las 2,000 firmas de alta tecnología cuentan con menos de 10 trabajadores) y permite la posibilidad de generar grandes firmas (*Apple Computer Inc.* fue creada por jóvenes empleados de *HP* y *Atari*) y e) los mismos pequeños empresarios que inician su compañía suelen ser quienes llevan sus nuevos productos al mercado (esto también desplaza la vieja visión teórica del modelo lineal de la innovación.³⁰⁶

Aunque la idea inicial del mismo *Silicon Valley* se adhería al modelo convencional de la innovación tecnológica a partir del apoyo gubernamental y universitario, la realidad de esta tecnópolis rebasó cualquier intento de explicación lineal. Como se observó en el primer capítulo, la concepción lineal, adoptada por el gobierno durante prácticamente toda la Guerra Fría, fue rebasada por la quinta generación del modelo teórico de la innovación. Contextualizado en lo que Everett & Valente llaman las *redes interpersonales de la innovación*, el caso del *Silicon Valley* es un ejemplo clásico de respuesta flexible y regional para la innovación continua.

Si bien ya se había reconocido el impacto de la *Stanford University* para el *Silicon Valley*, (donde la empresa HP tiene sus raíces desde los años 30), tanto en las facilidades de colaboración, el fomento de recursos intelectuales compartidos y la infraestructura para el desarrollo de nuevos conocimientos en alta tecnología, el verdadero apoyo para la investigación universitaria se presenta hasta los años 80. Un factor fundamental para el éxito del *Silicon Valley* durante los años 60 se basó en la enorme demanda de los gastos militares hacia la industria microelectrónica. Tan solo la primera mitad de aquella década, el 80 por ciento de las ventas de semiconductores se dirigió al DoD y la NASA.³⁰⁷

Además de las compras federales y las iniciativas locales, estatales y federales respecto a incrementar la vinculación industria-universidad, el Gobierno Federal también se preocupó por impedir ciertas transferencias de tecnología avanzada que podían tener a la Unión Soviética como su destinatario, aún hasta los años 80. La ley

³⁰⁶ Véase SAXENIAN, Annalee (2000). **Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128**. Harvard University Press.

³⁰⁷ EVERETT, Rogers & VALENTE, Thomas (1992). *Technology Transfer in High-Technology Industries*. En **The environment of technology transfer**. Pinter Publishers, pp. 108-110.

prohibió expresamente la venta directa de alta tecnología hacia los soviéticos y el FBI en diversas ocasiones se ocupó por hacer cumplir esta política. Este tipo de restricciones fueron muy debatidas a partir de la postura de las empresas, las cuales deseaban vender sin importar tanto el mercado específico.

Pero sería precisamente la década de los 80 la que presenta una serie de cambios fundamentales en el entorno tecnológico mundial y en la nueva estrategia de una política científico tecnológica. En 1981, los japoneses anuncian la creación del *Proyecto de la Quinta Generación de Computadoras* en respuesta al liderazgo tecnológico en el sector microelectrónico por parte de los Estados Unidos. De hecho, este modelo de cooperación es una iniciativa del gobierno de Japón, a través de su *Ministerio del Comercio Internacional y de la Industria*, poniendo juntas en el trabajo a empresas tradicionalmente rivales. La inspiración reconocida para este modelo se fundamenta en el mismo funcionamiento del *Silicon Valley*.

Fue sólo ante el reto competitivo de los japoneses, que el gobierno iniciaría una estrategia de competitividad basada en la cooperación endógena. La respuesta norteamericana fue la *Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC)*, un consorcio de I+D localizado en Austin, Texas. Con la participación inicial de 10 empresas el consorcio contribuía con varios millones de dólares para desarrollar I+D compartida; también el DoD ha realizado grandes contribuciones pese a no ser parte del consorcio. Una vez más el pragmatismo político se hizo presente en la constitución de este consorcio ya que, para 1982, el Departamento de Justicia permitió la modificación de la ley antitrust mediante la *National Cooperative Research Act*, que daría luz verde a consorcios en I+D semejantes al MCC. En menos de una década posterior, se habían creado más de 80 consorcios en los Estados Unidos.

El impacto del MCC se puede observar en el hecho de que empresas como *Lockheed*, *Motorola* y *3M* decidieron mover sus actividades en I+D en las proximidades del MCC con el propósito de facilitar la transferencia tecnológica.

Incluso, el consorcio federal del Sematech (abordado en el capítulo anterior) fue también puesto en marcha en las cercanías del MCC.

La estrategia federal en la promoción del modelo tribásico representado por las Tecnópolis se basa en el principio económico del *efecto derrame*. Cuando las decisiones de las empresas o instituciones, encaminadas a mejorar la calidad de sus recursos humanos o productivos (incluida la IyD), se dirigen a incorporar inversiones de capital (físico, humano o de IyD) se produce este efecto derrame (*spillover effect*), que en palabras más simples son el empuje inicial que contagia la expansión de las actividades científico tecnológicas entre los actores del SNI.

Una vez que la empresa en cuestión demuestra que estas inversiones le generan crecimiento, se crea el entorno donde las empresas o instituciones que compiten con ella se ven beneficiadas y amplían el efecto derrame al apropiarse de las mejoras en la empresa innovadora.³⁰⁸ El problema es el traslado de la teoría a la práctica, de la transformación de la investigación (básica y aplicada) en innovación tecnológica. Esto es particularmente cierto en el contexto de la competitividad internacional y la diversidad de nuevas áreas del conocimiento (ver Tabla 26).

TABLA 26. TECNOLOGÍAS EMERGENTES DURANTE LOS AÑOS NOVENTA.

Estados Unidos	Frente a Europa	Frente a Japón
Por delante	-Biotecnología -Inteligencia artificial -Ordenadores de gran capacidad -Optoelectrónica -Equipo médico	-Tecnología aeroespacial -Biotecnología -Inteligencia artificial -Tecnología de equipos lógicos -Equipo médico
Igualados	-Tecnología aeroespacial -Semiconductores avanzados -Memorias de alta densidad -Tecnología de sensores -Superconductores -Materiales avanzados	-Tecnología de sensores -Superconductores -Ordenadores de gran capacidad -Fabricación flexible por ordenador

³⁰⁸

De acuerdo con la corriente evolucionista del cambio tecnológico, en el *modelo de derrame*, el crecimiento se presenta mediante 1) la incorporación de capital físico (donde el nuevo equipo tecnológico adquirido produce un derrame o crecimiento del aprendizaje y la experiencia en los trabajadores), 2) el aumento cualitativo del capital humano (que significa un efecto derrame amplificado al aumentar los conocimientos de la fuerza de trabajo y mejorar la productividad de la empresa y de la economía local) y, 3) la inversión en investigación y desarrollo (que aumenta el nivel de tecnología disponible para impactar en la mejora tanto de los nuevos bienes o productos finales como de los procesos de producción, lo cual incrementa la tasa de productividad de la empresa innovadora y de la economía en su conjunto). Nelson & Romer (1996), ver Bibliografía.

	-Tecnología de equipos lógicos	
Por detrás	-Tecnología de imágenes digitales -Fabricación flexible por ordenador	-Tecnología de imágenes digitales -Semiconductores avanzados -Memorias de alta densidad -Materiales avanzados -Optoelectrónica
Fuente: Departamento de Comercio de Estados Unidos.		

Pero la estrategia de cooperación en CyT no implica únicamente la búsqueda de modelos como los del Silicon Valley y del MCC, finalmente la cuestión de los recursos semilla en el entorno de las tecnópolis, sólo representan una posibilidad. Además el desafío del paradigma emergente cobra una dimensión sin precedente en la medida en que la competitividad se hace presente en la misma diversidad y complejidad de los sectores tecnológicos. Es evidente que la competitividad internacional impulsa a la política científico tecnológica a ir más allá, demostrando continuamente su preocupación por fomentar la cooperación con las industrias, las universidades, los gobiernos locales y estatales y con otros grupos interesados.

Otro más de los desafíos endógenos implicados es representado por un uso adecuado de los gigantescos laboratorios nacionales del DoD, el DoE, y la NASA, entre otras instancias federales, que han representado fuertes erogaciones en el gasto federal del recurrente esquema militar. En la medida en que los programas de defensa y de armamento nuclear se han desdibujado en el entorno civil, han emergido y crecido las presiones hacia estos laboratorios para diversificar o identificar nuevas misiones comerciales. Si el objetivo final es generar tecnología de uso civil (comercial), las acciones en IyD favorecidas por la Administración y el Congreso tenían que ser expandidas hacia los laboratorios federales. En palabras de Branscomb (1993), la Administración debe *“fomentar las inversiones privadas en IyD a través de un crédito impositivo a la IyD permanente, créditos impositivos de inversión selectiva, modificación de la tasa de ganancias de capital, además de otras iniciativas económicas. Estas medidas indirectas tienen la ventaja de dejar a las firmas privadas en control de las decisiones de inversión y de ser relativamente*

fáciles de administrar..."³⁰⁹ En este sentido, la Administración Clinton propuso en su momento la expansión de cuatro programas de inversión en IyD:

1. Financiamiento de tecnologías "críticas" (tecnología avanzada, militar y de uso-dual) mediante la *Advanced Research Projects Agency* en el *Departamento de Defensa*, y otros mecanismos;
2. Financiación de tecnología avanzada a través de acuerdos con costos-compartidos entre el *Departamento de Comercio* (caso del NIST) y las firmas comerciales privadas;
3. Financiamiento de investigación y desarrollo tecnológico de interés comercial en los laboratorios nacionales;

El financiamiento de la investigación en las universidades intenta o promueve, muchas veces, la colaboración con la industria.³¹⁰

En un reporte del DoC³¹¹, presentado en mayo del 2000, se acepta que: a) en las últimas dos décadas, el sistema de transferencia tecnológica norteamericano ha tenido una influencia positiva en el cambio cultural y de las prioridades dentro de las agencias federales, b) las empresas han aceptado la utilidad de la transferencia tecnológica incluyendo la base de conocimiento implicada en los laboratorios federales, c) los mecanismos de transferencia tecnológica no necesariamente incrementan el número de invenciones, y, d) existe un notable incremento en las aplicaciones de patentes federales desde 1987, entre otros aspectos. Este tipo de aspectos multiplica el potencial de las agencias federales en su misión para acercar las actividades precompetitivas de la IyD a los intereses comerciales y competitivos de las empresas privadas. Ante estos asuntos, es determinante ubicar el nuevo contexto para poder adoptar una nueva estrategia en CyT.

De acuerdo con Branscomb (1993, 11), los Estados Unidos basaron sus políticas hacia la CyT en cinco premisas acerca del proceso de innovación y del papel que el gobierno adopta para fomentar estas actividades. Desde la Segunda Guerra Mundial

³⁰⁹ BRANSCOMB, Lewis M (1993). **Empowering Technology: Implementing a US Strategy**. MIT Press, p. 16.

³¹⁰ Ibid., p. 18-19.

³¹¹ Hearing Report: *A Review of the Department of Commerce's Biennial Report on Federal Technology Transfer*, Mayo, 2000. En INTERNET: www.nist.gov/hearings/2000/techtran.htm

estas reglas presentan tanto elementos inerciales como cambios sustanciales hacia el periodo actual:

- a) *La investigación científica básica es un bien público. Invertir en ciencia básica (especialmente en combinación con la educación superior) conduce, a través de un proceso secuencial de innovación, hacia la creación de nuevas tecnologías, las cuales eventualmente pueden generar nuevas industrias.* A pesar de lo lineal que pueda parecer esta perspectiva, la importancia de la investigación básica se mantiene crucial para el éxito del Sistema Norteamericano de Innovación. Por ello, bajo esta visión, uno debe considerar como muy importante la estructura de la investigación básica en el rediseño de una nueva política en CyT y de toda una estrategia política de liderazgo. Hoy día, diversos académicos se preocupan por no sobrevalorar las prioridades industriales (a favor de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico) en contra de un balance adecuado de la investigación básica.
- b) *Las agencias federales deben ser agresivas en sus objetivos de desarrollar nueva tecnología para ser usada en la defensa, el espacio y otras misiones oficiales.* El papel clave que la Seguridad Nacional ha jugado para crear la capacidad tecnológica de los EUA ahora tiene que ser dirigida hacia esfuerzos en CyT en un entorno global y civil. Aunque se mantenga un entorno militar, la estructura del SNI ha demostrado que conserva diversos mecanismos federales para un manejo adecuado de los movimientos pendulares del entorno en CyT.
- c) *Confianza en las fuerzas del mercado para estimular la competitividad industrial. El comercio internacional, el cual ha otorgado favorables balances comerciales para EUA, no representará más, por si mismo, una estrategia competitiva.* Ahora también son requeridas estrategias del manejo tecnológico (*technological driven strategies*). Esto implica la clara convicción actual de actuar mediante los esfuerzos tecnológicos *sector-por-sector* de acuerdo con las prioridades comerciales.
- d) *El gobierno ha confiado en las regulaciones para generar la inversión privada en tecnología ambientalmente útil. Las condiciones únicas que conformaron el Sistema Norteamericano de Innovación durante la Guerra Fría fueron bien dirigidas por la participación gubernamental como complemento de los sectores industrial y académico.* Ahora, los cambios en los contextos endógeno y global implican nuevas formas de participación y cooperación. Una vez reconociendo la movilidad global del conocimiento y la tecnología, el gobierno debe adaptarse y mantener sus responsabilidades en regulación, promoción y cooperación de la CyT.
- e) *El gobierno ha percibido a la ciencia y la tecnología como una ventaja a ser desplegada internacionalmente en apoyo del objetivo político de fortalecer alianzas para contener a la Unión Soviética.* Aquellas justificaciones en CyT, en apoyo a su coordinada institucionalización, no existen más; el gobierno norteamericano no puede promover otra "justificación nacional" sin un correspondiente consenso que conlleve otra política pública. Tradicionalmente, a

pesar de preocupaciones en Seguridad Nacional, como la del terrorismo internacional, la competitividad económica global intenta ganar ese consenso.

Posteriormente, el mismo Branscomb (1998), ha enfatizado la necesidad de lograr un consenso en la estrategia de una política racional en CyT:

1. alentar la innovación del sector privado
2. hacer énfasis en la investigación hacia tecnología básica
3. facilitar el acceso a las tecnologías nuevas y convencionales
4. utilizar todos los recursos políticos, no solo los de IyD
5. involucrarse en la globalización de los procesos de innovación
6. mejorar la efectividad del gobierno en su rediseño político³¹²

Actualmente, es claro que estamos en una transformación emergente del entorno de la CyT, pero también encontramos algunos principios del viejo modelo lineal que continúan siendo realmente importantes. En todo caso, es de gran trascendencia que existe en entorno endógeno para gestionar un debate que otorgue soluciones para los asuntos científico tecnológicos. Pero, aún al interior de dicho entorno, existe un constante monitoreo internacional ya que la experiencia indica que aunque los científicos y tecnólogos si tienen nacionalidad, los conocimientos no.³¹³

Debemos, sin embargo, considerar que podría ser contraproducente tomar estas problemáticas como *asuntos tradicionales en Ciencia y Tecnología*. En la perspectiva de los especialistas, el tema debe tomar una mayor dimensión integral y ser acotado como un asunto de desarrollo económico y de Seguridad Nacional.

Con la misión de promover la innovación tecnológica y responder a sus nuevos componentes globales, las políticas de innovación deben desarrollar un entorno político más integral, que puede ser coordinado desde el nivel presidencial y que mantenga el objetivo político del liderazgo tecnológico de los EUA. Se debe revisar la estrategia de Seguridad Nacional y eliminar posibles políticas y regulaciones que

³¹² BRANSCOMB, Lewis & KELLER, James (1998). **Investing in innovation**. MIT Press.

³¹³ Por citar un ejemplo, en diciembre de 1997 se firmo el *Acuerdo en Ciencia y Tecnología E.U.-Unión Europea*, el cual sirve de entorno para alianzas científico-tecnológicas de las instituciones norteamericanas con las europeas. Mediante este Acuerdo se desarrollan sectores tan diversos como medio ambiente, salud (incluyendo investigaciones sobre el SIDA), agricultura, ingeniería, energía no-nuclear, nuevos materiales, tecnologías de la información, biotecnología, CyT del mar, ciencias sociales, administración y política científico tecnológica, entre otros. Véase *US-European Union Science and Technology Agreement*, Washington, DC, Department of State. www.state.gov

puedan obstaculizar la búsqueda del liderazgo tecnológico. Lograr elevar este objetivo como prioridad de la Seguridad Nacional sería el inicio para fortalecer los fondos hacia la investigación en una estructura nacional más definida, coordinada y confiable, promover la vinculación y la diversidad de fuentes del conocimiento o crear nuevas organizaciones que desarrollen innovación tecnológica.

La actual realidad global presenta una inusitada movilidad internacional del trabajo altamente especializado, una mayor difusión de la información tecnológica y el tremendo crecimiento de las comunicaciones que colocan todo tipo de información al servicio de la sociedad globalizada. Gracias a ello, algunos países pueden ahora competir con los EUA en la producción de nuevos conocimientos e innovaciones. Debido a que la misma ciencia se ha globalizado, más países han construido capacidades científicas donde sus científicos adquieren ventajas de investigaciones efectuadas por equipos multinacionales o especialistas de diferentes partes. El número de investigadores ha aumentado de modo notable en países ajenos a los EUA, Japón y la Unión Europea, tales como India, Israel, China, y otros países asiáticos. Aunque los EUA mantienen el liderazgo en muchas tecnologías avanzadas o en la tecnología militar, otros países tienen ahora fuertes capacidades tecnológicas específicas.

Así como se requiere de innovar en la tecnología, se debe innovar en la política y un primer esfuerzo debe concentrarse en un esquema coherente que identifique y ejecute estrategias políticas micro, regionales y globales para la innovación. Este organismo puede ser coordinado por el poder ejecutivo y debe tener como meta permanente el mantenimiento del liderazgo tecnológico de EUA como una de sus prioridades de Seguridad Nacional.

El DoD, así como el Departamento de Seguridad Interna deben ajustar sus políticas en respuesta a la globalización y la promoción de la innovación tecnológica. Aunque en realidad todas las instancias federales tienen ese compromiso. El *Departamento de Comercio*, el de *Energía*, la *NASA*, la *NSF* o los *National Institutes of Health*, entre otras agencias federales, se encuentran involucradas en la promoción del dinamismo tecnológico y el crecimiento económico del país. Quizás lo que falta es una instancia directriz que coordine la nueva estrategia de Seguridad Nacional.

Instancias como la *Office of Science and Technology Policy* (OSTP) o el *National Economic Council* (NEC) en coordinación con el *National Security Council* (NSC) podrían ocupar ese liderazgo requerido. Algunos especialistas hablan de discutir una *National Security Policy Directive* (NSPD), aunque no se trata de imponer un esquema centralmente planificado, sino solo identificar iniciativas y promover decisiones en el financiamiento y, sobretudo, definir las áreas prioritarias de inversión en IyD con los nuevos criterios 'pendulares' de Seguridad Nacional.³¹⁴

Es un hecho que el principal gran desafío recae directamente en los responsables políticos, donde la cooperación parece ser el elemento clave. Ésta es particularmente difícil si observamos que las agencias federales habían presentado un importante distanciamiento en la propia coordinación entre agencias, especialmente en las dinámicas no militares. La coordinación es necesaria en función de dirigir y alentar al sector privado como el principal actor competitivo al interior del sistema. La cooperación debe llegar a ser reconocida como una herramienta para consolidar la competitividad en los niveles nacional como internacional. Finalmente, cooperación y competitividad forman parte de una estrategia pendular donde el entorno endógeno no puede estar aislado de la realidad global.

³¹⁴ LEWIS, James (2004). **Globalization and National Security**. Washington DC, CSIS-Report...Op.Cit., p.34

5**CAPÍTULO****COROLARIO:
INTEGRACIÓN, COMPETENCIA Y DESAFÍOS**

...para seguir siendo competitivos, es necesario que lideremos en investigación y desarrollo en el mundo, y liderar al mundo es tener a las personas, los científicos y los ingenieros que sean capaces de ayudar a los Estados Unidos a permanecer a la vanguardia de la tecnología... que tengan la capacidad de ocupar los trabajos del siglo XXI, porque estamos en un mundo global y competitivo (1)...un buen uso del dinero de los contribuyentes es promover la investigación y el desarrollo en las ciencias (duras)... (2) No se puede operar un negocio ni planear hacer inversiones a largo plazo si el programa de incentivos (a la IyD) es solo temporal. El Congreso debe comprender que las naciones como China, India, Japón, Corea y Canadá, todas, ofrecen incentivos fiscales que son permanentes. (3) La tercera parte del plan de gobierno para la competitividad es asegurar que nuestros niños aprendan matemáticas y ciencias....

El papel del gobierno es asegurarse de que seamos una economía flexible. Su papel es asegurarse de que aplicamos nuestros recursos correctamente para asegurarnos de que seamos una economía innovadora.

George W. Bush (2006)

Como una fundamental consecuencia del papel integrador que ha tenido el gobierno federal de los EUA en la CyT, nos avocamos a reseñar parte de su impacto en el entorno innovativo general, la competencia interna y la competitividad internacional. Lo demostrado en la presente investigación, es caldo de cultivo del Corolario para identificar el impacto que la generación de redes y nuevos vínculos inter-institucionales y multidisciplinarios están teniendo en una feroz competencia, elemento característico de la naturaleza capitalista.

De manera general, la presente investigación se ha enfocado a:

- Describir las estrategias del gobierno federal de los EUA hacia la generación y procuración de la ciencia y la tecnología (Véase las tendencias más recientes de la estrategia federal hacia el apoyo del entorno innovativo en **Anexo 1**);*
- Analizar la vinculación federal con las instituciones privadas y académicas que realizan investigación, particularmente Investigación y Desarrollo de frontera;*
- Considerar que esta política científico tecnológica es tan importante como cada uno de los sectores tecnológicos que impactan en el sector productivo y la sociedad del conocimiento;*
- Observar la convergencia entre las tecnologías tradicionales -automotriz, electrónica, etc.- con las nuevas tecnologías -nuevos materiales, nanotecnología, biotecnología, etc., bajo la óptica del gobierno federal norteamericano,*
- Inducir los mecanismos de integración reflejados en las lecciones del gobierno federal hacia la CyT: debate continuo, organización institucional, financiamiento dirigido, sectorización multidisciplinaria, cooperación y fomento de redes (Cap.4).*

Es necesario iniciar con una reseña que rescata algunos de los aspectos fundamentales en la tesis de que el gobierno federal de los EUA ha sido capaz de integrar las actividades en CyT, gracias a factores como: una visión lineal-militar transformada en una perspectiva flexible-pendular. Todo ello ante un cambio del entorno mundial (del esquema bipolar a la globalización del conocimiento y la economía) y de las formas de realizar investigación (unidisciplinaria-institucional-homogénea hacia otra multidisciplinaria-más independiente y heterogénea). Donde la nueva era implica importantes presiones de competencia para las personas (científicos, tecnólogos, empresarios, proveedores, diseñadores, innovadores, etc.) como para la tecnología en si (que tiende a ser cortoplazista ante las presiones del mercado).

Hemos observado que para llegar a la actual competitividad industrial y la intrínseca *movilidad, diversidad y expansión* del propio conocimiento científico, se ha pasado previamente por un proceso muy complejo. En dicho proceso, el llamado Sistema Nacional de Innovación de los países desarrollados (como el caso de los EUA) ha madurado a través de sus actores y vínculos cada vez más estrechos.

Observamos que las redes científicas y tecnológicas implican al mismo tiempo una fuerte competencia. Y más allá de lo local, la competencia se torna global, asimétrica y policéntrica (1.1). Debemos comprender que dentro de la compleja competencia internacional, el conocimiento y la innovación se confirman como elementos estratégicos que marcan diferencias en los niveles de desarrollo de regiones y/o países. Más allá de la perspectiva teórica (1.2), la inversión en IyD incorpora un valor agregado o intangible que inevitablemente promueve la competencia, además que es determinante hacia la economía del conocimiento. La inversión en IyD ha demostrado beneficio en las tasas de retorno independientemente de los distintos niveles en la apropiación del conocimiento (1.3).

Históricamente es importante señalar que el capitalismo de Occidente creó las condiciones para que los 'innovadores' tuvieran su margen de acción a cierta distancia de aspectos políticos o religiosos (1.2). Particularmente en los EUA el gobierno incide en el desempeño innovativo contemporáneo a partir de la institucionalización de la CyT. El gobierno federal es responsable de generar un entorno adecuado para la competencia y la innovación (oferta, demanda, infraestructura, normatividad, regulaciones antimonopólicas a favor de la generación de nuevas empresas -diversificación corporativa-, propiedad intelectual, subsidios impositivos, etc.) (1.4).

Respecto a la gestación del Sistema Norteamericano de innovación, observamos que, desde la Guerra Civil hacia 1939, los EUA muestran aún debilidad en investigación básica, en especial por el incipiente desarrollo de sus universidades. Se valora la empresa y la *innovación intramuros*, aunque está depende inicialmente de manera directa de los Edison y Ford (investigación aplicada), además de los impulsos filantrópicos esporádicos. Se vio el ejemplo de Henri Ford, donde la industria automotriz permite al mismo tiempo el desarrollo de otras industrias (petróleo, caucho, acero, etc.) (1.5).

Describimos las etapas del modelo lineal-militar hacia la interdependencia compleja de redes de cooperación y competencia global. Al analizar los procesos de institucionalización y toma de decisiones dentro de la política federal en CyT, hemos

descubierto la función de actores y factores determinantes hasta nuestros días (el Ejecutivo, la aparición del Legislativo, las agencias gubernamentales, el impacto del entorno político y económico mundial, el apoyo a la academia y a la empresa, etc.); incluso destaca la competencia entre las instancias (federales y privadas) por los fondos gubernamentales en I+D, ello se parte del compromiso del gobierno con la investigación científica como parte de su estrategia de integración (2.2-2.3). En dicha integración hemos visto (y presenciamos en la actualidad) que las prioridades militares son transformadas en innovación y tecnología dual (2.4). Se ha puesto en evidencia que gobierno federal vincula proyectos con la industria y la academia más allá de las transformaciones y cambios en términos de competencia.

Con todo esto, la erosión norteamericana, anunciada desde los años 70s, se observa como un hecho relativo. Ello debido a que aún hoy en día mantiene el nivel de primacía en ciertas áreas como biotecnología, software, ingeniería de soporte a la computación, ingeniería genética, aeronáutica y propulsión de cohetes, regulación ecológica, nuevos materiales y tecnologías de la información, entre otras. Sin embargo, en contraste, mantiene una posición *secundaria* en electrodomésticos, equipo automatizado, óptica, fabricación de equipos de circuitos integrados y chips de memoria, entre otros campos.

Asumiendo la diversidad de perspectivas, en una visión positiva se han argumentado algunas fortalezas que mantienen los EUA en lo que va de este siglo XXI: los norteamericanos continúan siendo líderes en casi todos los rubros industriales; invierte casi el 40 % del gasto mundial en I+D al tiempo que genera más investigación per capita que cualquier país (Véase **Anexo 2**); en 1971 su economía representó el 30.52 % del PIB mundial/en 2005 representó el 30.74 (en 30 años ha visto la competencia de países como Japón, China, los NICs, la India y los europeos, pero sin sufrir un desplazamiento del liderazgo mundial).

El gobierno norteamericano ha establecido diferentes iniciativas y mecanismos internos para mantener su supremacía tecnológica mundial. Tal ha sido el caso del *Instituto Nacional de Estándares y Tecnología* (NIST) que está al mando de diversos programas de apoyo, incluyendo a las empresas medianas y pequeñas. El gobierno

de Clinton, en particular, se esforzó por apoyar los programas de innovación tecnológica en la esfera civil a costa de los grandes proyectos de corte militar que, a finales de los años cincuenta, en los tiempos álgidos de la Guerra Fría, llegaron a consumir más del 80 por ciento del presupuesto federal bajo el argumento de la Seguridad Nacional.

La disyuntiva entre los gastos civiles y militares en IyD ha oscilado de acuerdo con la perspectiva pendular derivada de la política de cada administración. El actual gobierno de George W. Bush ha aprovechado la *invulnerabilidad americana* trastocada en septiembre del 2001 por el terrorismo internacional, para intensificar el retorno a una política científico tecnológica encabezada por los proyectos militares del Departamento de Defensa; tal es el caso de un mayor protagonismo de la *Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados en Defensa* (DARPA). Tal parece que la idea es el regreso a los grandes proyectos tecnológicos militares al más puro estilo de la era Reagan.

Pero aún desde la perspectiva militar o la civil (e incluso si contemplamos la inversión en tecnología de uso dual), los esfuerzos de los años noventa por recuperar los niveles nacionales de competitividad no han sido una tarea sencilla. Las decisiones de inversión en IyD a través del presupuesto federal no son fáciles de tomar y representan el primer gran reto para el gobierno. Esto se debe en gran medida a la intensificación del proceso de integración del capitalismo global, el cual influye decididamente en las políticas que los gobiernos intentan implementar dentro de su propio *sistema "nacional" de innovación*. Las grandes corporaciones ponen en entredicho el término nacional. Por ejemplo, si bien es cierto que la industria de la computación está dominada por las empresas norteamericanas, también es cierto que muchos componentes de esos productos se elaboran en otras empresas o en filiales establecidas en el extranjero (Japón, Corea, Hong Kong, China e India).

Luego entonces, en las condiciones del paradigma emergente (3.1), la competencia se enfoca ahora a las relaciones corporativas internacionales a todos los niveles de la IyD, pero muy especialmente en las altas tecnologías que van marcando la pauta de dicha competitividad. Paradójicamente, al mismo tiempo que se da la competencia a nivel de empresas y naciones, aparece también la cooperación. Por tanto, es

incuestionable que estos elementos tienen que tomarse efectivamente en cuenta para la formulación de la estrategia de innovación industrial. De acuerdo con varios autores consultados en la investigación, este nuevo contexto global de competitividad y cooperación sugiere, a largo plazo, una tendencia a la convergencia tecnológica y económica. Aunque nosotros añadiríamos la idea de que dicha convergencia dependerá directamente de la capacidad endógena de cada país para desarrollar su propio entorno favorable a la asimilación, desarrollo y creación de los conocimientos y tecnologías que, en esencia, carecen de nacionalidad. Finalmente, lo que permite esa convergencia parte de la premisa fundamental de que, para que dichos conocimientos y tecnologías puedan transferirse, se requiere de la capacidad para decodificarlos y la infraestructura para desarrollarlos; son conocimientos científicos y tecnológicos a los que se puede acceder en la medida en que se establezca un entorno endógeno favorable. Aunque los conocimientos no tienen una nacionalidad, los científicos y tecnólogos, sí la tienen. La procuración de adecuados entornos nacionales en ID, puede implicar una fortaleza o una debilidad nacional que repercute directamente en la competitividad internacional.

En todos los niveles (mundo, país, región, institución, grupo o como investigador) existe una competencia feroz por incorporarse (mediante redes y trabajo multidisciplinario) a los proyectos prioritarios (públicos o privados). Particularmente, el gobierno ha logrado un *trato especial* a las empresas de 'conducción tecnológica' (innovadoras). Las cuales además del apoyo en financiamiento, entran muchas veces en colaboración estrecha con instancias federales de alto manejo en tecnología (DARPA, NIST, NSF, DoE, etc.) para realizar proyectos conjuntos; aunque es verdad que recientemente el papel del gobierno como 'realizador' de I+D ha sido menor comparativamente al de la empresa (3.5). El gobierno se ocupa más de otros temas como financiación, política comercial y de protección a la propiedad intelectual. Hoy en día, toda esta política hacia la CyT se refleja en el proyecto del Ejecutivo cristalizado en la *American Competitiveness Initiative* (ACI). El Presidente Bush considera a las Ciencias Duras como una de sus prioridades para los desafíos actuales de la innovación. Por ello, entre otras, tiene la gran propuesta de hacer

permanente el R&E tax credit (el cuál expiró en diciembre de 2005); con esto se fortalecerá el apoyo federal hacia la investigación básica, particularmente hacia la física y las matemáticas; además de estimular la capacitación laboral permanente y mejorar la eficiencia en comunicaciones y transportes. El Plan implicaría grandes incrementos para la NSF, la Office of Science del DoE y los laboratorios del NIST a partir del 2007 y con el propósito de duplicar sus presupuestos en 10 años.

Así la política federal en CyT añade al ACI Program, como una prioridad junto con los Programas de defensa (p.e. *DoD weapons development*) y del espacio (p.e. *NASA space vehicles development*). En el lado opuesto, los fondos federales para la investigación universitaria decrecen ligeramente para 2007, con lo cual las Universidades tienen que competir si desean obtener una tajada de esos dólares.

Como hemos señalado, dentro del mismo gobierno federal, también existe una competencia por la apropiación de fondos, este proceso se presenta dentro del Congreso aproximadamente de febrero a mayo de cada año. En el mismo, los proyectos privados (de empresas grandes, medianas y pequeñas) también pugnan en competencia por la asignación de recursos federales, especialmente en la forma de proyectos conjuntos con el gobierno.

Este tipo de iniciativas gubernamentales (3.3) han tenido tradicionalmente una aceptación por parte de los otros sectores. Para el caso de la ACI, por ejemplo, instancias privadas como el *Council of Manufacturing Associations* (CMA) o la *National Association of Manufacturers* (NAM) han apoyado de inmediato la estrategia planteada por el Presidente Bush. Recientemente, un reporte conjunto de dichas asociaciones se adhiere a la estrategia del Ejecutivo.

En el entendido que el gobierno federal no es el único actor del SNI, es importante considerar el impacto de su papel en la competencia interna y en la competitividad global.

La propuesta de la ACI fue inspirada por la *National Innovation Initiative* (NII), generada bajo la coordinación del *Council on Competitiveness*. El Comité de la NII lo integran tanto empresas como universidades norteamericanas (p.e. IBM, American Airlines, GM, AMD, PEPSICO, el MIT, Stanford, Columbia University, etc.). Dentro del espíritu de esta iniciativa se hallan misiones tales como: *educar a la próxima*

generación de innovadores; desarrollar destrezas en ciencias e ingenierías; explorar las intersecciones del conocimiento; equipar a los trabajadores para el cambio; apoyar la creatividad cooperativa; fortalecer el espíritu empresarial; reforzar la estrategia a largo plazo; construir infraestructura de clase mundial; invertir en investigación de frontera; atraer al talento global y crear empleos altamente remunerados. El Reporte de la NII establece la urgencia de trabajar mediante el *Crecimiento Dirigido por la Innovación*.

En palabras de Deborah Wince-Smith, presidenta del *Council on Competitiveness*, los EUA “*se encuentran a sí mismos ante un momento único y crucial, caracterizado por dos cambios sin precedentes. Primero, el mundo se está haciendo dramáticamente más interdependiente y competitivo y, segundo, la innovación en sí – la cual proviene y depende de generar valor agregado- está cambiando. No podemos competir en productos o servicios con bajos salarios o mercancías estandarizadas. El único camino para tener éxito en el futuro es a través de la innovación -creando los productos y servicios con alto valor agregado por los que la gente estará dispuesta a pagar en los mercados globales*”. Partiendo del hecho de que más del 30% de las exportaciones actuales de los EUA las realiza la industria de alta tecnología, esta declaración resulta muy significativa.

Es claro que desde esta primera década del siglo XXI la naturaleza de la Innovación ha cambiado radicalmente. Los grandes genios del pasado, como Confucio, Copernico, Da Vinci, Graham Bell, Edison o Einstein, experimentaron su creatividad de manera aislada, esporádica. Hoy, los científicos se plantean retos personales más acotados, demasiado específicos: “la velocidad de una partícula, el genoma de una bacteria, el mecanismo que lleva al encuentro exitoso de dos neuronas en desarrollo”. Será entonces la suma de esos retos individuales la que, “en algún momento de integración genial, resuelve los retos colectivos”.

En las palabras de Herminia Pasantes, Investigadora Emérita del Instituto de Fisiología Celular: “*El reto personal de un investigador científico es parte integral de su vida. Esa pregunta que le hace a la naturaleza cada día para desentrañar parte de su secreto es su compañía permanente. Difícilmente puede apartarla de su*

*pensamiento; y si en el laboratorio ocupa todo su tiempo, no se queda allí cuando el investigador apaga la luz y cierra la puerta. Viene con él y puede surgir en cualquier momento: en el primer semáforo, a la mitad del sueño, bajo la regadera, en la fila para entrar al cine. Y a veces, ese surgir inesperado viene junto con la clave para enfrentarlo y vencerlo...” (Pasantes, H.; ver **Anexo 3**).*

La innovación contemporánea se plantea retos científicos colectivos, los cuales si están más ligados al entender público: resolver las enfermedades aún incurables- sida, Alzheimer, esclerosis múltiple, etc.; la nanotecnología; la biotecnología, entre otros. Sin embargo, la naturaleza intrínseca de la innovación ha cambiado debido a factores como la globalización económica, las nuevas estrategias corporativas, las políticas gubernamentales hacia la IyD y las mismas actividades científicas desarrolladas en el paradigma emergente (3.1). La innovación ahora ocurre dentro de un entorno global con gran diversidad de puntos de intersección (multi-adyacencia³¹⁵) que implica una gran diversidad de actividades entre las empresas, los gobiernos y las instituciones académicas. La colaboración científica y tecnológica rebasa fronteras, disciplinas y organizaciones. Esto implica una tremenda competencia global donde la innovación traslada sus prioridades de la generación de productos a la de ideas creativas. Con ello, los actores del SNI deben adaptarse al nuevo entorno de competencia, donde la flexibilidad, la colaboración y la capacidad de respuesta a los cambios locales y globales, son fundamentales para el crecimiento.

Es claro que los cambios en la naturaleza de la innovación demandan empleos con nuevos y cualificados conocimientos para facilitar la comunicación, la colaboración y la decodificación misma de los saberes a través de las antiguas fronteras disciplinarias. Durante los próximos años, gran parte de los empleos demandados requerirán de una educación o entrenamiento superior y de calidad. De hecho ya

³¹⁵ Como se ha comentado, los avances del conocimiento en otras épocas se realizaban mediante los esfuerzos dentro de disciplinas determinadas (química, física, biología, matemáticas), pero las actuales tendencias de la Innovación han venido desarrollando la intersección de las disciplinas científicas tradicionales. Incluso hasta se ha generado la creación de nuevas disciplinas como la nanobiología o la bioinformática. Otras disciplinas ya existentes no podrían concebirse actualmente sin la perspectiva multidisciplinaria (como los avances en la medicina moderna que integra aportes desde la biología, la física, las matemáticas, la ciencia de los materiales, ingeniería del software, etc.

han comenzado a demandarse esos espacios por parte de las empresas innovadoras.

Desde las grandes empresas como *Hewlett-Packard Co*, hasta las medianas y pequeñas como *Adobe Systems Inc.*, *Netflix* o *SanDisk Corp.*, han mudado sus actividades de manufactura y baja tecnología hacia localidades con menores costos, incluyendo lugares fuera de los EUA. Esta expansión implica la creación de nuevos trabajos con habilidades y destrezas específicas, particularmente en diseño e ingeniería. No obstante, el índice general de empleos en estas empresas del sector tecnológico ha aumentado, lo que significa que la mayor parte de dicho crecimiento se dirige a categorías de empleo creativo o estratégico para la innovación de calidad: I+D, diseño industrial y consultoría científica y técnica, entre otras. Un estudio revela que los empleos en las empresas tecnológicas del Silicon Valley tuvieron un crecimiento del 4% entre 2002 y 2005; destacando los incrementos en servicios innovativos y en manufactura de componentes electrónicos (aunque rubros como manufactura de equipos y semiconductores presentó índices de desempleo en la región). Particularmente se reporta un incremento del empleo en el rubro denominado 'diseño, ingeniería y ciencia'. De acuerdo al estudio, dicho sector incrementa su participación regional no solo en el *Silicon Valley* (14%), sino también se reporta en Austin, Texas (9.3), en Seattle (8.7), y en San Diego (8.3). Es evidente que esta demanda laboral es producto de la flexibilización presentada en las empresas, al desarrollar una mayor creatividad en los productos derivados de los procesos en la tecnología incremental. (Wall Street Journal; 2006).

Se ha creado un nuevo perfil de competencia donde la industria demanda gente con mayor nivel y calidad educativa, competentes, profesionales, con destrezas, ingenieros creativos, académicos e investigadores, tanto especialistas como científicos con una perspectiva integral.³¹⁶

³¹⁶ Un llamado particular se hace a los políticos encargados de tomar las decisiones que afectan al entorno innovativo; ellos pueden facilitar u obstruir la creación y difusión de nuevo conocimiento e innovaciones. Los EUA se han caracterizado por ejecutar una política científico tecnológica que ha impactado tanto a su nación como a la sociedad global.

Observando estas tendencias en la realidad, la reflexión muestra una clara tendencia hacia una 'economía del conocimiento' donde el capital intangible está ganando terreno en el valor de los productos derivados de la innovación. Como explicamos desde el inicio (1.1) el capital intangible es aquel se basa en el conocimiento y se refleja en el valor de los productos en el mercado. En el reporte de la NII se considera un muy importante crecimiento del factor intangible basado en el conocimiento cualitativo: respecto al valor total de las innovaciones en el mercado, el estudio señala que para 1982 el factor intangible representaba el 38%, para 1992 el 62% y para 2002 el 82% (dejando tan solo el 18% al capital tangible- equipo, maquinaria, infraestructura, manufactura de bajo salario, etc) (Council on Competitiveness; 2004; p.37).

Pensando en esta 'nueva economía', es claro que la misma tecnología creada por la sociedad, ahora impacta a su creadora. En el viejo paradigma se hablaba de habilidades, trabajo individual, preservación laboral, monopolios, lo nacional, etc; hoy hablamos de aprendizaje significativo, trabajo en equipo, movilidad laboral, competencia, lo global, etc.

La competencia entre las empresas se torna difícil y compleja ante estas nuevas tendencias. Respecto a la inversión industrial en I+D, aunque las grandes compañías invierten las tres cuartas partes del total, sus prioridades se han enfocado al corto plazo caracterizado por la generación de tecnologías 'incrementales' más que 'radicales'. Se cita a Branscomb quien estima que solo el 8% de la inversión de las grandes firmas va hacia innovación 'radical'. Así, mientras las grandes empresas se enfocan más en el rediseño, el mejoramiento, la calidad o la reducción de costos de productos ya existentes, las empresas menores parecen ser las indicadas a invertir en *innovaciones radicales*.

En este nuevo entorno innovativo, las PYMES presentan características diferenciadas respecto a las grandes empresas. El Reporte de la NII indica que las PYMES: -mantienen vínculos más cercanos con la investigación científica, lo cual es muy importante en cuestiones técnicas; -aparecen casi el doble de patentes registradas por las PYMES anualmente; -son más efectivas en la producción de valor agregado en las innovaciones tecnológicas de áreas específicas; -responden con

mayor flexibilidad a las necesidades del cliente. Las ventajas de las empresas menores se complementan con la experiencia, la visión y el trabajo en proyectos extensos de las grandes firmas.

Se trata de un nuevo entorno de competencia e interdependencia donde las compañías menores pueden crecer muy rápidamente, al igual que las grandes podrían colapsar. Durante 1950 se crearon 100 mil nuevas empresas en los EUA, en tanto para el 2000 se generaron 8 veces más. En definitiva, el espíritu empresarial (destacado por teóricos desde Say hasta Shumpeter) sigue siendo una fortaleza fundamental en la sociedad norteamericana. Eso facilita que empresas, gobiernos e instituciones académicas de investigación tengan actividades de colaboración constante a través de infinidad de proyectos.

Todo lo anterior otorga a las empresas innovadoras, grandes y pequeñas, tener una función primordial y complementaria. Ciertamente, la producción científica *intramuros* fue incorporada por las empresas y ha sido una variable endógena al sistema capitalista desde la segunda mitad del siglo XIX. Pero mientras hace un siglo cada empresa apropiaba su propio 'monopolio del conocimiento' (caso de la industria Ford, Cap.1), hoy en día esto sería impensable ante el paradigma emergente.

Hoy en día, cada gran corporación depende enormemente de los vínculos del entorno innovativo. Se apoya en cientos de proyectos de colaboración con PYMES o centros de investigación, recurriendo a empresas menores o universidades para localizar investigación básica y aplicada en sus ramas específicas. Una vez seleccionada alguna tecnología potencial recurren a comprar la patente o compran la pequeña empresa en cuestión. También hacen uso de subcontrataciones dispersas en el mundo global para mejorar o desarrollar innovaciones.

Esto explica en buena medida que los productos y servicios con los que convivimos en nuestra vida cotidiana tengan una increíble serie de actividades innovadoras previas. (Véase el **Anexo 4** para ejemplificar de modo muy sencillo como en el caso de una computadora, se conjuntan esfuerzos innovadores extraordinariamente distintos en tiempo, financiamiento, origen y desarrollo).

Actualmente, en una perspectiva convencional se afirmarí­a que es la empresa la que se encarga de conducir todo el proceso de innovaci3n, limitando la acci3n del gobierno a sus acciones de apoyo a la infraestructura y la normatividad. Pero no solo hay que reconocer su papel hist3rico de integrador del sistema o de policia del entorno innovativo, debemos comprender que en este inicio del siglo XXI, el gobierno de los EUA (como el de todo pa3s industrializado) se encuentra íntimamente ligado a los procesos de innovaci3n; tanto en inversi3n, realizaci3n, coordinador, promotor, oferente y demandante de tecnolog3a y de empleos relacionados con las actividades de Investigaci3n y Desarrollo Tecnol3gico. El gobierno mismo compete con el sector privado en algunos servicios especí­ficos, adem1s de que estimula el trabajo cualitativo de un bajo costo (inicial). Pero sobretodo, es el ú­nico capaz de generar una pol3tica macro e integral de la pol3tica cientí­fica y tecnol3gica, d1ndole rumbo y misi3n a la inserci3n de esta pol3tica en la econom3a, beneficiaria directa de la capacidad innovadora.

Es menester hacer un llamado a realizar investigaciones m1s profundas del papel que tambi3n juegan las universidades y centros que realizan investigaci3n. Debemos recordar que buena parte de las tecnolog3as que utilizamos de manera cotidiana, alg3n d3a solo fueron meras ideas de cientí­ficos y tecn3logos que laboraban en estos espacios: biotecnolog3a, cultivos hí­bridos, dise­no de medicamentos, la penicilina y diversos antibi3ticos; la resonancia magn3tica; el procesamiento digital (utilizado p.e. para comunicaciones, CDs o la exploraci3n de petr3leo); la Frecuencia Modulada (FM); el rayo laser; la inteligencia artificial; el procesador de palabras y el de im1genes; la energ3a nuclear; la nanotecnolog3a, por mencionar algunas.

Ante este inacabable panorama, queremos finalmente subrayar que nuestro Corolario ha contemplado la visi3n neoliberal de la competencia; donde el mundo de la reingenier3a empresarial vincula la competencia con la rentabilidad y la competitividad reflejadas en el mercado y los retornos econ3micos generados por la innovaci3n. Sin embargo, tambi3n consideramos la existencia de *destrezas intelectuales* (capacidad humana de entender y crear) m1s all1 de la 'obligada' necesidad de ponerlos ante el lente de compararnos con otros competidores, m1s

allá del mercado y del beneficio económico abundante. En este sentido, tanto el gobierno como las universidades continúan teniendo un papel fundamental para el sentido colectivo, social, que muchas veces se pone en jaque por la vorágine económica. La *excelencia* empresarial o académica es un mito o una bandera que tarde o temprano frenará a la innovación; si realmente existiera y se alcanzara, entonces irremediabilmente desaparecerían las posibilidades de mejorar. Cuando decimos 'lo sé' o 'lo conozco' en ese instante dejamos de pensar en las inacabables características de todo fenómeno de la naturaleza que nos rodea. Eso sería un atentado para el desarrollo humano.

6

CONCLUSIONES

La tecnología, como pieza fundamental para el desarrollo y supremacía que los Estados Unidos han tomado en el contexto internacional, así como la incorporación exhaustiva de la investigación que genera los conocimientos para desarrollarla, han sido el objetivo primordial de nuestro estudio. Se puede afirmar que, en todo momento histórico, han existido nuevas tecnologías, sin embargo, el ritmo tan acelerado que ha tomado la dinámica tecnológica contemporánea no tiene precedentes. Los Estados Unidos han contribuido enormemente en la institucionalización y el surgimiento de una filosofía de apropiación para la ciencia, teniendo a la investigación como su eje rector.

El papel del gobierno federal es fundamental ya que emerge como promotor, regulador y proveedor de capital, además de erigirse también como realizador de específicas actividades científico tecnológicas. Nuestra investigación centró su atención en estas cualidades financiando y (aún) realizando la CyT. Un punto importante es que el gobierno federal ha jugado un papel de integrador, aunque la industria y la academia implementan sus propias funciones como actores muy importantes dentro del Sistema Norteamericano de Innovación.

Las alternativas para la promoción de la ciencia y la tecnología son tan diversas, complejas e interdependientes que es precisamente eso una parte del problema. En la presente investigación se desarrollaron 4 elementos básicos: a) la importancia de la CyT para el gobierno, la economía y la sociedad norteamericanos, especialmente desde la Segunda Guerra Mundial, b) la complejidad al interior del proceso político, incluida la inercia institucional de carácter lineal militar (cuyos ejes son una cooperación de equilibrio y la Seguridad Nacional como justificación motriz), c) la necesidad y los intentos permanentes por rediseñar la política en CyT,

particularmente en el contexto global, y d) reconocer que el Sistema Norteamericano de Innovación comprende mucho más que la sola inversión federal en I+D.

La ciencia y la tecnología contribuyen poderosamente en el mejoramiento de la productividad, pero únicamente si éstas son complementadas con un adecuado entorno de elementos. Las decisiones políticas deben corresponder en la diversidad de metas en la investigación y el desarrollo tecnológicos. Particularmente en la nueva era del conocimiento, donde las grandes empresas establecen condiciones, la complejidad norteamericana debe ser explorada y debatida hasta la creación de nuevos y adecuados objetivos endógenos en CyT. Con ello, parte del gran desafío se dirige hacia la política pública federal.

En el plano nacional, tanto el gobierno como la industria, las universidades y la sociedad en general tienen, en conjunto, una importante función a desarrollar dentro de las dinámicas del Sistema Norteamericano de Innovación. El gobierno federal debe asegurarse de que las prioridades de la competitividad tecnológica se vean reflejadas en sus decisiones presupuestales y en sus prácticas regulatorias hacia la I+D en particular, así como en las políticas macroeconómicas en general. La industria debe mejorar su habilidad para desarrollar y comercializar la tecnología, mientras que las universidades deben asegurarse de que su investigación y programas educativos se adapten adecuadamente tanto a las necesidades tecnológicas de la industria como a la búsqueda de nuevo conocimiento de frontera en todos los campos de desarrollo.

Trabajando en conjunto, los sectores público y privado pueden contribuir enormemente a revitalizar el liderazgo tecnológico de Estados Unidos; en este propósito, dichos actores orientan la competitividad industrial americana así como su misma Seguridad Nacional.

Es claro, desde una perspectiva histórica que han ocurrido muy prolongados *zigs-zags* al interior de las dinámicas generadas por el gobierno federal en su promoción hacia la CyT. De un modo general, el primer 'involucramiento indirecto' ocurrió desde mediados del siglo XIX en áreas como la agricultura y la geología (además de

ejemplos esporádicos como el caso del telégrafo). Después de ello, debemos considerar el impulso bélico de la Guerra Civil, la etapa posterior de la Crisis de 1929, la actitud dinámica posterior a la Segunda Guerra Mundial y durante el periodo de la Guerra Fría, y, finalmente, la etapa actual de transición generada desde los ochenta y noventa con el llamado fenómeno de la Globalización. Esos arduos procesos merecen ser analizados en detalle hacia la búsqueda de cuestionamientos presentes y futuros en CyT.

A continuación subrayamos algunas de las conclusiones más importantes de nuestra investigación, confrontando la política científico tecnológica del gobierno federal de Estados Unidos con la multiadyacencia y diversidad cognoscitiva de nuestra sociedad globalizada:

- ✓ desde la perspectiva histórica resalta que hace aproximadamente 60 años casi no existía la actividad científica, al menos no de la forma integral como hoy la conocemos; no existía una política para la ciencia y la tecnología ni en Estados Unidos ni en ningún país del orbe. Por lo tanto, el estudio de la experiencia norteamericana es fundamental.
- ✓ nuestro objeto de estudio se enfocó en el gobierno federal de Estados Unidos, su papel de integrador de la Ciencia y Tecnología (CyT) dentro del Sistema Norteamericano de Innovación, y su perspectiva “lineal-militar” basada en los principios esenciales de a) cooperación justificada por la Seguridad Nacional y, b) la inversión nacional en Investigación y Desarrollo (IyD) con financiación (tipo semilla, como se ejemplificó con el *Sillicon Valley*) dirigido a sectores prioritarios (militares) y complementarios (ciencia básica y actividades de alto riesgo y/o largo plazo de la IyD).
- ✓ de acuerdo con la estructura de la investigación, observamos: 1) una perspectiva teórica que aprecia a la CyT como un elemento endógeno del desarrollo aunque, al mismo tiempo, con una naturaleza multi-adyacente, diversa y global (la importancia y el permanente debate teórico y político hacia este tema se esbozan con la diversidad de fuentes a lo largo de la investigación); 2) la comprensión del proceso histórico institucional desde la Segunda Guerra Mundial y durante la Guerra Fría, ha sido fundamental en el análisis del gobierno federal como integrador de la CyT en su dimensión endógena; 3) ante el proceso global, la estrategia lineal-militar dentro de la política en CyT se mantiene pero sufre una transformación pragmática de mayor atención a la tecnología no-militar en el esquema de competitividad internacional, los casos del NIST, la tecnología dual y el apoyo al sector salud son ejemplos claros de esto; 4) el rescate de las ‘lecciones’ del Sistema Norteamericano de Innovación se integra a la concepción del desarrollo en una era donde el conocimiento impacta a la sociedad global

- ✓ se demostró que el proceso global pone en evidencia aspectos de disfunción en el papel federal hacia la CyT, en particular ante la emergencia de la competitividad internacional y la necesidad de rediseñar la política con hegemonía lineal-militar (aunque se mantiene buena parte de los intereses monopólicos de su industria militar en coexistencia con los emergentes beneficios del capitalismo competitivo).
- ✓ la importancia de las actividades científicas y tecnológicas se aprecia como base fundamental previa (o, más bien, complementaria) de las actividades productivas y comerciales; aunque la competitividad también permea esta denominada fase 'precompetitiva' de la innovación.
- ✓ el planteamiento lineal se refiere a la transformación del conocimiento (científico y tecnológico) en innovaciones (radicales o incrementales) que se cristalizan en los productos, los cuales a su vez compiten ante otros entornos de innovación social y tecnológica. Se establece la secuencia lineal conocimiento-tecnología-competitividad internacional, aunque cada innovación pretende inicialmente la resolución de problemas endógenos concretos. Aún teniendo la certeza de que en la práctica tecnológica esta secuencia lineal es imposible de realizar a manera de receta, el gobierno mantiene esta perspectiva en función de atender lo mejor posible las problemáticas endógenas de la innovación.
- ✓ Suponer la ausencia de una política centralizada, coherente y con visión de largo plazo implicaría una disminución del espacio del sector académico y, sobretudo, el empresarial en las actividades de IyD y de innovación en general. Justamente ocurre lo contrario: las grandes empresas, realizadoras de la innovación, tienen gran interacción (socialización de la IyD) con las medianas y pequeñas empresas, los centros de investigación públicos y privados, y con las universidades.
- ✓ la CyT son imprescindibles para los movimientos pendulares del gobierno federal, sea un entorno del realismo político o de la política de competitividad económica, el nivel de investigación científica y del desarrollo tecnológico norteamericano muestran un alto grado de desarrollo. En esta práctica científica y tecnológica se concibe un nivel de la investigación altamente cualitativa y de gran creatividad; el entorno endógeno parte de una *investigación tecnológica básica* que incluye la incorporación misma de equipo y tecnologías de punta, nuevos materiales, nuevos procesos y nuevas formas de explorar y estandarizar el conocimiento.
- ✓ en dicho entorno, se aprecian al menos tres funciones generales a desarrollar por el gobierno federal en cuanto a las actividades científico tecnológicas: 1) la socialización es el apoyo a los espacios vacíos de la innovación mediante la inversión y participación en IyD, incluyendo la difusión del conocimiento; 2) coordinación y generación de una *estrategia nacional* donde se organizan y vinculan los esfuerzos individuales de empresas, universidades, centros de investigación y científicos (o capital humano independiente); 3) la regulación es imprescindible para establecer las reglas que protegen y valoran a los creadores del conocimiento en las esferas nacional y de la competitividad global.
- ✓ existe una clara tendencia a la difusión y utilización social del conocimiento cuando éste se genera de fondos públicos, en tanto que los resultados de la investigación privada son retenidos por las firmas creadoras. Esto significa que la participación

gubernamental es un elemento fundamental en la difusión social del conocimiento científico y tecnológico, aún en términos de costos compartidos (como concepto básico de las iniciativas tecnológicas federales).

- ✓ pese a que las grandes empresas globales parecen alzarse como los máximos entes de la innovación y la tecnología, han surgido propuestas recientes de proyectos específicos en diversas áreas para estimular actividades de IyD basadas en la movilidad científica y tecnológica con patrocinio industrial y apoyo complementado por gobierno y academia. La ciencia moderna basa su desarrollo institucional en los proyectos de investigación específicos.
- ✓ la propia dinámica (movilidad y multi-adyacencia) del conocimiento científico tecnológico en el actual proceso global, también replantea un rediseño de la política norteamericana en CyT. De modo paralelo, es imprescindible una superación constante en la calidad de los investigadores que laboran en las universidades, en los centros tecnológicos y las empresas.
- ✓ el apoyo federal a la IyD se refleja en el debate continuo del financiamiento, la demanda tecnológica, los proyectos gubernamentales y el apoyo directo a científicos e investigadores en general
- ✓ dentro de la política en CyT de Estados Unidos, las transformaciones recientes se han venido evaluando y desarrollando con relativa efectividad, aunque cabe recordar que las tareas de la CyT casi nunca muestran sus frutos a corto plazo. Los primeros reflectores dentro de esta transición se dirigen hacia los políticos. Ellos están diseminados entre todas las agencias y organizaciones federales, además de que son ellos de quienes se espera encontrar las soluciones en la búsqueda de una más adecuada estructura, además de un entorno favorable para la CyT. Las fronteras entre las decisiones políticas y los beneficios económicos representan el mayor desafío a resolver. La política en CyT tiene que ser integral a la política comercial; ambas políticas deben permanecer vinculadas y adaptadas al nuevo contexto nacional, regional y global.
- ✓ uno de los dilemas más discutidos ha sido el hecho de que la estrategia del gobierno federal no fue tan estrecha como se hubiese querido; muchas veces sus promociones y regulaciones en CyT han sido efectuadas muy independientemente al comportamiento o las necesidades reales de la industria. Por supuesto que los comportamientos estratégicos disfuncionales por parte del gobierno federal han existido, así como otras diversas decisiones no consensadas se han dado tanto en la industria como en las universidades.
- ✓ hoy en día, los factores exógenos y endógenos parecen darle otra dimensión al papel del gobierno federal pese a que sus esfuerzo y apoyo hacia la IyD son constantes. La función integradora adquirida en los tiempos de la posguerra ha perdido intensidad ante el desvanecimiento de la justificación basada en la Seguridad Nacional, además de la emergencia de la dimensión global. No obstante, su papel de integrador se mantiene en la medida en que sigue regulando diversas actividades al interior de las nuevas redes de la innovación. Ahora la posición federal mantiene una estrategia lineal en cuanto a que intenta estimular

diversas áreas de la innovación donde la industria prefiere no incursionar, pero intenta disminuir la tremenda inercia y peso específico del sector militar. De ser el gran integrador de la institucionalización de la CyT norteamericana, pasa a generar un rediseño de equilibrio y complementariedad, manteniendo elementos tan valiosos como la cooperación, la sectorización y el debate o rediseño político continuo tanto al interior del Ejecutivo como en el Congreso norteamericano.

- ✓ en el entorno endógeno, el gobierno federal debe mantener su atención en: *una recuperación de la partida en I+D dentro del PIB, *apoyo permanente a la infraestructura, *incentivar la demanda de nuevas tecnologías, *un apoyo decisivo, constante e incremental hacia la formación de recursos humanos en CyT (científicos, tecnólogos, técnicos y administradores).
- ✓ en el contexto global, la política científico tecnológica de Estados Unidos debe aprender a cooperar tanto como a competir. Este país mantiene su categoría de *creador* de tecnología, su entorno endógeno lo respalda; sin embargo, la Unión Europea y el bloque asiático encabezado por Japón, han alcanzado ese *status* en diferentes sectores en donde las condiciones de transferencia de conocimientos y tecnologías propician una mayor competitividad y cooperación regulada y de alto nivel. La supremacía tecnológica norteamericana se mantiene ante la mayoría de los países, los cuales demandan tanto los productos '*con valor tecnológico agregado*' como los servicios que conllevan la posesión misma del conocimiento. Por ello, es conveniente para este país mantener o estimular el concepto de transferencia tecnológica más como "productos de contenido tecnológico" que como transmisión de conocimiento e investigación, con esto se asegura un mercado de naciones que necesitan la tecnología pero que no la desarrollan.
- ✓ en el mundo global contemporáneo se ha hecho evidente la asociación, complejidad y dinamismo entre la ciencia y la tecnología; estos elementos de la estructura capitalista de nuestros días implican la incorporación plena del conocimiento como herramienta fundamental de los procesos productivos y, al mismo tiempo, generan una transformación política, social y cultural.
- ✓ en general, la experiencia de la innovación en Estados Unidos a partir de la intervención del gobierno federal en vinculación con la industria y la academia, nos deja al menos 5 lecciones fundamentales abordadas durante toda la investigación: 1) la movilidad de los conocimientos científicos y tecnológicos en la sociedad actual representa retos y ventajas en la medida en que se generen los elementos endógenos capaces de hacer un uso 'productivo' de los mismos; 2) el gobierno federal, como institución, juega un papel fundamental en el equilibrio de las actividades y los incentivos hacia la innovación (el debate en CyT es un proceso continuo); 3) la sectorización es parte de esa innovación organizacional donde se destaca cierta indiferencia ante la inversión en I+D de alto riesgo, esto por la tendencia empresarial de inversión en el corto plazo; 4) la cooperación entre los actores del sistema de innovación es fundamental para el traslado de los esfuerzos individuales en la fortaleza endógena; y 5) el pragmatismo político que permite una flexibilidad estratégica ante elementos antagónicos como tecnología militar/civil, partidos políticos (republicanos/demócratas), equilibrio tecno-científico,

políticas endógenas/globales, gestión sobre esquemas de cooperación/competitividad, etc.

- ✓ hablar de 'lecciones' para 'otro país' implicaría desconocer las condiciones endógenas de la nación determinada, por tanto, nos referimos a las lecciones de la experiencia norteamericana en CyT en una perspectiva general del desarrollo. Corresponde a cada país o región hacer un análisis de las experiencias exógenas y las condiciones endógenas en el camino a formular su propia política en CyT (Véase **Anexo 5**).
- ✓ respecto al contexto teórico, ha sido indispensable la aportación de la Teoría Económica (shumpeterianos, evolucionistas, institucionalistas, etc.) a la convergencia multidisciplinaria con las Relaciones Internacionales; la cual abre un campo de desarrollo emergente y de grandes perspectivas para el internacionalista.

Con todo lo anterior, la hipótesis inicial se comprueba en tanto el gobierno federal ha sido un integrador del SNI, particularmente durante la institucionalización de las actividades científico tecnológicas. Su visión lineal militar desarrollo un sentido nacional de la cooperación en CyT y generó un equilibrio en dichas actividades; el financiamiento federal es una herramienta constante en este sentido. Posteriormente, con el proceso global, se ponen en evidencia aspectos de disfunción del papel federal hacia la CyT, en particular ante la emergencia de la competitividad internacional y la necesidad de rediseñar la política de hegemonía lineal-militar (aunque se mantienen los intereses monopólicos de su industria militar coexistiendo con los beneficios emergentes del capitalismo competitivo). Incluso, la propia movilidad y multi adyacencia del conocimiento científico y tecnológico en el actual proceso global, también replantea un rediseño permanente de la política norteamericana en CyT.

Una reflexión no menos importante se refiere al tipo de ciencia y las tecnologías que se estimulan hoy en día respecto a las que se apoyaron hace 50 años. Las innovaciones del pasado, muchas de ellas surgidas en plenas condiciones de guerra (como el radar, la radio, los antibióticos o los ordenadores electrónicos), tuvieron la virtud de actuar como agentes niveladores de gran importancia social. Pero a diferencia de aquellas, la CyT actuales se han alejado preocupantemente de la resolución de problemas sociales cotidianos; los esfuerzos en IyD se han dirigido a campos del conocimiento muy esotéricos. La investigación básica vinculada a la

física de partículas, la gravitación cuántica o la astronomía son claros ejemplos del alejamiento de necesidades sociales inmediatas con un tremendo gasto público en infraestructura y otros recursos. De igual manera, la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico se han alejado de prioridades sociales y de mediano o largo plazos; el beneficio inmediato es la premisa de las industrias y los gobiernos poderosos en competitividad constante. El mercado de los aviones supersónicos, la cibernética, la televisión de alta definición, la fertilización in vitro son ejemplos de las tecnologías del presente que se dirigen únicamente a un pequeño sector de la sociedad que puede acceder a estos servicios e innovaciones. Incluso otros campos como la biotecnología o la energía nuclear, se distinguen no solo por su peligrosidad militar latente, también tienen enorme potencial como generadores de otros problemas (sociales, económicos y ambientales). A la sociedad se le dice que la Ciencia es buena y aunque pudiera intuir si es más importante dar recursos para resolver el problema del cáncer o para investigar las neuronas (carentes de aplicación práctica inmediata), lo cierto es que la política científica no es de todos.

Gran parte del problema yace en los empresarios y científicos, quienes son responsables de la política científico tecnológica. Bajo esta realidad, las decisiones al interior de dicha política toman criterios empresariales de competitividad, rentabilidad económica y con una obsesión acelerada por el corto plazo. A esto se suma la imagen benefactora y triunfalista de la CyT que invita a admirar y financiar estas actividades, pero manteniendo su autonomía para que nos traiga – automáticamente- progreso y bienestar social.

El reto de nuestro tiempo será entonces renegociar las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, democratizar los canales de discusión y toma de decisiones para acercarnos a prioridades y objetivos en CyT más apegados a las auténticas necesidades sociales de la gente. Lo cual no atenta contra el sentido empresarial de competencia. También será importante desmitificar la visión clásica de la CyT (benefactora y autónoma de la sociedad) que se limita a la acumulación de conocimiento objetivo y el avance automático de la humanidad. Urge un cambio en la visión de la CyT donde *acumular* y *avanzar* carecerían de sentido sin una dirección, sin poner el conocimiento al servicio de los valores humanos.

Finalmente, queremos reconocer que la presente investigación puede significar únicamente la perspectiva inicial hacia la toma de conciencia de la actual visión de la política científico tecnológico tanto de Estados Unidos, como de otros países que pueden considerar las lecciones de aquel. Sin embargo, se ha demostrado que la CyT es un factor determinante al interior de la economía, la política y la sociedad norteamericanas; por lo que siempre merecerá de una enorme atención en la medida en que la tecnología contemporánea ha sido considerada como el motor de toda nación desarrollada. No es sorprendente que este tipo de estudios, han incrementado su importancia, particularmente en los países desarrollados.



ANEXOS

ANEXO 1

**FRAGMENTOS DE UN DISCURSO DEL PRESIDENTE GEORGE W. BUSH EN LAS
INSTALACIONES DE LA EMPRESA 3M, EN MINNESOTA (FEBRERO/2006).**

The White House (2006). *Declaraciones del Presidente sobre el Plan de Gobierno para la Competitividad Estadounidense en Minnesota*, Secretaría de Prensa, 3M Corporate Headquarters Maplewood, Minnesota.

www.whitehouse.gov/news/releases/2006/02/20060202-1.es.html

(...)

-Realmente quiero enviar un mensaje a Estados Unidos de Norteamérica que para que mantengamos la calidad de vida a la que estamos acostumbrados, que **para que seamos el líder que queremos ser en el mundo, debemos seguir teniendo una economía flexible y basada en la tecnología.**

¿Saben? Es asombroso cuando uno viene a 3M a hablar con George W. acerca de la cantidad de productos que tienen y. productos que la gente simplemente da por hecho, pero productos, muchos de los cuales tuvieron su inicio en un laboratorio como resultado de una persona realmente inteligente, capaz, que hizo los avances tecnológicos necesarios para llevar estos productos al mercado.

La innovación es un aspecto vital del futuro de Estados Unidos de Norteamérica, y la pregunta fundamental es, ¿cómo hacemos (para) que nuestra sociedad siga siendo innovadora? De eso he venido a hablar.

¿Saben? Una manera de que nuestros conciudadanos comprendan la importancia de la innovación y tecnología es, simplemente piensen sobre lo que ha sucedido en 25 años. Ahora, para un tipo de 59 años, eso no parece mucho a estas alturas. Si se tiene 26, parece mucho. Hace 25 años la mayoría de los estadounidenses usaban la máquina de escribir. ¿No es interesante? Hace 25 años, tenían tal cosa como el teléfono público. (Risas.) Ahora estamos usando teléfonos celulares. Se usaba el papel carbón. Para los jóvenes aquí, el papel carbón era una manera un poco sucia de duplicar cosas. Ahora estamos usando impresoras láser. Los cajeros de banco distribuían la mayoría del dinero en esos tiempos. Hace 25 años, uno tenía que ir al banco y decirle al cajero, buenos días, ¿podría darme un poco de dinero? Ahora se puede ir al cajero automático.

La tecnología está cambiando la manera en que pensamos. No sé si recuerdan esos viajes horribles en que se tenía que ir en auto con la familia; se jugaba el juego de las placas. (Risas.) Ahora tenemos DVD. (risas). all mismo en el auto. **La tecnología se desarrolla rápidamente si una sociedad sigue siendo innovadora. Y son esas mejoras tecnológicas las que ayudan a crear puestos con salarios altos y mejoran el nivel de vida del pueblo estadounidense.**

¿Se dan cuenta de que **los economistas dicen que hasta la mitad del crecimiento económico de nuestra nación en los últimos 50 años se debe directamente a los logros tecnológicos de la investigación y el desarrollo**, el tipo de investigación y desarrollo que hacen aquí mismo? Piénsenlo; **la mitad del progreso de nuestra economía se debe a la investigación y el desarrollo.** Bueno, si ese es el caso, si esa es la verdad, tenemos que asegurarnos de que **continuemos fomentando la investigación y el desarrollo.**

La tecnología nos ha permitido ser la superior economía del mundo. Considero que es bueno que seamos la superior economía del mundo. Considero que es bueno para el pueblo estadounidense que estemos en una

posición de liderazgo. Y el motivo por el cual creo que es bueno es porque cuando uno lidera, el pueblo se beneficia. Ser un líder en la economía del mundo significa que es más probable que alguien encuentre trabajo. Y alguien pueda. tenga buenas probabilidades de hacer realidad sus sueños y oportunidades.

Vi que somos la superior economía del mundo porque los hechos me respaldan. Estamos creciendo más rápido que cualquier otra gran nación industrializada. Hemos generado 4.6 millones de empleos nuevos en dos años y medio. Eso es más que Japón y la Unión Europea juntos. Y la pregunta fundamental es, primero, ¿queremos continuar siendo el líder? Y segundo, ¿cómo se hace?

Existe cierta incertidumbre en Estados Unidos ahora, y comprendo por qué. Hay incertidumbre cuando se trata de nuestra economía. La gente está comenzando a ver surgir **competidores: India y China**. Soy una persona a la que le gusta la competencia. Creo que **es bueno tener competencia. Creo que nos hace producir cosas mejores**. Pero algunas personas en nuestro país ven la competencia y dicen, bueno, no hay manera de competir con China o India u otros países, y por lo tanto, ¿por qué no consideramos aislarnos? Eso se llama proteccionismo. Es una tendencia de la cual debemos preocuparnos. ¿Ven? Existe incertidumbre cuando la gente ve que se van puestos al extranjero. Lo puedo comprender. Alguien trabaja duro toda su vida y de buenas a primeras el puesto es trasladado al extranjero debido a la competencia. Eso crea incertidumbre en la fuerza de trabajo. Y una de las reacciones a esa incertidumbre podría ser, bueno, estoy cansado de competir; quizá lo que necesitamos hacer sea, en vez de competir, simplemente aislarnos del mundo.

Estados Unidos de Norteamérica ha pasado por esto antes. Ésta no es una idea nueva. Si examinan nuestra historia, nuestra historia económica, descubrirán que hemos pasado antes por periodos de proteccionismo. Si examinan nuestra historia de política exterior, descubrirán que ha habido periodos de aislacionismo antes. Creo que, y, entonces, lo primero que deseo compartir con ustedes es, es importante que no perdamos nuestra confianza en tiempos de cambio. Es importante que **no temamos la competencia sino que la acojamos**.

Existe una economía mundial. La Internet realmente ha cambiado muchas cosas, cuando uno se pone a pensar. Es. me parece que es una buena noticia que los países se estén volviendo más ricos; que con la competencia mundial las vidas de las personas estén mejorando. Creo eso porque la mayoría de los estadounidenses. todos los estadounidenses creen en la dignidad de cada ser humano. Pero lo veo de manera práctica, y también deberían hacerlo ustedes en 3M. Deberían decir, recibimos de buena gana este mundo en desarrollo, esta nueva economía, porque al propagarse la riqueza, hay clientes nuevos para nuestros productos. En otras palabras, **en vez de decir, tememos a la competencia, la economía mundial nos asusta, Estados Unidos de Norteamérica debería decir, queremos que más gente pueda comprar nuestros productos**.

Y, entonces, lo que les estoy diciendo es, creo que **la función del gobierno es moldear el futuro**, no temer el futuro. Y creo que la función de un Presidente es decirle al pueblo estadounidense, sean audaces, tengan confianza, y si hacemos las cosas bien, seguiremos siendo el líder del mundo.

Y éstas son las cosas que creo que deberíamos hacer. En primer lugar, tenemos que hacer que nuestra economía siga creciendo. No se puede ser un líder mundial en la economía si hay poca actividad económica. Me explico, es necesario tener en vigor políticas a favor del crecimiento.

Uno de los debates interesantes en Washington, D.C. es, ¿cómo fomentar el crecimiento? Bueno, les daré mi opinión. Considero que cuando la gente tiene más dinero en sus bolsillos para ahorrar, ganar o gastar, la economía crece. Considero que **cuando un pequeño empresario tiene más dinero para invertir, la economía crece**.

(...)

-Los oírán decir, bueno, necesitamos recaudar impuestos para ajustar el presupuesto. Así no funciona Washington. Recaudarán impuestos para aumentar los gastos. Así funciona. Y así es que pienso que la mejor forma de ajustar el presupuesto es tener en vigor políticas a favor del crecimiento a fin de que los ingresos procedentes de los impuestos permanezcan sólidos, y que seamos sensatos sobre cómo gastamos su dinero. Eso es difícil en Washington. **Todo el mundo tiene una buena idea sobre cómo gastar su dinero. Pero cuando uno está operando la 3M Company o uno está administrando su presupuesto familiar, aprende a establecer prioridades**. Y eso es lo que debe hacer el Congreso.

Les diré algo: Si el Congreso establece prioridades -y hemos tenido algunas sugerencias para ellos sobre cómo establecer prioridades- podemos cortar a la mitad este déficit para el 2009....

(...)

-Para hacer que sigamos siendo competitivos tenemos que asegurarnos de mantener los mercados abiertos. Les dije, les estoy diciendo algo que ya saben: **61 por ciento de sus ingresos son resultado de las ventas de Estados Unidos a otras partes**, lo cual me dice. mi teoría es ésta: Si uno es hábil en algo, asegurémonos de que podamos venderlo alrededor del mundo. Y de hecho, sé que para que sigamos siendo competitivos en el siglo XXI, que Estados Unidos de Norteamérica debe hacer todo lo posible para abrir mercados y nivelar las condiciones.

Hemos firmado muchos acuerdos de libre comercio, y al mismo tiempo que lo hemos hecho eso, les hemos dicho a los países, oigan, simplemente trátennos de la forma que los tratamos. Eso es todo lo que pedimos. Nivelen las condiciones. No tengo la menor duda, **los agricultores y empresarios y personas de negocios estadounidenses y los empleados 3M pueden competir con cualquiera**, en cualquier momento, dondequiera, siempre que las reglas sean justas. (Aplausos.)

(...)

-Hablé de energía el otro día, y Tim lo mencionó. Supongo que conmocioné a algunas personas, siendo de Texas, al decir que **somos demasiado adictos al petróleo**, pero lo somos, y ese es un problema. Es un problema. **es un problema de seguridad nacional y un problema de seguridad económica**. Al visitar aquí y ver los grandes beneficios de la nanotecnología, me doy una mejor idea de la importancia que tiene la nanotecnología en las células de combustible, por ejemplo, y la capacidad de tener autos con hidrógeno. Sé que **la tecnología terminará haciendo que dependamos menos del petróleo**. Sé que va a ocurrir. Les diré por qué estoy optimista al respecto, porque **los científicos allí en Washington, aquellos en el Departamento de Energía, creen que estamos muy cerca de un par de adelantos muy importantes**.

Antes de hablar sobre ellos, sí hablé de la necesidad de usar energía nuclear segura en nuestras plantas. Digo, si uno se preocupa por el medio ambiente, lo que hago, parece tener sentido que usemos energía nuclear. Es renovable y no es contaminante.

También estamos a punto de lograr ciertos adelantos interesantes en la energía solar. Verdaderamente creo que con más investigación y desarrollo, concentrados en tecnologías interesantes, que tendremos plantas de carbón sin emisiones. Y sucederá. Y lo que les estoy diciendo es, es que **la tecnología es importante para sus trabajos, pero también es importante para la calidad de vida**.

Los autos. si queremos acabar con la dependencia del petróleo, es necesario que hagamos algo con los autos. Digo, es allí donde usamos una buena cantidad de petróleo. Es necesario que cambiemos la fuente de energía de los autos. Este gobierno ha hecho ciertas cosas con respecto a los estándares CAFE, pero eso reconoce que aún dependemos del petróleo para producir nuestro combustible. Lo que me interesa hacer es darles alternativas a los consumidores, como el etanol o los vehículos híbridos que se enchufan. Estamos próximos a ciertos grandes adelantos en la tecnología de las baterías, que estoy seguro de que algunos de ustedes conocen, para hacer que estos autos híbridos sean incluso mejores y más económicos para el consumidor estadounidense.

Me entusiasma el etanol. Ahora, hemos estado fabricando etanol de maíz, principalmente. Pero ahora tenemos una oportunidad, con los grandes adelantos en la investigación y desarrollo, tecnologías nuevas para fabricar etanol de pasto aguja o productos de madera o yerbas. Y estamos a punto de hacerlo. Y dije la otra noche en el Discurso sobre Estado de la Nación, dentro de seis años, esta clase de combustible debe poder competir con la gasolina.

Ahora, la gente dice, está bien, pero ¿qué hay de los autos? Pues bien, tuve una experiencia interesante. Fui a Brasil y estuve con el Presidente Lula allá. No sé si ustedes saben esto, pero la gran mayoría del combustible para los autos en Brasil se hace de azúcar. Y, adivinen quién fabrica los autos que operan con azúcar. La General Motors. Así es que existe la tecnología para autos de combustible flexible. De hecho, me dicen que hay más de cuatro millones de autos de combustible flexible en operación en Estados Unidos actualmente. Y entonces, la esperanza es, y lo que se cree es, es eso, con una gran innovación con estas tecnologías celulósicas -una palabra demasiado grande para alguien que estudió historia- (risas y aplausos). No quiero intentar deletrearla. (Risas.) La industria automovilística tiene la capacidad de fabricar autos que usan esas cosas como combustible.

Ahora, la gente dice, pues bien, si usted logra tener la tecnología y tiene los autos, ¿por qué tomará hasta el 2025 disminuir. reducir significativamente la dependencia del petróleo del Oriente Medio? Pues bien, la respuesta es,

tenemos muchos autos, y toma un tiempo cambiar toda la flota. Las cosas no ocurren instantáneamente en lo que se refiere a una flota de automóviles.

Y bien, pero lo que les estoy diciendo es, lo que les estoy diciendo a los estadounidenses es, la investigación va a resultar en una innovación importante, en lo que se refiere a nuestra energía. Estoy seguro de que podremos decirles a los estadounidenses cuando esta investigación concluya que **Estados Unidos está camino a no depender del petróleo del Oriente Medio.** (Aplausos.)

Quiero hablar de otro asunto importante y he venido a 3M para resaltar este asunto. Y la verdad es, **para seguir siendo competitivos, es necesario que lideremos en investigación y desarrollo en el mundo, y liderar al mundo es tener a las personas, los científicos y los ingenieros que sean capaces de ayudar a Estados Unidos a permanecer a la vanguardia de la tecnología.** Y 3M es un lugar perfecto para venir. (Aplausos.)

Hay una razón económica por la cual necesitamos hacer esto. **La razón económica por la cual debemos permanecer a la vanguardia de la tecnología es asegurar que el nivel de vida de la gente aquí en Estados Unidos aumente.** es eso. Y **hay una correlación directa entre ser el país más innovador del mundo y el nivel de vida de nuestros ciudadanos.**

En segundo lugar, la segunda aplicación práctica es **asegurarse de que tengamos jóvenes científicos e ingenieros, es que si no tenemos a personas que tengan la capacidad de ocupar los trabajos del siglo XXI, porque estamos en un mundo global y un mundo competitivo, van a terminar en otros sitios.** Y así es que quiero hablar de un programa para garantizar que Estados Unidos siga siendo competitivo.

El primer elemento es, es que el gobierno federal continúe su función. a propósito, cuando hicimos la gira, preguntamos, ¿cómo le va? Bien. ¿Qu hace usted? Esto. ¿Dónde obtuvo usted su educación? Conocimos a ingenieros y químicos y físicos. No conocí a nadie especializado en historia. (Risas.) Conocí a personas que son sumamente capaces, inteligentes y **capaces de usar su capacidad intelectual y crear maneras de hacer productos prácticos que cambian la vida de los estadounidenses.** Y entonces, y el gobierno federal tiene una función en esto, y nuestros contribuyentes deben comprender que **un buen uso del dinero de los contribuyentes es promover la investigación y el desarrollo.** **la investigación en las ciencias físicas.**

Nuevamente, les repetiría que si podemos seguir siendo la nación más competitiva del mundo, eso beneficiará a los trabajadores aquí en Estados Unidos. La gente debe comprender, cuando hablamos de gastar el dinero de los contribuyentes en la investigación y desarrollo, hay un beneficio correlativo, en particular para los niños. Miren, **toma un tiempo que algunas de las inversiones que se están haciendo con el dinero del gobierno entren al mercado.** No sé si la gente se da cuenta de esto, pero la Internet comenzó como un proyecto del Departamento de Defensa para mejorar las comunicaciones militares. En otras palabras, estábamos tratando de determinar cómo comunicarnos mejor, se gastó dinero en la investigación, y como resultado de esta inversión sensata, surgió la Internet.

La Internet nos ha cambiado. Ha cambiado a todo el mundo. Es un ejemplo asombroso de lo que puede significar un compromiso a invertir en la investigación. El iPod. soy aficionado a la bicicleta y me gusta poner la música en mi iPod cuando monto para que, espero, me ayude a olvidarme qué tan viejo soy. (Risas.) Pero fue ideada. cuando se lanzó, fue ideada en base a muchos años de inversión por el gobierno en la investigación y el almacenamiento en microlectores o electroquímica o compresión única. compresión de señal. Ven, la investigación en la nanotecnología que el gobierno respalda va a cambiar la manera en que vive la gente.

Y por lo tanto, lo que le dije al Congreso fue, seamos sensatos con el dinero de los contribuyentes. **Permanezcamos a la vanguardia de la tecnología y el cambio, y reafirmemos nuestro compromiso a la innovación científica.** Pienso que debemos duplicar el compromiso federal a los programas más básicos y críticos de investigación en las ciencias físicas durante la próxima década.

Apenas este año proponemos \$6,000 millones para la Fundación Nacional de las Ciencias (National Science Foundation) para financiar la investigación en la física y la química y las ciencias de materiales y la nanotecnología. Proponemos \$4,000 millones para la Oficina de Ciencias del Departamento de Energía para construir la más poderosa supercomputadora civil del mundo. Proponemos \$535 millones para que el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (National Institute of Standards and Technology) del Departamento de Comercio investigue técnicas de información electrónica y computadoras adelantadas.

No propondría esto si no creyese que habrá **beneficios tangibles** para los estadounidenses. Quizá no los veamos mañana, pero sus hijos los verán. Permanecemos a la vanguardia de la tecnología por una razón. Si Estados Unidos no lleva la delantera, si tratamos de, en cierta forma, olvidar que **vivimos en un mundo competitivo**, varias generaciones de estadounidenses no podrán tener el nivel de vida que hemos podido tener.

En segundo lugar, también sé que, con mucho, la gran mayoría de la investigación y el desarrollo se realiza en el sector privado por empresas. 3M. ustedes gastan mucho dinero en la investigación y desarrollo. Así es que el **gobierno puede ayudar, pero la verdad del asunto es, dos terceras partes de todos los gastos en investigación y desarrollo en Estados Unidos provienen del sector privado.** Y así es que la pregunta fundamental es, **¿qué puede hacer el gobierno, si acaso algo, para fomentar que se siga invirtiendo ese dinero?** Si tiene sentido desarrollar tecnologías nuevas, y el sector privado proporciona la mayoría del dinero para ello, ¿hay algo que podamos hacer para incentivar este tipo de inversión?

Y la respuesta es, sí, lo hay. **Hay algo denominado el crédito tributario a la investigación y el desarrollo.** Interesantemente. obviamente, si uno piensa en créditos tributarios, dice que si usted gasta dinero en la investigación y desarrollo, es tratado generosamente, más generosamente que si no lo hiciese. Dice, siga adelante y hágalo, hay una ventaja si toma esta decisión. El problema es, ha vencido. El crédito tributario a la investigación y el desarrollo se venció en diciembre del 2005. Y así es que el Congreso está diciendo, **pues bien, ¿por qué no lo prorrogamos temporalmente por ahora? No se puede operar un negocio ni planear hacer inversiones a largo plazo si el programa de incentivos es sólo temporal.** (Aplausos.)

El Congreso debe comprender que las naciones como China e India y Japón y Corea y Canadá, todas, ofrecen incentivos fiscales que son permanentes. En otras palabras, vivimos en un mundo competitivo. Queremos ser el líder del mundo. Y, por consiguiente, en mi opinión, para que. un aspecto importante de seguir siendo el líder, en lo que se refiere a la innovación e investigación y la tecnología, es que el Congreso haga permanente el crédito tributario a la investigación y desarrollo. (Aplausos.)

La tercera parte del plan de gobierno para la competitividad es asegurar que nuestros niños aprendan **matemáticas y ciencias.** Una cosa es investigar, tener incentivos monetarios, pero si no tenemos a alguien en ese laboratorio, como aquéllos químicos que conocí, no vamos a ser muy buenos. Y así es que tengo algunas ideas para que el Congreso considere. La primera parte es poner énfasis en las matemáticas y ciencias temprano, y asegurarse de que los cursos sean lo suficientemente rigurosos como para que nuestros niños puedan competir internacionalmente.

(...) -lo primero que se debe hacer es asegurar que sus maestros tengan las destrezas necesarias para poder enseñar matemáticas y ciencias. Y pienso que la forma más práctica de hacer eso es enseñarles a los maestros cómo enseñar programas avanzados. Si uno cree en los estándares altos y si quiere que sus niños puedan competir, un sistema comprobado es el programa de cursos avanzados. Y funcionan. Y, por consiguiente, vamos a pedirle al Congreso que asigne dinero a fin de que podamos tener un programa en gran escala para capacitar a 70,000 maestros sobre cómo enseñar cursos avanzados.

Otra forma de asegurarse de que tengamos estándares altos en matemáticas y ciencias es usar la misma estrategia que usamos en la lectura, y esa es la intervención oportuna, pero aplicarla a las matemáticas en el sexto, séptimo y octavo grado. En otras palabras, tener dinero para servicios complementarios, dinero adicional, dinero para clases privadas, dinero que se pueda usar en las escuelas públicas o colegios privados o servicios de clases privadas para decir, intervengamos cuando encontremos a un niño que está rezagado en matemáticas en la escuela intermedia. No dejemos que se queden atrás. Asegurémonos de que ese mismo estándar alto que hemos logrado en el cuarto grado se aplique en todos los estudios intermedios. Entonces, está la intervención en escuela intermedia, maestros capaces de dedicar ese. enseñar bien ese currículo en las escuelas secundarias.

Lo tercero que necesitamos hacer es lo que ustedes hacen aquí en 3M -y quiero felicitar a aquéllos científicos aquí que han entrado a las aulas y han dicho, esto es bueno. No se pueden imaginar lo emocionante que es ser un físico o un matemático o un químico. Déjenme contarles sobre las aplicaciones prácticas de lo que significa ser un científico y decirles cuán divertido es este trabajo, qué emocionante es. ¿Ven? Esos niños necesitan que una persona de influencia entre a sus aulas y diga, sigan, sigan mi ejemplo. Y así es que tenemos un plan para ayudar

a 30,000 profesores adjuntos -esos son ustedes- a poder ser parte de las escuelas en todo Estados Unidos y sentar un buen ejemplo, para estimular a los niños sobre el potencial.

(...)

-Y entonces, el programa que acabo de describir es que **Estados Unidos seguirá siendo competitivo al ser sensato sobre cómo fomentar la investigación y el desarrollo**, pero sobre todo, **al asegurar que nuestros niños tengan el conjunto de aptitudes necesarias para los empleos del siglo XXI**.

Ahora, mientras tanto, hay otro asunto del que quiero hablar rápidamente. dos otros asuntos rápidos, luego los liberarán. (Risas.) Uno de ellos es, **hay más trabajos de alta tecnología en Estados Unidos actualmente que personas disponibles para ocuparlos**. Y si eso es, o sea que ¿qué hacemos al respecto? Y la razón por la que es importante y los estadounidenses deben comprender que es importante, es que si no hacemos algo con respecto a cómo llenar esos trabajos de alta tecnología aquí, se llevarán a otra parte donde alguien pueda hacerlos. En otras palabras, hay quienes dicen, no podemos preocuparnos de la competencia. No importa, existe. No se preocupen por eso, hagan algo al respecto. Es un aspecto real del mundo en el que vivimos.

Y así es que una forma de ocuparse de este problema, y probablemente la forma más eficaz, es reconocer que hay muchos químicos y físicos e ingenieros buenos en otros países que ya sea, son educados aquí o fueron educados en otra parte pero quieren trabajar aquí. Y vienen aquí con un programa designado las visas H1B. Y el problema es, es que el Congreso ha limitado el número de personas con visas H1B que pueden venir y pueden solicitar empleo, de personas con visas H1B que pueden solicitar empleo en 3M. Pienso que es un error no alentar a más personas realmente inteligentes que pueden ocupar los cargos que tenemos dificultad en ocupar aquí en Estados Unidos. limitar el número de ellas. Y así es que insto al Congreso a que sea realista y razonable, aumente ese límite.

Educaremos a nuestros niños. Esa es la meta. Por supuesto, queremos que cada trabajo que sea generado en Estados Unidos sea hecho por estadounidenses, pero esa no es la realidad actualmente. Para que 3M siga siendo competitivo, para que esta base laboral siga siendo sólida, para que seamos el líder en la innovación, es necesario que seamos sensatos al permitir venir a muchachos que cuenten con el conjunto de aptitudes necesarias para ocupar los cargos, para que nos ayuden a seguir siendo el líder del mundo.

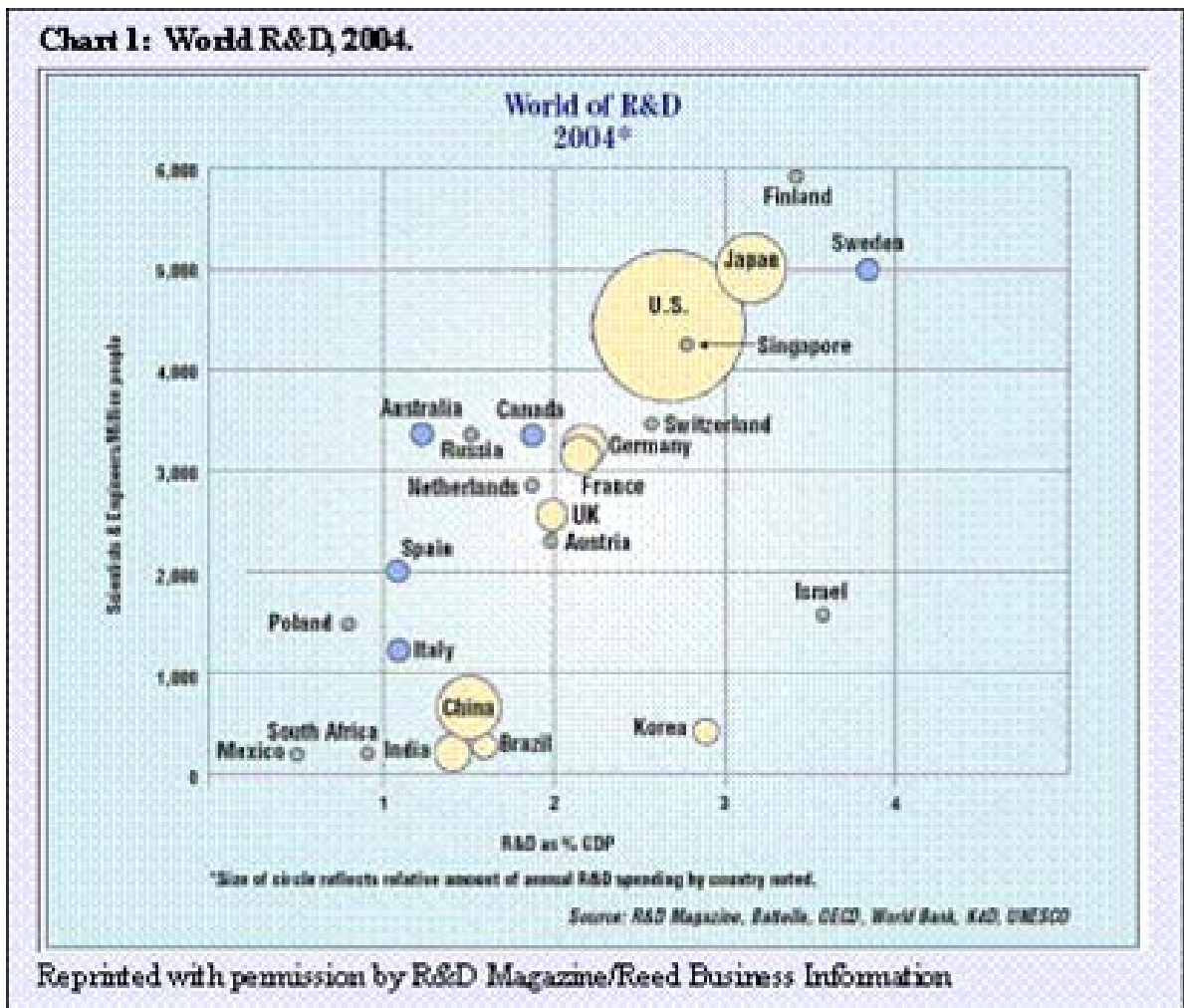
Y entonces, lo que les estoy diciendo es, es que soy una persona optimista con respecto al futuro de Estados Unidos porque creo en nuestro sistema y creo en la gente. **El papel del gobierno es asegurarse de que seamos una economía flexible. Su papel es asegurarse de que aplicamos nuestros recursos correctamente para asegurarnos de que seamos una economía innovadora**. Y ciertamente, un papel muy vital en todos los niveles del gobierno es asegurar que nuestros niños tengan los conjuntos de aptitudes necesarias para ocupar los puestos que inevitablemente surgirán en este mundo cambiante.

Creo que no debemos temer el futuro, lo debemos forjar. Estados Unidos tiene un papel vital que desempeñar como líder. Y las políticas que acabo de describir nos ayudarán a seguir siendo el líder que pienso que la mayoría de los estadounidenses quiere que seamos.

Agradezco el liderazgo de 3M. Agradezco que empleen a tantas personas. Agradezco que hagan que éste sea un buen lugar para trabajar. Me di cuenta con tan solo el orgullo en las voces de los investigadores que conocí. Gracias por **hacer éste un entorno donde la innovación es exitosa y las personas pueden aprovechar su pleno potencial humano**.

ANEXO 2

FORTALEZA DE LA IyD ESTADOUNIDENSE EN EL MUNDO



Tomado de: BUSH, George W. (2006). **American Competitiveness Initiative**. The White House, Febrero, <http://www.whitehouse.gov/stateoftheunion/2006/aci/>

ANEXO 3

“El reto personal de un investigador científico es parte integral de su vida. Esa pregunta que le hace a la naturaleza cada día para desentrañar parte de su secreto es su compañía permanente. Difícilmente puede apartarla de su

pensamiento; y si en el laboratorio ocupa todo su tiempo, no se queda allí cuando el investigador apaga la luz y cierra la puerta. Viene con él y puede surgir en cualquier momento: en el primer semáforo, a la mitad del sueño, bajo la regadera, en la fila para entrar al cine. Y a veces, ese surgir inesperado viene junto con la clave para enfrentarlo y vencerlo.

La anécdota de cómo Otto Loewi descubrió el primer neurotransmisor químico ilustra bien el punto. Según cuenta el propio profesor Loewi (Premio Nobel 1936), el diseño del experimento que mostró por primera vez la naturaleza química de la transmisión nerviosa se le ocurrió durante el sueño. La naturaleza del problema, su inquietud por desentrañarlo, estaba en su cerebro aun cuando dormía.

El atractivo de la investigación es que el reto no termina con la pregunta de hoy. La infinita complejidad de la naturaleza hace surgir de inmediato uno más, y de nuevo aparece esa lucha dispareja, cara a cara entre hombre y naturaleza, esa aventura que no termina nunca. Es ese probarse uno mismo, día con día; saber si hemos tenido claridad de pensamiento, la agudeza de nuestra observación, la creatividad para diseñar caminos y herramientas. Es lo que hace a la investigación científica una de las más fascinantes actividades de la mente humana.

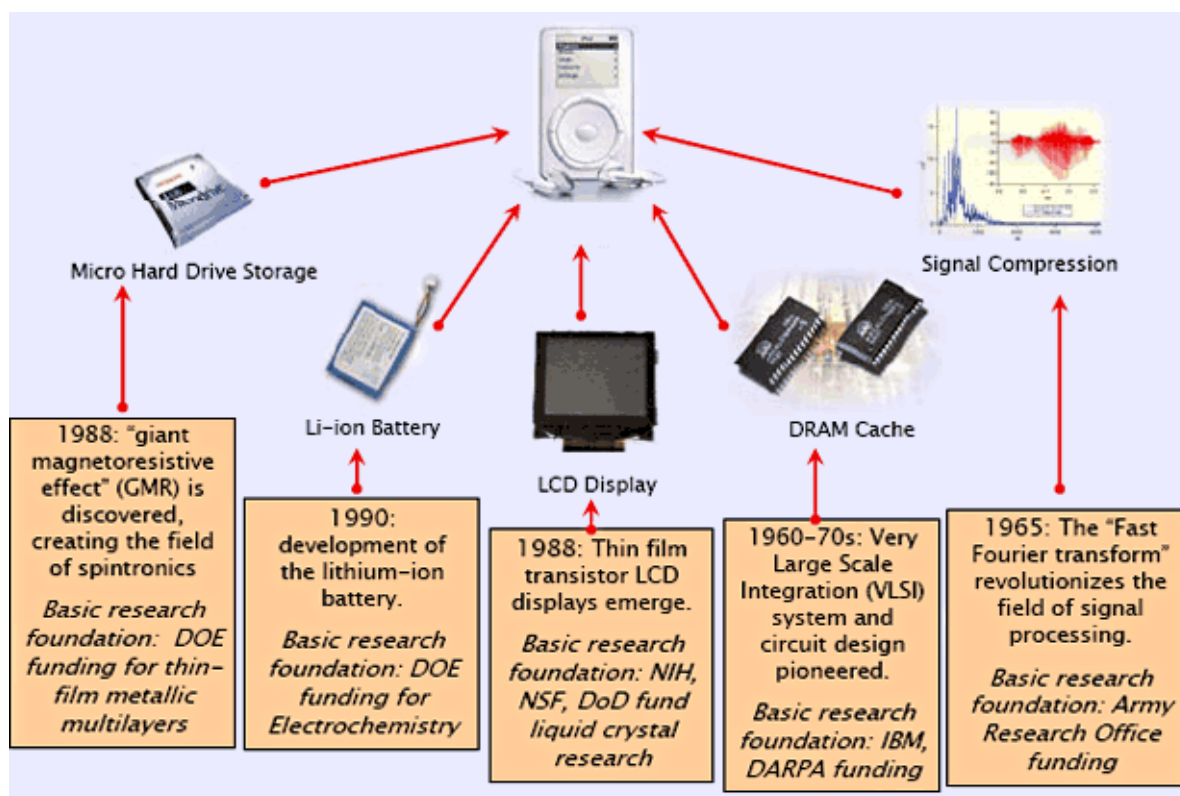
Pero no sólo es esa satisfacción personal lo que vuelve la investigación una forma de vida extraordinaria. Hay más. Está el hecho de saber que la contribución individual, por modesta que sea, formará parte del acervo universal y será utilizada para construir otra hipótesis, para diseñar un fármaco, para crear una tecnología, para generar un material con óptimas propiedades, para mejorar, en suma, la calidad de la vida humana y salvaguardar la naturaleza.”

FUENTE: PASANTES, Herminia (2006). *La Ciencia: retos de hoy y siempre*. En Gaceta UNAM, México, 27 de febrero de 2006, p. 11.

ANEXO 4

IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN BÁSICA EN LA INNOVACIÓN

(Caso de la Computadora)



Tomado de: BUSH, George W. (2006). **American Competitiveness Initiative**. The White House, Febrero, <http://www.whitehouse.gov/stateoftheunion/2006/aci/>

ANEXO 5: Resumen de prioridades de políticas específicas a cada etapa

	DISTANCIA DE LA FRONTERA TECNOLÓGICA		
	GRANDE		PEQUEÑA
	Adopción	Adaptación	Creación
Política educacional	Expansión de la educación básica	Expansión de la educación secundaria Facilitar el acceso a la educación terciaria	Calidad de la educación secundaria Expansión de la educación terciaria

			<i>Desarrollo de educación de postgrado</i>
Política de capacitación	<i>Expansión de la educación básica</i>	<i>Expansión de la educación básica y secundaria</i> Incentivos para la adopción/ adaptación de la tecnología	<i>Expansión de la educación básica y secundaria</i> <i>Incentivos de adopción/ adaptación de la tecnología</i> Financiamiento público de capacitación privada
Política comercial	<i>Apertura comercial</i>	<i>Comercio</i> IED y régimen de licencias	<i>Comercio</i> <i>IED y régimen de licencias</i>
Derechos de propiedad intelectual	Protección de patentes <i>Protección de copyright y patentes</i>	Protección de patentes, copyright y marcas comerciales	Protección de patente avanzada: tipo OCDE Protección de copyright y marcas comerciales
I&D		<i>I&D públicos— Investigación aplicada</i> Financiamiento público de I&D privados	<i>I&D públicos—Investigación básica</i> Financiamiento público de I&D: Incentivos fiscales e I&D privados
TIC	Telecomunicaciones Reforma del sector	TIC	TIC avanzada
Redes		Estimulación de vínculos entre universidades y empresas	Incentivos para aprovechar innovaciones financiadas con fondos públicos Fortalecimiento de redes

Nota: El texto en negrita indica prioridades específicas a la etapa para la política del gobierno

TOMADO DE: BANCO MUNDIAL. 2002. **Cerrando la Brecha en Educación y Tecnología.** Estudios del Banco Mundial sobre América Latina y el Caribe, Cap.7-8,. www.revistainterforum.com



BIBLIOGRAFIA.

- ABRAMOWITZ, Moses (1989). **Thinking about growth, and other essays on economic growth and welfare.** Cambridge University Press.
- AGGARWAL, Raj. (1992). *Technology transfer and economic growth.* En **The environment of technology transfer.** Pinter Publishers.
- AGMON, Tamir & VON GLINOW, Mary Ann (1991). **Technology Transfer in International Business,** Oxford University Press.
- AMABLE, Bruno y VERSPAGUEN, Bart (1993), *The Role of Technology in Market Shares Dynamics,* MERIT, documento de trabajo 93-014.
- ARCHIBUGI, Daniele (1992). **The technological specialization of advanced countries.** Kluwer Academic Publisher & The Commission of the Euro Communities.
- ARROYO, Graciela. **Metodología de las Relaciones Internacionales,** México, Oxford, 1999
- BARKE, Richard (1988). **Science, Technology, and Public Policy.** University of Houston.
- BATTINI, Pierre (1994). **Innovar para ganar.** México, Limusa.
- BIRNBAUM, Jeffrey (1994). **The Lobbyists.** Times Book.
- BORGMANN, Albert (1984). **Technology and the Character of Contemporary life.** The University of Chicago Press.
- BOTKIN, James (1988). **Los innovadores: Redescubriendo la energía creativa de norteamérica.** Mexico, Ed. Gernika.
- BRACZYK, Hans (et.al., 1998). **Regional Innovation Systems.** UCL Press.
- BRANSCOMB, Lewis M (1993). **Empowering Technology: Implementing a US Strategy.** MIT Press.
- BRANSCOMB, Lewis & KELLER, James (1998). **Investing in innovation.** MIT Press.
- BRAUDEL, Fernand (1984), *Civilización Material, Economía y Capitalismo: Siglos XV-XVIII.* Tomo 3, El tiempo del mundo. Madrid, Alianza Editorial.
- BRYANT, Keith & DETHLOFF (1983). **A History of American Business.** Englewood Cliffs, Prentice-Hall Inc.
- BRYNER, Gary (1992). **Science, Technology, and Politics.** Westview Press.
- CASAS. Rosalba & LUNA, Matilde (coord. 1997). **Gobierno, Academia y Empresas en México.** UNAM/IIS-Ed. Plaza y Valdes.
- CASAS. Rosalba (coord. 2001). **La formación de Redes de conocimiento.** UNAM/IIS-Anthropos Editorial.
- CASTELLS, Manuel (1997). **La Era de la Información. Economía, Sociedad y Cultura.** Alianza Editorial, Vol.3.
- CECEÑA, Ana Esther. **La internacionalización del capital y sus fronteras tecnológicas.** Ediciones El Caballito//IIE-UNAM.
- CERVANTES, Mario (2004). *Scientists and engineers. Crisis, what crisis?* En OECD Observer, www.oecdobserver.org
- CHAVERO, Adrián (et.al., 1997). **La tercera revolución industrial en México.** UNAM/IIEc.
- CLINTON, William & GORE, Albert (1993). "Technology for America's Economic Growth, A New Direction to Build Economic Strength." Febrero.
- COHEN, Bernard. (1989). **Revolución en la ciencia.** Barcelona, Edit. Gedisa.
- COHEN, Linda & NOLL, Roger (1994). "Privatizing Public Research: The New Competitiveness Strategy," Preparado para el *Center for Economic Policy Research*, Junio.
- CORONA, Leonel (2002). **Teorías Económicas de la Innovación Tecnológica.** México, IPN-CIECAS-UNAM.

- COX, Robert (1987). *Production, Power and World Order: Social Forces in the Making of History*. New York: Columbia University Press.
- CRAWFORD, Richard (1991). **In the era of human capital**. Harper Business.
- CSIS (2003). **Spectrum Management for the 21st Century**. Washington D.C., Reporte del Center for Strategic and International Studies, Octubre.
- DABAT, Alejandro (et.al, 2004). **Globalización y cambio tecnológico**. Universidad de Guadalajara/JP Editor.
- DAVID, Paul A. & ABRAMOWITZ, Moses (1994). "Convergence and Deferred Catch-up Productivity Leadership and the Waning of American Exceptionalism". Draft preparado para publicación como Capítulo 1 en Growth and Development: The Economics of the 21st Century, editado por Ralph Landau, Timothy Taylor, y Gavin Wright, Stanford CA: Stanford University Press, 1995.
- DEIACO, Enrico & HÖRNELL, Erik (1990). **Technology and investment: crucial issues for the 1990s**. London, Printer Publishers.
- DE LA FUENTE, Juan Ramón, "Sin una Política Científica más vigorosa y comprometida no competiremos internacionalmente: De La Fuente", en Boletín UNAM-DGCS-706, 21 de septiembre de 2006. http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2006_706.html
- DE LA MOTHE, John & DUCHARME, Louis Marc (1990). **Science, Technology and Free Trade**. London & New York, Pinter Publishers.
- DE PUELLES, Manuel & TORREBLANCA, José (1999). *Educación, Desarrollo y Equidad Social*, en Revista Iberoamericana de Educación, Madrid, OEI/Biblioteca digital: www.oei.com
- DERIAN, Jean Claude (1990). **America's Struggle for Leadership in Technology**. MIT Press.
- DERTOUZOS, Michael, LESTER, Richard & SOLOW, Robert (1989). **Made in America**. MIT Press.
- DICKSON, David (1988). **The New Politics of Science**. The University of Chicago Press.
- DOMÍNGUEZ, Lilia & WARMAN, José (1998). **Tecnología y competitividad en un nuevo entorno**. Universidad Nacional Autónoma de México.
- DOSI, Giovanni, ZYSMUN, John & D'ANDREA, Laura (1990). "Technology, Trade Policy and Shumpeterian Efficiencies", en De La Mothe & Ducharme; **Science, Technology and Free Trade**, Pinter Publishers, 19-38.
- DUIGNAN, Peter & GANN, L.H. (1992). **The Rebirth of the West**. Backwel Publishers, p. 617
- DURÁN, Rafael (1996). **The Federal Dynamics within the U.S. Innovation System**. Tesis de Maestría. Universidad de las Américas-Puebla.
- ECKES, Alfred (1992). "Trading American Interests", en Foreign Affairs, Otoño.
- Economic Report of the President: Transmitted to the Congress February 1994, Washington: U.S. Government Printing Office, Capítulos 1 y 5.
- ESTAY, Jaime & GIRON, Alicia (comp). **La globalización de la economía mundial**. UNAM/Miguel Ángel Porrua.
- ETZKOWITZ, Henry (1989). *Entrepreneurial Science In the Academy: A Case of the Transformation od Norms*. State University of New York, Social Problems, Vol.36, No. 1, Febrero.
- ETZKOWITZ, Henry (1997). *Industrial policy: The very idea! From the unintended consequences of military R&D toward a 'frauenhofer' system of cooperative research in the United States, 1940-1995*. En *Research in Social Problems and Public Policy*, Volúmen 6.
- EVERETT, Rogers & VALENTE, Thomas (1992). *Technology Transfer in High-Technology Industries*. En **The environment of technology transfer**. Pinter Publishers.
- EWEN, Stuart (1977). **Captains of Conscience. Advertising and the Social Roots of the Consumer Culture**. New York, McGraw-Hill Paperbacks. 1977
- FEENBERG, Andrew (et.al. 1995). **Technology and the politics of knowledge**. Indiana University Press.
- FLORES, Juan José (2003). **Integración económica en el TLCAN y participación estatal en el sistema de innovación tecnológica en granos y oleaginosas en México**. UNAM-IIES-PyV Editores.

- FREEMAN, Christopher (1997). *The 'national system of innovation' in historical perspective*. En Archibugi, D. & Michie, J. (Eds.) **Technology, globalisation and economic performance**. Cambridge University Press, pp 24-82.
- FREEMAN, Christopher & SOETE, Luc (1994). **Work for all or Mass Unemployment**. London, Pinter Publishers.
- FREEMAN, Richard (2005). *Does Globalization of the Scientific/Engineering Workforce Threaten U.S. Economic Leadership?* NBER Working Paper, no. 11457, Julio. www.nber.org/papers/w11457
- GALINDO, Jesús (Coord., 1998). **Técnicas de Investigación en sociedad, cultura y comunicación**. México, Addison Wesley Longman.
- GELLMAN, Aaron (1986). "U.S. National Policies for High Technology Industries: Some Lessons Learned", en Rushing & Carole Ganz Brown **In National Policies for Developing High Technology Industries**. Westview Special Studies in Science, Technology, and Public Policy, 227-235.
- GEORGHIOU, Luke (1994) **Evaluating US and Japanese Technology and Cooperation with the EC**. PREST-University of Manchester.
- GLICKMAN, Norman y WOODWARD, Douglas P., (1994) **Los nuevos competidores**, edit. Gedisa, Barcelona.
- Global Joint Task Force (2000). **Higher Education in Developing Countries Peril and Promise**, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- GOLDENBERY, Steven & STRAIN, Charles (1987). **Technological change and the transformation of America**. Southern Illinois University.
- GÓMEZ DE TUDDO, Claudia (1992). **El aporte de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo Económico**, Tesis profesional en Economía, México, ITAM.
- GONZÁLEZ, Consuelo (1995). **Estrategias regionales para el desarrollo científico y tecnológico**. Tesis del doctorado en Economía, UNAM.
- GRAMSCI, Antonio (1984). **Notas sobre Maquiavelo**. México, Ed. Nuevo Sol.
- GREENBERG, Daniel F (1991). "Science and Technology", en David Hornbeck & Salamon Lester, **Human Capital and America's Future**. The Johns Hopkins University Press, Cap. VIII.
- GRILICHES, Zvi (1994). "Productivity, R&D and the Data Constraint", *American Economic Review*, (Marzo): 1-23.
- HACKER, Barton C (1993). "Engineering a New Order", en *Technology and Culture*, 33, 1-27.
- HILL, Christopher T (1990). "National Technology Strategies", en De La Mothe & Ducharme;. **Science, Technology and Free Trade**, Pinter Publishers,
- HISKES, Anne (1986). **Science, Technology, and policy decisions**. Westview Press.
- INMAN, B.R. & BURTON, Daniel (1991). "Technology and U.S. National Security", en Allison-Treverton, **Rethinking America's Security**, Pinter Publishers.
- JOHNSON, Björn y LUNDVALL, Bengt-Ake. (1994). *Sistemas Nacionales de Innovación y Aprendizaje Institucional*. En Comercio Exterior, Vol. 44, no. 8, Agosto. México.
- JUSTMAN, Moshe & TEUBAL, Morris (1987). "Innovation Policy in an Open Economy". En Morris Teubal; **Innovation Performance, Learning and Government Policy**. The University of Wisconsin Press.
- KAMMER, Raymond (1998). *IRI Symposium on Changing Paradigms in Science and Technology Policy*. Washington, D.C., Marzo.
- KELLER, William (1992). "Institutional Structures and Technology Policy in Congress: Toward an Applied Policy Science" . En BRYNER, Gary. **Science, Technology, and Politics**. Westview Press.
- KLINE, Stephen & ROSENBERG, Nathan (1986). "An overview on innovation", en Landau R. and Rosenberg N. (Ed), **The Positive Sum Strategy**, National Academy Press, Washington D.C.
- KOZMETSKY, George (1991). "The Challenge of Technology Innovation: The New Globally Competitive Era", en **Technology Companies and Global Markets**. R&L Publishers, Inc.

- KUEHN, Thomas & PORTER, Alan L (1981). **Science, Technology, and National Policy**. Cornell University Press.
- LANDER, Edgardo (1994). **La ciencia y tecnología como asuntos políticos**. Caracas, Ed. Nueva Sociedad.
- LEWIS, James (2004). **Globalization and National Security**. Washington DC, Center for Strategic and International Studies, CSIS-Report, Diciembre.
- MARTÍNEZ, Eduardo (et.al. 1994). **Ciencia, Tecnología y Desarrollo: Interrelaciones Teóricas y Metodológicas**. Santiago, ONU, UNESCO, CEPAL-ILPES, CYTED, Editorial Nueva Sociedad.
- MEINHOLD, Richard J (1992). **Beyond the Sound of Cannon**. North Carolina, Mc Farland & Co., Publishers.
- MELMAN, Seymour (1984). "The End of War", en FERGUSON, R.Brian, **Warfare, Culture and Environment**, Academic Press Inc., 387-393.
- MILLER, Hugh & PIEKARZ Rolf (1992) et.al. **Technology, International Economics, and Public Policy**. AAAS Selected Symposium, Westview Press Inc., Washington D.C.
- MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1989). **Technology. and the Pursuit of Economic growth**. Cambridge University Press.
- MOWERY, David & ROSENBERG, Nathan (1993). "The U.S. National Innovation System". en NELSON, Richard & ROSENBERG, Nathan. **National Innovation Systems. A comparative analysis**. Oxford University Press
- NELSON, Richard (1987). **Understanding Technical Change as an Evolutionary Process**. Elsevier Science Publishers.
- NELSON, Richard & ROMER, Paul (1996). *Science, Economic Growth, and Public Policy*. En Smith, Bruce & Barfield, Claude (Eds.) **Technology, R&D and the economy** Virginia, The Booking Institution and American Enterprise, Institute for public policy research, pp 49-74.
- NELSON, Richard & ROSENBERG, Nathan (1993). **National Innovation Systems. A comparative analysis**. Oxford University Press.
- NELSON, Richard R & WRIGHT, Gavin (1992). "The Rise and Fall of American Technological Leadership: The Postwar Era in Historical Perspective", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXX, Stanford.
- NOBLE, David (1982). **America by Design - Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalism**, Alfred A. Knopf, New York.
- NORTH, Douglass (1990). **Institutional Change and Economic Performance** Cambridge University Press.
- OECD (2004). **OECD Science, Technology and Industry: Outlook 2004**. París, www.oecd.org
- OECD (2005). **OECD Science, Technology and Industry: Scoreboard 2005**. París, www.oecd.org
- OECD (2004). **Science and Innovation Policy: Key Challenges and Opportunities**. Policy Brief. www.oecd.org
- OECD (1991). **Technology and Productivity: the challenge for economic policy**, Paris, Organization for Economic Co-operation and Development.
- ORNELAS, Raúl (1995) *La inversión en desarrollo tecnológico como elemento de liderazgo económico internacional. Algunas tendencias de la interacción estados-empresas*. En CECEÑA, Ana Esther. **La internacionalización del capital y sus fronteras tecnológicas**. Ediciones El Caballito/IIE-UNAM.
- PASANTES, Herminia (2006). *La Ciencia: retos de hoy y siempre*. En Gaceta UNAM, México, 27 de febrero de 2006, p. 11.
- PETERSON, Willis (1982). **Principios de Economía**, México, Ed. Gedisa.
- PORTER, Alan L et.al. (1991). **Forecasting and Management of Technology**. Wiley Series in Engineering & Technology Management, New York, John Wiley & Sons Inc.
- PORTER, Michael (1990). "¿Por qué triunfan las naciones?". En *Revista Ciencia Política*. Trimestral para América Latina y España. 2do. Trimestre, pp 90-99
- "President Clinton's New Beginning". Texto original Febrero, 1992, Arkansas, Donald I Fine, Inc. New York.
- PURSELL, Carol (1990). **Technology in America: a history of individualist and ideas**. MIT Press.

- ROSENBERG, Nathan (1982). **Inside the black box: Technology and economics**. Cambridge University Press.
- ROSENBERG, Nathan & BIRDZELL, L.E. (1986). **How the West Grew Rich**. New York, Basic Books.
- ROSENBERG, Nathan & NELSON, Richard R (1994). "American Universities and Technical Advance in Industry". *Research Policy*, Vol 23, Núm 3, pp 323-349.
- ROSENBLOOM, Richard S (1965). **Technology transfer-process and policy**, Washington, D.C., National Planning Association. Special Report No. 62.
- SALOMÓN, Jean-Jacques (2001). El nuevo escenario de las políticas de la ciencia, en Ronald Watts (et.al), **La ciencia y sus culturas**. UNESCO, *Revista internacional de ciencias sociales*, No.168, junio; www.campus-oei.org
- SALOMON, Jean-Jaques y otros. (1996). **Una búsqueda incierta: ciencia, tecnología y desarrollo**. Edit. Universidad de las Naciones Unidas, CIDE, FCE.
- SAXENIAN, Annalee (2000). **Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128**. Harvard University Press.
- SCHUMPETER, Joseph (1942). **Capitalism, Socialism and Democracy**. Harper Row Publishers, New York.
- SLAUGHTER, Sheila (1990). **The Higher Learning & High Technology**. State University of New York Press, Albany.
- SMITH, Bruce (1990). **American Science Policy since World War II**. The Brookings Institution Washington DC
- SOLLEIRO, José Luis (1996). "Propiedad intelectual: ¿promotor de la innovación o barrera de entrada? En Solleiro, J.L. (et.al.). **Posibilidades para el desarrollo tecnológico del campo mexicano**. UNAM/IIE, Editorial Cambio XXI.
- SOSA, Samuel (1986). *E.U. La revolución científica y técnica y la economía de guerra*, en *Relaciones Internacionales*, Mexico, UNAM, FCPyS, Num. 36, 21-29.
- STARK, Eugene (1991). "U.S. Government Laboratories: Institutional Invention and Individual Initiative", en **Technology Companies and Global Markets**. R&L Publishers, Inc.
- STRANGE, Susan (1994). **States and Markets**. Pinter Publishers.
- TALALAY, Michael (et.al., 1997). **Technology, Culture and Competitiveness**. London & New York, Routledge.
- TASH, William & SACKS, Stephen (2004). **The Payoff. Evaluating Research Centers, Laboratories, and Consortia for Success**. SciPolicy Publications. <http://scipolicy.net>
- TEICH, Albert (1993). **Technology and the Future**. New York, St. Martin's Press.
- TEICH, Albert & PACE, Jill H (1986). **Science and Technology in the USA**. Oxford, Longman.
- THUROW, Lester (1993). **La Guerra del siglo XXI**, Buenos Aires, Javier Vergara Editorial.
- THUROW, Lester (1996). **The Future of Capitalism**. New York, William Morrow & Co. Inc.
- TIDD, Joe, BESSANT, John & PAVITT, Keith (1997). **Managing Innovation**. John Wiley & Sons Press.
- TRITTEN, James & STOCKTON, Paul N (1992). **Reconstituting America's Defense**, New York, Praeger Publishers.
- UNDP (2001). **Human Development Report 2001, Making new technologies work for human development**, New York, Oxford University Press.
- UNESCO (1994) "Cultura y Desarrollo", Carpeta de información sobre el tema.
- VÁZQUEZ, Antonio (1999). **Desarrollo, redes e innovación**. Madrid, Ediciones Piramide.
- VERGARA, Josep (1989). **Ensayos economicos sobre innovacion tecnologica**. Madrid, Alianza Editorial.
- VERSPAGEN, Bart (1993). "R&D and Productivity". Paper presentado en la conferencia anual de la *European Economic Association* de Helsinki, Agosto 27-29, MERIT.
- WATERMAN, Robert (1994). **What America does right**. New York, W.W. Norton and Company.

ARCHIVOS ELECTRÓNICOS.

- AAAS (2005). **AAAS Report XXX: Research & Development FY2006**. Washington D.C., R&D Budget and Policy Program, abril, www.aaas.org/spp/rd/fy06.htm
- AAAS (2006). **2007 Budget Proposes Gains in Defense, Space and Some Physical Sciences R&D**. Washington D.C., *R&D Funding*, Marzo, www.aaas.org/spp/rd/prev07p.htm
- AAAS. *Congressional Action on R&D in the FY 2004 Budget*, en www.aaas.org, 2004.
- AAAS (2004). **Defense and Homeland Security R&D Hit New Highs in 2005; Growth Slows for Other Agencies**. Washington D.C., R&D Funding Update Nov. 29, www.aaas.org/spp/rd/upd1104.htm
- AAAS (2005). **R&D Budget and Policy Program**, Washington D.C., AAAS R&D Program, 8 de febrero, www.aaas.org/spp/rd
- "About the Advanced Technology Program". Gopher-subject: ATP-electronic file, julio 1994.
- Assessment of U.S. Competitiveness, *U.S. Competitiveness: a ten-year Strategic Assessment*, en INTERNET: [www.http://nii.nist.gov/pubs/assess/exsum.html](http://nii.nist.gov/pubs/assess/exsum.html), 1997.
- Banco Mundial, www.worldbank.org
- BANCO MUNDIAL. 2002. **Cerrando la Brecha en Educación y Tecnología**. Estudios del Banco Mundial sobre América Latina y el Caribe. www.revistainterforum.com
- BAUM, Michael. "NIST ATP requests comments on rule changes for immediate release". Gopher-subject:TN-5940, agosto, 1993.
- BELLO, Mark. "Aspiring Technology Firms get a Technical Assist from NIST". Gopher-subject: NIST News Feature NIST 94-9, Febrero, 1994.
- BELLO, Mark & BAUM, Michael. "Setting priorities and measuring results at the NIST". Gopher-subject: Abril, 1995.
- BORRUS, Michael & STOWSKY, Jay (1997). **Technology Policy and Economic Growth: Why it is Vital to US Interests to Expand Support for ATP and MEP**. University of California, Berkeley, Abril, http://www.house.gov/science/borrus_4-10.html
- BUSH, George W. (2006). **American Competitiveness Initiative**. The White House, Febrero, <http://www.whitehouse.gov/stateoftheunion/2006/aci/>
- BUSH, George W. (2004). **Bush Administration Science & Technology Accomplishments**. Washington D.C., Executive Office of the President of the United States, abril, www.ostp.gov
- Committee on Science (2004). Additional Democratic Views and Estimates on the FY2005 Budget for Civilian Science and Technology Programs. Democratic Caucus, 108th Congress. www.house.gov/science_democrats/archive/views05.htm
- Council on Competitiveness (2004). **National Innovation Initiative Report; INNOVATEAMERICA** www.compete.org
- "FY 96 Budget Highlights-Office of Technology Policy". Gopher-subject: US/OTP Budget Highlights, Febrero, 1995.
- INTERNET: <http://www.nap.edu/nap/online/grad/chapter2.htm1>
- "In the National Interest: The Federal Government and Research-Intensive Universities". Gopher-subject: NSF 92-223, Report to the Federal Coordinating Council for Science, Engineering, and Technology, Febrero, 1993.
- "Investing in Science and Technology". Gopher-subject: electronic file, Abril, 1995.
- KNEZO, Genevieve (2002). **Federal Research and Development: Budgeting and Priority-Setting Issues, 107th Congress**, Washington, *The Library of Congress*, www.cnie.org
- KOIZUMI, Kei (2006). **The Federal Investment in R&D for 2007 and Beyond**. AAAS R&D Budget and Policy Program, abril, <http://www.aaas.org/spp/rd/prncura406.pdf>
- MEEKS, Ronald (2002). **Changing composition of federal funding for research and development and R&D plant since 1990**, en Info Brief, NSF/SRS, abril. www.nsf.gov/sbe/srs/infbrief/nsf02315/infbrief.htm

- MEEKS, Ronald (2001). **FY2001 Department of Defense share of Federal R&D funding falls to lowest level in 22 years**, en Info Brief, NSF/SRS, febrero. www.nsf.gov/sbe/srs/databrf/nsf01319.htm
- NEWMAN, Michael. "ATP announces new focus areas, seeks proposals for 1995 general competition". Gopher-subject: NIST 94-43, Diciembre, 1994.
- NEWSWEEK (2005). "Engineering Schools and Engineering Careers". Agosto, www.newsweekshowcase.com
- NIST: http://www.nii.nist.gov/pubs/coc_rd/apdx_air.htm1
- NSF: <http://www.nsf.gov/search97cgi/vtopic>
- PRATS, Joan (2001). *La construcción histórica de la idea de desarrollo*, en Colección de Papers, Instituto Internacional de Gobernabilidad, No.34. www.iigov.org
- "President Clinton's Defense Transition Program: FY 1995 Budget Request and five-year Funding Plan". Gopher-subject: Abril 1995.
- PRESS, Frank (1999). "Research Universities and the New Era". North Carolina State University. www.theadvisorygroup.com/PDF2/publications/research_era.pdf
- "Questions and Answers on the NIST ATP Focused Program Areas". Gopher-subject: Abril 1994.
- "Statement on a proposed FY 1995 rescission to the Advanced Technology Program". Gopher-subject: electronic file, Febrero, 1995.
- The Defense Technical Information Gopher, "Federal Laboratory Consortium (Federal Agency R&D Labs)". Gopher-subject Abril 1995.
- Wall Street Journal (2006) "Market is hot for High-Skilled in Silicon Valley". Reporte, en www.athenaalliance.org/weblog/archives/2006/02