

Ciencia y política en América Latina

Amílcar O. Herrera

COLECCIÓN
PLACTED



PLACTED

Programa de Estudios
Nacionales de Posgrado en Ciencias, Tecnología y Desarrollo



Ministerio de
Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva
Presidencia de la Nación



EDICIONES
BIBLIOTECA
NACIONAL

Herrera, Amílcar

Ciencia y política en América Latina. - 1a ed. - Buenos Aires :
Biblioteca Nacional, 2015.

224 p. ; 22x14 cm.

ISBN 978-987-1741-47-2

1. Políticas Públicas. I. Título.

CDD 320.6

Biblioteca Nacional

Dirección: Horacio González

Subdirección: Elsa Barber

Dirección de Administración: Roberto Arno

Dirección de Cultura: Ezequiel Grimson

Dirección Técnica Bibliotecológica: Elsa Rapetti

Dirección Museo del Libro y de la Lengua: María Pia López

Coordinación Área de Publicaciones: Sebastián Scolnik

Área de Publicaciones: Yasmín Fardjome, María Rita Fernández,
Pablo Fernández, Ignacio Gago, Griselda Ibarra, Gabriela Mocca,
Horacio Nieva, Juana Orquin, Alejandro Truant

Diseño de tapa y armado de interiores: Carlos Fernández

ISBN 978-987-1741-47-2

COLECCIÓN *PLACTED* - Ediciones Biblioteca Nacional

IMPRESO EN ARGENTINA - *PRINTED IN ARGENTINA*

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

**Ministerio de Ciencia,
Tecnología e Innovación Productiva**

**Ministro de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva**

Dr. Lino Barañao

**Secretaria de Planeamiento y Políticas en Ciencia,
Tecnología e Innovación Productiva**

Dra. Ruth Ladenheim

Subsecretario de Estudios y Prospectiva

Lic. Jorge Robbio

**Programa de Estudios sobre el
Pensamiento Latinoamericano en Ciencia,
Tecnología y Desarrollo (PLACTED)**

Coordinadora: Mg. Erica Carrizo
Asesor científico: Dr. Diego Hurtado

*Agradecemos a la familia de Amílcar Herrera
por aportar su obra en procura del
surgimiento de una ciencia integrada al
dilema del pensamiento nacional.*

ÍNDICE

<i>Prólogo</i>	11
por Ruth Ladenheim	
<i>Plenitud y atraso</i>	15
por Horacio González	
<i>Agradecimientos</i>	19
<i>Estudio introductorio</i>	21
por Hugo Scolnik	
<i>Prefacio</i>	29
por Alejandra Herrera	

Ciencia y política en América Latina

<i>Prólogo</i>	37
<i>Introducción</i>	39
I. El atraso científico y tecnológico	51
El diagnóstico. La actitud de la sociedad latinoamericana frente a la ciencia	
II. El desarrollo científico y las condiciones socioeconómicas de América Latina	73
Las causas del atraso científico. La superación del atraso científico	

III. La definición de una política científica	93
para América Latina	
IV. La metodología y los instrumentos	113
de la política científica	
La autonomía científica. La ciencia latinoamericana y el sistema científico mundial. Los organismos de planificación y conducción de la ciencia. La determinación e implantación de los objetivos de la política científica. La predicción tecnológica	
V. El contenido de la política científica	147
La investigación tecnológica en la industria: los factores de retraso. La investigación tecnología en la industria y el tamaño de las empresas. La transferencia tecnológica. El papel del Estado en la investigación industrial. La investigación fundamental	
VI. El costo de la ciencia	177
El costo mínimo de la ciencia. El costo de la ciencia y las posibilidades nacionales. Los factores que condicionan el crecimiento de los sistemas científicos de la región	
VII. La ciencia en la integración de América Latina. . . .	203
La capacidad científica de América Latina. Los prerrequisitos de la integración científica. Las formas de cooperación científica. El modelo europeo de cooperación científica. Los mecanismos institucionales de cooperación científica. Conclusión	
<i>Índice de cuadros</i>	221

Prólogo

Dra. Ruth Ladenheim

Amílcar Herrera, geólogo y pensador comprometido con la región y su tiempo, es una figura emblemática de la corriente de pensamiento argentino y latinoamericano sobre Ciencia y Tecnología que supo descifrar las encrucijadas de su época y avizorar futuros escenarios.

Autores como Herrera, Jorge Sabato y Oscar Varsavsky, entre otros, proyectaron estrategias de cambio para promover el desarrollo autónomo local y regional que se ofrecen como contrapunto para analizar los desafíos actuales. Este movimiento fue pionero en el abordaje de problemáticas locales concretas y postuló la importancia de situar a la ciencia y a la tecnología en las coordenadas históricas y políticas que las definen, cuestionando las concepciones sobre la neutralidad y universalidad de la ciencia. Sobre esta plataforma aquellos pensadores comenzaron a establecer los términos de un debate epistemológico y político imprescindible para pensar el desarrollo en América Latina, conjugando aportes procedentes de diversos ámbitos disciplinares y delineando los primeros trazos de un pensamiento científico nacional y regional.

En *Ciencia y política en América Latina*, referencia necesaria e ineludible para abordar las brechas que separan nuestra región de los países centrales, su autor esboza los lineamientos de una política que aspire a subsanarlas y ofrece un diagnóstico minucioso sobre las dimensiones que deben atravesar el sector científico y tecnológico en su etapa de gestación. Hoy podemos asegurar que sus conceptos han trascendido ampliamente al ámbito académico y las cuestiones temporales para perfilarse en nuestro actual modo de concebir la prospectiva tecnológica y el planeamiento de las políticas científicas.

Para Herrera, una mirada integral que abarque las condiciones económicas, políticas y sociales es la condición de posibilidad para elaborar las estrategias conducentes a la creación de una capacidad

científica y tecnológica autónoma que permita suplantar el mero trasplante de los desarrollos de países más avanzados. Sobre tal escenario se proyecta una de sus aseveraciones más contundentes: “una política científica efectiva no es la generadora de un esfuerzo consciente y profundo de desarrollo, sino una de sus consecuencias”. Junto a los rasgos epocales, resulta destacable aquel enfoque sistémico que concibe a la ciencia y a la tecnología en un vínculo dialéctico con su contexto y con los objetivos nacionales consensuados, a partir de los cuales habrán de generarse las demandas concretas sobre las instituciones académicas, gubernamentales y el sector productivo.

Herrera despliega una concepción sobre las políticas en ciencia y tecnología que conjuga la generación del conocimiento con la solución de las necesidades de la sociedad y el crecimiento del sector productivo. En la distinción que establece, podemos ver reflejados dos de los ejes fundamentales de nuestro Plan Argentina Innovadora 2020. Por un lado, refiere a una política *para la ciencia*, que consiste en aquellas medidas que proporcionan los medios para el desarrollo de la investigación científica. Vemos allí enmarcadas las políticas de fortalecimiento y jerarquización de la base científico-tecnológica, tanto a través de la gran incorporación de recursos humanos como en el incremento de infraestructura y equipamiento. Por otra parte, describe la política *de la ciencia*, aludiendo a los lineamientos que promueven la orientación de la ciencia no sólo al progreso general del conocimiento, sino también al bienestar y a las necesidades de la población. La aplicación de la ciencia para la resolución de problemas relevantes para la sociedad es uno de los grandes desafíos que hemos emprendido desde que el Estado volvió a posicionarse como articulador del desarrollo inclusivo y a partir de la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. En este sentido, la focalización de las políticas aspira a promover una dinámica de interacción entre las instituciones de generación de conocimientos y los potenciales beneficiarios de los avances científicos y tecnológicos, abordando las diferentes realidades regionales del país.

La reedición de esta obra forma parte de una iniciativa conjunta del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y la Biblioteca Nacional, que en el marco del Programa de Estudios sobre el Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo (PLACTED), se orienta a la recuperación y divulgación del legado de estos autores centrales para Argentina y la región. Junto a las obras ya publicadas y a las que planeamos impulsar, esta iniciativa responde a nuestro propósito de promover el pensamiento crítico en diversos espacios y sectores. El objetivo final no es otro que fomentar el diálogo en torno a la necesidad de consolidar un proyecto nacional que contemple a la ciencia y la tecnología como aspectos clave para el desarrollo social y productivo de nuestro país.

Dra. Ruth Ladenheim
*Secretaria de Planeamiento y Políticas en
Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.*

Plenitud y atraso

Horacio González

Amílcar Herrera fue uno de los grandes pensadores de la ciencia argentina, en el sentido de que sus vastos conocimientos sobre la ciencia y su profesión los hacía pasar por el fino tamiz de un análisis histórico. Todo el trasfondo de su pensamiento crítico se refiere al atraso histórico de nuestros países, no vistos como presos de una particular indolencia o de la insuficiencia de recursos intelectuales, sino como complementos subdesarrollados de un marco de desarrollo centralizado que al mismo tiempo que producía su potencialidad científica y social, causaba como connatural y necesaria la complementaria inferioridad científica en la periferia, que reclamaban sus propios avances para ejercerse.

Por eso, podemos considerar este libro —claro y de fuertes proposiciones dichas con sereno espíritu reflexivo— como un libro de ética escrito por un científico especializado en geología. La ciencia no surge de un continuo de acumulación lógica de descubrimientos aislados de la politicidad colectiva. La ciencia es un mundo de decisiones humanas que, en cuanto exceden las necesidades primarias de la sobrevivencia, deben considerarse a la luz de finalidades que no están dadas de antemano ni pertenecen a un cuadro rígido de despliegues que serían etapas secuenciales de una visión monolítica de la historia. Por el contrario, la ciencia en su cuerpo de apreciaciones éticas, se enfrenta con el problema de que en sí misma no puede ser causa del desarrollo social, pero no hay desarrollo social si este no consigue expandirse hacia un cuerpo local y al mismo tiempo universalizado de científicos, que junto al horizonte específico de sus conocimientos, coloquen su papel social como intérpretes de momentos específicos de la historia humana. Dicho de manera más situada, Herrera, influido por los climas tercermundistas de la época, piensa que los adelantos científicos

que deben ser patrimonio de la humanidad se desarrollan muchas veces gracias a sistemas de producción que surgen de sociedades pletóricas, cuya riqueza es la explicación de la pobreza de aquellas otras que le son imprescindibles en su dinámica de reproducción del capital científico. Una sociedad evolucionada, para Herrera, no es el modelo de las subdesarrolladas que simplemente estarían demoradas en el tiempo para imitar lo que las otras hicieron. Sino que ese aplazamiento es funcional al señorío científico de las sociedades de abundancia.

De ahí que el científico debe ser constituido por un dilema ético que en nada desmerece el universalismo de su ciencia. Debe preguntarse sobre las razones por las cuales, en un marco complementario, en nuestros países menos avanzados se precisa a veces que un grupo científico dé la voz autorizada para el despegue del conocimiento, y a veces, que un estadio del pensamiento institucional político proponga a su vez un ámbito de desarrollo histórico para que los científicos desarrollen su tarea. Esta circularidad conceptual es sostenida por Herrera como uno de los dilemas de la praxis científica en nuestros países, que al darse en conjunto con la pregunta sobre su autonomía política y sus procesos de democratización, hacen de la ciencia un saber sin límites y a la vez con sus fines autoatribuidos, en cada sociedad concreta en que le toca actuar. La eticidad de este planteo se completa con la idea de que no es lo mismo un desarrollo científico en los países hegemónicos que en los países atrasados, puesto que una de las raíces de ese atraso es justamente el impulso mimético que los lleva a replicar el modo científico central. No se trata de no importar tecnologías, sino de que su despliegue ocurra en medios históricos que posean la autoconciencia de las finalidades científicas, adecuadas a un proyecto de comprensión de las raíces profundas que, en un mismo avatar del mundo moderno, llevaron a algunas naciones a la expansión científico-técnica, y a otras a ver injustamente deprimidas sus potencialidades dirigidas hacia el saber transformador de la vida, en correlación incansable con la respetuosa autonomía de los condicionamientos del medioambiente. Escrito en 1970, este

libro promueve un peculiar optimismo político que muchos hechos posteriores oscurecerían, pero anticipa en gran medida problemas de nuestra hora. Esta teoría escrita entre nosotros, a la vez una ciencia y una ética, nos ayuda a comprender la historicidad del saber al mismo tiempo que nos asombra con sus respaldos de lucidez política.

Dr. Horacio González
Director de la Biblioteca Nacional

Agradecimientos

La reedición de *Ciencia y política en América Latina* significa para nosotros la posibilidad de consolidar la plataforma que hace cuatro años elegimos para impulsar las necesarias reflexiones que hoy nos sigue exigiendo el campo científico-tecnológico en América Latina: los aportes imprescindibles de la “tríada argentina” representada por Jorge Sabato, Oscar Varsavsky y Amílcar Herrera.

Esta tercer obra de la Colección PLACTED se constituye como una de las piezas claves de la historia del Pensamiento Latinoamericano en Ciencia y Tecnología, en la que tempranamente Amílcar Herrera abordó temas centrales para entender las características de la ciencia y la tecnología latinoamericana: las condiciones socioeconómicas que determinan el desarrollo científico y tecnológico regional, el financiamiento, las metodologías e instrumentos necesarios para la definición de la política científica y tecnológica, los vínculos entre los objetivos nacionales, la autonomía en la toma de decisiones y las necesidades de la población, el rol de la educación y la pertinencia de impulsar la integración de los países latinoamericanos en materia científica y tecnológica.

El recorrido minucioso que Herrera hace por cada uno de estos aspectos, que a su vez incorpora un señalamiento contundente de los mitos asociados a las ideas sobre el “subdesarrollo” y la “universalidad” de la ciencia, hacen de esta obra una referencia ineludible para profundizar muchas de las interpelaciones que la recorren y que a 44 años de su primera edición, continúan siendo vigentes.

Sin dudas, la iniciativa de reeditar esta obra, no hubiese sido posible sin la activa colaboración y participación de la Biblioteca Nacional, con la que compartimos este proyecto editorial, y el apoyo de la familia del Dr. Amílcar Herrera, que nos acompañó en cada paso de este proceso. A su vez, queremos mencionar la especial colaboración del Dr. Hugo Scolnik quien escribiera el estudio

introdutorio de la obra en esta reedición. A todos ellos queremos expresarles nuestro profundo agradecimiento.

Actualmente, las obras de la Colección PLACTED no sólo están siendo distribuidas gratuitamente en las bibliotecas de universidades públicas y organismos de ciencia y tecnología de Argentina sino también en los países de la región entre los que se encuentran Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Jamaica, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela, Puerto Rico, Suriname y la Guayana Francesa.

La continuidad de este proyecto editorial y el constante esfuerzo por la recuperación de estos pensadores en el que paulatinamente van confluyendo nuevas instituciones, investigadores y estudiantes que trascienden el territorio nacional, abre una multiplicidad de oportunidades para seguir trabajando por una ciencia y una tecnología que contribuyan decisivamente al bienestar de nuestros pueblos. Bienestar, que como bien anticipara Amílcar Herrera en la década de 1970, ya no es posible vislumbrar sin la necesaria integración de los objetivos políticos, económicos y sociales de los países de la región.

Programa de Estudios sobre el Pensamiento
Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo
(PLACTED)

Estudio introductorio

Dr. Hugo Scolnik

Cuando acepté con mucho gusto escribir este estudio introductorio para la muy oportuna reedición del libro de Amílcar Herrera creo que no tenía conciencia de que debía enfrentar varios problemas relativamente complejos. El primero es que no me resulta fácil separar las experiencias vividas con Amílcar durante los años que compartimos una oficina –focalizados en el desarrollo del Modelo Mundial Latinoamericano (MML)–, de lo que se presenta en el libro. Esas experiencias constituyen un recuerdo invaluable, porque además de Amílcar participaban intelectuales de la talla de Jorge Sabato, Marcos Kaplan, Enrique Oteiza, Carlos Mallman, Helio Jaguaribe, etc. Las discusiones eran apasionantes, y a veces –sobre todo cuando las teníamos en Bariloche– podían durar días.

Releyendo el libro de Amílcar siento que tiene algo que siempre admiré de su personalidad: la capacidad anticipatoria del mundo por venir, y una visión holística de la interacción de los distintos factores sociales, económicos y culturales que explican la dinámica de los países. Y aunque se concentra en los problemas inherentes al desarrollo científico-tecnológico, discute una gran variedad de temas muy interrelacionados, y que fueron centrales en el MML. Por estos motivos no me es fácil ceñirme estrictamente al contenido del libro original, pues muchos de los temas allí presentados fueron extensamente discutidos por los grupos interdisciplinarios que trabajaron en el MML. Y de hecho, Amílcar fue adaptando sus ideas originales como producto de las interacciones con muchos de los científicos nucleados en la Fundación Bariloche.

Por todas estas razones, no sé si debo ajustarme estrictamente al libro original o reflejar algunos de los cambios que Amílcar incorporó a su visión de la problemática. Trataré en cada caso de aclarar los temas, como testigo y participante de tantos debates apasionantes.

En la introducción, Amílcar comienza con la problemática de la distribución del ingreso, tema que era central en su pensamiento y que también lo fue en el MML. Escribió:

El ingreso per cápita de América Latina, por ejemplo, era de alrededor de la mitad del de Europa occidental y equivalía a un cuarto del de los Estados Unidos. Un siglo después (1960), el ingreso de Europa occidental es tres veces superior al de América Latina, y el de Estados Unidos seis veces más alto. La actual distribución del ingreso mundial es seguramente la más desigual observada hasta ahora en la historia.

Y agregaba:

Las diferencias de ingreso que hemos señalado sólo ponen en evidencia el aspecto cuantitativo de la brecha. Hasta hace pocos años, esto era suficiente para dar una idea bastante clara de las diferencias que separaban a los países adelantados de los subdesarrollados, porque los problemas que enfrentaban ambos grupos de sociedades —básicamente el incremento del nivel de vida a través de la satisfacción de las necesidades más elementales: alimentación, salud, educación, etc.— eran esencialmente los mismos. El ingreso, si bien dista mucho de constituir un índice perfecto, constituía entonces un indicador razonable de la medida en que cada sociedad satisfacía esas necesidades comunes.

Estos conceptos fueron centrales en el MML cuando decidimos usar la expectativa de vida al nacer como el indicador esencial de desarrollo. Es obvio que las diferencias de ingreso per cápita sólo sirven para comparar países si tienen distribuciones del mismo razonablemente equivalentes. Basta comparar los datos de los países más avanzados para entender que los que presentan distribuciones homogéneas del ingreso consiguen niveles de satisfacción de las necesidades básicas mucho mejores que las de los países con ingresos similares, pero con estructuras muy desiguales (usualmente medidas mediante el índice de Gini).

Los problemas de la distribución eran, para Amílcar, absolutamente cruciales, y de hecho le fascinaron los datos que conseguí en la OIT que mostraban los efectos de las balanzas de pago por regiones sobre los indicadores de desarrollo que figuran en el libro del MML.

También entendíamos que era imposible satisfacer las necesidades básicas de la población en las regiones más pobres si no cambiaba la distribución del ingreso, algo bien cuantificado en el MML. Hacia 1974 el premio Nobel de Economía W. Leontieff había generalizado las matrices de insumo-producto para medir los impactos de distintas estrategias de desarrollo sobre la ecología, la demanda de recursos naturales, etc. Lo que necesitaban los modelos de Leontieff eran estrategias de desarrollo definidas exógenamente, y por eso planteamos un trabajo conjunto que hicimos desde la OIT-Ginebra (*Basic Needs, Growth and Redistribution: A Quantitative Approach*, M. J. D. Hopkins, H. Scolnik and M. McLean, World Employment Conference, Vol 1, pp.9-50, Geneva, 1976).

Naturalmente el desarrollo científico-tecnológico es el “responsable” del crecimiento de la productividad en cada sector de la economía, pero una de las limitaciones del MML era que los coeficientes respectivos de las funciones de producción debían suministrarse exógenamente dado que no existían estudios científicamente convincentes que relacionaran todas esas variables. En una de las visitas a IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) descubrimos el fascinante trabajo: H. Millendorfer, *Global Models and Global Mechanisms II: The General Production Function*, November 1975, <http://www.iiasa.ac.at/Publications/Documents/WP-75-148.pdf>) donde se relacionan matemáticamente las variables educativas, económicas, etc., con las de productividad. Para Amílcar estos resultados eran clave, pues formalizaban muchas de las cosas que él pensaba y que había incluido en su libro hasta el punto que me propuso desarrollar el MML II.

Amílcar escribió:

La automatización, que lleva por primera vez al plano de la posibilidad inmediata el remplazo masivo del trabajo humano por la

máquina, plantea también problemas inéditos cuyas implicaciones últimas son muy difíciles de prever.

Algo que no figura en el libro es que él pensaba que si la producción de bienes y servicios iba a estar a cargo de robots, entonces la única salida viable sería una sociedad socialista, pues no habría consumidores en el sentido usual de la economía de mercado. Aunque esto sea una postura sostenible a muy largo plazo creo que esa “predicción” hecha en 1970 se basó en conceptos que estuvieron de moda desde los años 50, que hoy vemos que no se han concretado.

A continuación Amílcar escribió unas muy lúcidas reflexiones acerca de que los países centrales utilizan las brechas científico-tecnológicas como modernos instrumentos de dominación, substituyendo –al menos parcialmente– a los clásicos enfoques militares. En esos años hablar de la “división internacional del trabajo” era un concepto aceptado, pero estaba ligado a la creencia de que los intereses de las empresas multinacionales eran indistinguibles de las de sus países de origen. Como es sabido, eso hace mucho que dejó de ser cierto simplemente porque las empresas maximizan sus ganancias centrando sus esquemas de producción en los países que les ofrecen ventajas de diverso tipo, sean incentivos fiscales, costo de la mano de obra, etc. Lo que sí ha perdurado en general es que la generación del conocimiento aplicable se “reserva” mayoritariamente para las casas matrices, salvo contadas excepciones. Con esas salvedades, su análisis sigue siendo válido, y esa “separación” entre los intereses de los países y los de sus empresas presentan oportunidades para el desarrollo de, al menos, ciertos nichos en la “periferia”, aun en condiciones de una independencia relativa. Y finalmente:

Para los científicos del Tercer Mundo, la aplicación de la ciencia a la superación del subdesarrollo representa uno de los desafíos morales e intelectuales más grandes de la historia. Su enfrentamiento decidido y consciente puede volver a dar al hombre de ciencia el papel liberador que tuvo en los comienzos de la revolución científica.

Al discutir los problemas del atraso científico-tecnológico de la región dice:

En primer término, es necesario destacar que la diferencia en cantidad y calidad de la producción científica no es más que un aspecto de la brecha que separa a nuestros países de los más desarrollados. En los países adelantados, la mayor parte de la investigación científica y tecnológica se realiza en relación con temas que directa o indirectamente están conectados con sus objetivos nacionales, ya sean éstos de defensa, de progreso social, de prestigio, etcétera. El progreso científico se refleja en forma inmediata y espontánea en el funcionamiento de sus fábricas, en su tecnología agrícola, en su infraestructura y, en general, en el constante incremento de la producción. En América Latina, por el contrario, la mayor parte de la investigación científica que se efectúa guarda muy poca relación con las necesidades más apremiantes de la región.

Este tema es obviamente central para discutir la utilidad real de la investigación en nuestra sociedad. Sin duda desde los años 70 se han registrado progresos en esa dirección, pero lo esencial de su análisis sigue siendo válido, y quizás se ha acentuado en los últimos años debido a las exigencias del “publish or perish” impuesto —en buena medida por factores exógenos— en la comunidad científica. Una publicación en inglés en una revista con referato internacional es considerada mucho más valiosa que cualquier aplicación a nuestra realidad. Nadie niega la importancia de la “investigación básica”, pero todo es cuestión de proporciones. Al respecto me decía un matemático húngaro que cuando veía un país donde el 50% de la investigación era teórica, sabía que era subdesarrollado. Pero cuando veía que era más del 90%...

Y agrega:

Otro hecho importante a tener en cuenta con los planes de investigación de las universidades de la región es que, con raras excepciones, no guardan ninguna relación con las necesidades

de la industria, o con los problemas generales del desarrollo económico y social.

Un tema que puntualiza, y que esencialmente sigue sin mayores cambios, es que los fondos para investigación son casi exclusivamente estatales. La industria, salvo contadas excepciones, se limita a importar e implementar soluciones tecnológicas foráneas, sin invertir fondos relevantes en I+D. Y como es sabido, esos aportes estatales fueron históricamente bajos medidos como porcentajes del PBI. Creo que un tema que falta en el análisis es el de la eficiencia en el uso de los recursos. En general, nuestra sociedad ha heredado, por razones históricas y socioculturales, aparatos burocráticos asfixiantes e ineficientes que limitan seriamente los beneficios de las inversiones en Educación, Ciencia y Tecnología. El mito de llegar al 1% del PBI es nada más que una ilusión, pues si no hay cambios drásticos en el “gerenciamiento sectorial” será difícil obtener resultados muy relevantes aunque se siga aumentando la inversión.

En lo que se refiere a la actitud de la población hacia la ciencia, toca un punto clave:

Se dice a veces que en los países desarrollados, al contrario de lo que sucede en los países atrasados, el “hombre común” u “hombre medio” es plenamente consciente del valor de la ciencia y de la tecnología para el progreso social, y eso explica, en gran medida, el apoyo que esas actividades reciben. La verdad es, sin embargo, que en esos países la ciencia pudo progresar, no porque el hombre común fuera especialmente lúcido con respecto a ella, sino porque, a la inversa, ese hombre aprendió a valorar la ciencia, y por lo tanto a apoyarla, a través de los beneficios que recibió de la misma.

Por experiencia propia me consta que en países como Japón o Corea del Sur, carentes de recursos naturales, la gente común tiene muy claro que sus trabajos, ingresos y bienestar, dependen de su desarrollo tecnológico. A nadie hay que explicarle los beneficios que se derivan de tener investigación aplicada, pues sus resultados son

visibles en la vida cotidiana. En otras palabras, la ciencia es un valor económico y no exclusivamente cultural como en nuestros países.

También remarca:

Algo similar sucede con los Consejos de Investigación que, bajo diversas formas institucionales, existen en el continente. En general gozan de una amplia autonomía, que es más el producto del desinterés, por parte de los gobiernos, del papel de la ciencia en la sociedad que de un respeto legítimo por la libertad de la creación intelectual.

En resumen, y si nos situamos en el tiempo, el libro de Amílcar Herrera fue un trabajo pionero de enorme valor intelectual que trató los problemas centrales del desarrollo científico y tecnológico de América Latina. Naturalmente el mundo cambió, algunos de nuestros países asumieron con seriedad el problema, y continuar el debate con la profundidad que él lo hacía es un imperativo intelectual de nuestra época.

Dr. Hugo Scolnik

Prefacio

Alejandra Herrera

No es este un texto objetivo sobre Amílcar Herrera, ni podría serlo, porque soy una de sus tres hijas mujeres. Espero, sin embargo, que mi mirada filial sobre algunos aspectos de su personalidad, de su obra y de la historia de su vida permita entender mejor la importancia de estar reeditando *Ciencia y política en América Latina*.

En primer lugar, me interesa recordar que Amílcar Herrera se recibió de geólogo en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA); sin embargo, el ejercicio de la profesión de geólogo ocupó relativamente poco tiempo de su vida académica e intelectual. Esto último no sorprende si se considera que sus intereses y capacidades iban mucho más allá de los límites de cualquiera de las llamadas ciencias “duras”. Con todo, él siempre reivindicó la importancia de haber aprendido en la UBA a utilizar el método científico para la evaluación de problemas, formulación de hipótesis y generación de conocimientos.

“No aceptes nada que tu razón no acepte” era una de sus frases preferidas. Para él, el camino del conocimiento no era el de la aceptación de verdades reveladas por autoridades terrenales o divinas, ni el de la fe. Era el de la aplicación del método científico. Le parecía que era un deber de cada ser humano confiar, por encima de todo, en su propia capacidad de razonamiento. Así, solía señalar que los países imperialistas podrían apropiarse de todo, pero nunca de la capacidad de razonar de cada uno de los habitantes del resto del mundo (ni –agregaba frecuentemente con una sonrisa– de la porción de cielo que sólo es observable desde el hemisferio sur).

Porque de verdad creía en la capacidad de todos los seres humanos de avanzar en el camino del conocimiento científico, fue un profesor extraordinario. La escritura fue sólo uno de los medios por los que trataba de difundir sus convicciones científicas, éticas o

filosóficas. Enseñaba todo el tiempo, con el ejemplo de su forma de vida y con su palabra.

La honestidad absoluta, la dedicación entusiasta al trabajo, la cordialidad en el trato con quienquiera que fuese, el desinterés por los objetos materiales símbolos de poder o de estatus, el considerar sagrada la palabra empeñada, la manera sencilla de vestir, la condena de toda forma de mezquindad o egoísmo, la convicción de que era su deber como intelectual tratar de contribuir para terminar con la miseria y la injusticia, la solidaridad con los más débiles fueron características centrales de su forma de vida.

Era difícil compartir una sobremesa con él sin participar en largas charlas sobre algún importante tema científico, político o filosófico, y no perdía oportunidad de presentar y discutir sus razonamientos y convicciones con quienquiera que estuviese presente, con un lenguaje coloquial, claro y directo. Era vehemente al exponer lo que pensaba, pero siempre daba por supuesto que —excepto prueba en contrario— su interlocutor era, por lo menos, tan inteligente como él. Sin excepciones. Era capaz, por ejemplo, de aprovechar una tarde de domingo para explicarles a dos niñas de 11 años la teoría de la relatividad de Einstein, o de sorprender a los jóvenes amigos de sus hijos con su disposición a discutir con ellos, noche tras noche, durante horas, como si de pares se tratara, acerca cada una de las convicciones políticas que daban soporte a la militancia anticapitalista de la década del 70.

Su pasaje por la Facultad de Ciencias Exactas no sólo lo benefició brindándole acceso a los “secretos” del método científico. Allí conoció a Lía Guarnieri, quien sería su esposa, la madre de sus hijos (Isabel, Federico, Cristina y yo misma) y su compañera inseparable hasta el final. A ella debió mucho de su propio desarrollo intelectual y lo sabía; por eso en el libro *La larga jornada*, que él consideraba su obra más importante, refiriéndose a Lía afirmó, entre otras cosas: “Nuestra relación de más de treinta años fue en gran parte una larga conversación sobre una temática de la cual el libro es sólo un reflejo parcial”.

Alguna vez le pregunté por qué había elegido estudiar geología en vez de astronomía o física, carreras que obviamente le atraían

más. Respondió que en aquel entonces necesitaba una salida laboral urgente y que creyó que le sería más fácil conseguirla siendo geólogo. Es que él, al igual que tantos otros grandes científicos contemporáneos suyos, provenía de una familia muy humilde y nunca hubiese podido obtener un título universitario si la enseñanza no hubiese sido, como era, absolutamente gratuita. Aun así, no le fue fácil. De hecho, no pudo comenzar la universidad hasta encontrar un trabajo compatible con las exigencias de horarios de asistencia a clases y tiempos de estudio que la carrera de geología demandaba. Sabía que las dificultades enfrentadas durante ese período eran las que se le presentaban (y siguen presentándose) a la mayoría de la población, y jamás, en toda su vida, cedió un ápice en la defensa incondicional de la gratuidad de la enseñanza pública universitaria.

Siendo geólogo no sorprende que su primer libro tuviese un título referido, justamente, a cuestiones geológicas: *Los recursos minerales de América Latina*. Publicado por EUDEBA en 1965, era el informe resultante de una tarea de investigación hecha en 1962 en Chile, a pedido de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Pero lo que debería haber sido un “simple” inventario y evaluación de recursos minerales de la región fue la simiente de algo más importante.

De hecho, en ese libro presentó algunas de las ideas que permea- rían toda su obra –inclusive el libro *Ciencia y política en América Latina*– y que lo convertirían en una referencia internacional en materia de diseño y evaluación de políticas científicas y tecnoló- gicas y de construcción de escenarios prospectivos. Entre otras, podríamos mencionar: a) no existe un límite al desarrollo humano determinado por la posibilidad de un eventual agotamiento de los recursos naturales; b) los principales obstáculos al desarrollo son sociopolíticos; c) las soluciones posibles a los problemas plantea- dos trascienden el ámbito de actuación de los Estados nacionales; d) es imprescindible establecer con claridad los objetivos de las políticas públicas, y, e) la planificación de mediano y largo plazo es un instrumento insoslayable para alcanzar objetivos de políticas públicas relevantes.

En 1966, es decir, al año siguiente de haber publicado su primer libro, se fue a vivir a Santiago de Chile, contratado por la Universidad de Chile. Dejó la Argentina después de oponerse al golpe militar comandado por Onganía y de resistir la intervención de la UBA, renunciando, junto con decenas de colegas, a sus cargos docentes y directivos en la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA. Como muchos de los que resistieron la intervención, recibió golpes propinados por efectivos de la Policía Federal (uno que le abrió una herida en el cuero cabelludo, otro que le rompió una costilla) y fue arrastrado a una comisaría durante la triste “Noche de los bastones largos”. La estadía chilena sería corta.

En 1969, junto con otros profesores argentinos, fue expulsado sumariamente del país, sin que se le ofreciese explicación oficial alguna. Frei, que entonces era presidente de Chile, había cedido a la presión de grupos de políticos y militares de derecha que se oponían al proceso de reforma universitaria que impulsaban estudiantes y docentes chilenos y que tenía como obvia referencia la Reforma Universitaria argentina. Años después, Salvador Allende, durante su presidencia, invitó a todos los injustamente expulsados a volver a trabajar en Chile. Pero la vida había continuado y los había llevado en otras direcciones.

Habiendo retornado contra su voluntad a la Argentina, volvió a ocupar un lugar de referencia nacional (e internacional) con la publicación en 1971 de este libro, es decir, de *Ciencia y política en América Latina*. Sobre su importancia y contenido se explaya la introducción de Hugo Scolnik (quien trabajó a su lado varios años), así que apenas destaco la que considero su principal conclusión:

... América Latina tiene todos los recursos potenciales necesarios para crear una capacidad científica y tecnológica comparable a la de las naciones más adelantadas del mundo [...] deberá realizar un esfuerzo gigantesco [...] que implicará la destrucción de las estructuras del atraso en las que se asientan los privilegios de las clases tradicionales dominantes. [...] El atraso, con su secuela de ignorancia, opresión y hambre, no es ya una

fatalidad histórica determinada por condiciones ambientales inmodificables [...] el atraso reside más en la mente de los hombres que en las condiciones externas.

Al finalizar ese mismo año, Amílcar Herrera, Carlos A. Mallman, Jorge Sabato y Enrique Oteiza elaboraron un documento proponiendo hipótesis y variables para orientar la construcción de un modelo mundial alternativo al Model World III. Este último había sido construido por científicos del Massachusetts Institute of Technology (MIT) y presentado, el año anterior, en una reunión del Club de Roma y el Instituto Universitário de Pesquisas de Rio de Janeiro. A partir de la discusión del documento con un grupo más amplio de expertos, se sentaron las bases para la construcción del trabajo conocido como Modelo Mundial Latinoamericano, desarrollado en el seno de la Fundación Bariloche por un equipo escogido y dirigido por el propio Amílcar Herrera. En el informe final se sostenía, entre otras cosas, que modificar la organización y los valores sociales prevalecientes, alterando las relaciones de poder, era el “único camino abierto hacia una humanidad mejor”.

En la Argentina de mediados de los 70, semejante trayectoria intelectual le mereció recibir serias amenazas formuladas por los represores de turno, que lo llevaron a exiliarse primero en Inglaterra, luego en México y, finalmente, en Brasil.

En Brasil estuvo a cargo de la creación y dirección del Instituto de Geociencias de la Universidad de Campinas, constituyéndolo en un centro de excelencia, referencia internacional en materia de reflexión sobre políticas científicas y tecnológicas. Paralelamente, publicó una serie de artículos en el diario *Folha de São Paulo* y escribió su último libro: *La larga jornada*.

Sus publicaciones como columnista del mencionado diario daban cuenta de la amplitud de sus inquietudes intelectuales. En ellas exponía desde sus críticas a los mecanismos de la evolución propuestos por Darwin hasta su indignación por la forma en que la adjudicación de los premios Nobel había ignorado el aporte de notables mujeres científicas. Desde su opinión sobre las razones que

hicieron de Jorge Sabato un científico tan creativo y un ser humano tan extraordinario, hasta sus apreciaciones sobre los llamados fenómenos paranormales. Desde su convicción sobre cuál es la responsabilidad social que les cabe a los científicos hasta su crítica a la sustitución del *Homo sapiens* por el *Homo economicus*.

En “La larga jornada” se planteó, entre otras, las siguientes preguntas: ¿cuáles son las leyes que rigen la evolución de la vida a escala cósmica?, ¿cuáles son las características que diferencian a la especie humana de otras especies animales?, ¿es la inteligencia humana un “error” evolutivo?, ¿cuál es el destino biológico del hombre?, ¿cómo puede evitarse que nuestra especie se destruya a sí misma?, ¿cómo puede la especie humana llegar a realizar su pleno potencial?.

Estaba convencido de que la actual organización social estructurada sobre la base de la preservación de privilegios de pocos a expensas del hambre y la explotación de muchos, las ambiciones de consumo desmesuradas, los enfrentamientos entre naciones con sus secuelas armamentistas son un camino sin vuelta que lleva a nuestra eliminación como especie. Entendía que ya no existe ninguna posibilidad de salvación de algunas naciones a expensas de otras. A su juicio, la única salida posible es que ocurra una “mutación cultural” que viabilice la construcción de una sociedad mundial esencialmente austera, igualitaria y participativa, y donde los seres humanos hayan sustituido las lealtades a clanes, tribus, naciones... por sentimientos de hermandad y de amor extendidos a toda la especie.

Finalmente, quiero subrayar que para mí y para mucha otra gente la obra escrita es una parte importante de la herencia que dejó Amílcar Herrera, pero que con él ocurrió lo mismo que con otros intelectuales argentinos que fueron sus contemporáneos: sus conductas cotidianas transmitieron una escala de valores que marcaron profundamente la forma de ver el mundo y de comportarnos de muchos de nosotros y de nuestros descendientes.

Alejandra Herrera

Ciencia y política en América Latina

Prólogo

En este libro he tratado de dar una visión orgánica y coherente de la problemática de la actividad científica y tecnológica de América Latina, destacando, sobre todo, sus relaciones con el marco socioeconómico en que se desenvuelve. La línea de análisis se desarrolla alrededor de tres temas centrales: las causas del atraso científico de la región y las condiciones que deben darse para superarlo; los lineamientos de una política científica para América Latina, y una estimación del costo de la ciencia, para establecer qué posibilidades tienen los países del área de crear, individualmente o asociados, sistemas científicos acordes con sus necesidades.

Es evidente que un estudio que abarque tal diversidad de temas resulta muy difícil de realizar por una sola persona. Como creo, sin embargo, que ese trabajo de síntesis es indispensable, me ha parecido útil intentarlo, a pesar de que soy totalmente consciente de sus limitaciones. En todo caso, la visión de un científico de los problemas que enfrenta su actividad en nuestro medio puede ser útil para estimular estudios más exhaustivos de otros especialistas, particularmente de los que actúan en el campo de las ciencias sociales. Si consigo despertar ese interés, el objetivo fundamental de este libro se habrá cumplido plenamente.

En toda obra de este carácter, es de rigor justificarse por emitir juicios y establecer conclusiones referidas al conjunto de América Latina, a pesar de las obvias diferencias existentes entre los países que la componen. En el caso del problema de la ciencia, sin embargo, creo que el tratamiento conjunto está ampliamente justificado. Si bien se aprecian diferencias considerables entre los diversos países en cuanto al volumen *absoluto* de la producción científica, el esfuerzo *relativo* es prácticamente el mismo en toda la región; más importante aún, la estructura interna de los sistemas científicos, y su

relación con el resto de la sociedad, que son los elementos centrales de este estudio, son profundamente similares. Por otra parte, estos rasgos distintivos —estructura interna y relación con la sociedad global— más que el volumen absoluto de producción, son los caracteres que diferencian netamente a los sistemas científicos de América Latina de sus equivalentes en los países más adelantados.

Una carencia importante del libro es la falta de una referencia especial a la experiencia cubana en materia de desarrollo científico. La información existente muestra que el esfuerzo educacional realizado por ese país le ha permitido colocarse a la vanguardia de América Latina, con el índice de analfabetismo más bajo de la región. Los escasos datos disponibles indican que Cuba está invirtiendo alrededor del 1,2% de su PNB —es decir, entre seis y doce veces más que el resto de los países del área— en ciencia y tecnología. No obstante, la escasez de datos cuantitativos sólo me ha permitido hacer una referencia marginal a Cuba, en los cálculos del capítulo VI sobre el crecimiento posible de los sistemas científicos de América Latina.

Es siempre difícil reconocer todas las deudas intelectuales que contrae un autor, porque parte de sus ideas se gestan en el intercambio diario con colegas y amigos. En mi caso son muchas las personas que, de una manera u otra, contribuyeron a la concreción de las ideas expuestas en este libro. Aunque no puedo mencionarlas a todas, quiero destacar el apoyo generoso y cordial de Marcos Kaplan, Arístides Romero y Jorge Sábato. Agradezco también el estímulo del Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de Chile, en cuya revista se publicó uno de los trabajos que han sido incluidos en este libro. No está de más agregar, sin embargo, que las ideas expuestas en estas páginas son de mi exclusiva responsabilidad.

Finalmente, quiero expresar mi profundo agradecimiento a Lía, mi esposa, sin cuya ayuda, generosa y constante, este libro no hubiera sido posible.

Amílcar O. Herrera
Buenos Aires, noviembre de 1970

Introducción

A partir de la segunda guerra mundial, pero sobre todo en los últimos diez años, se ha ido creando una conciencia cada vez más clara de la importancia y el significado de las diferencias que separan a las naciones adelantadas –el grupo privilegiado de las potencias industrializadas– del vasto y heterogéneo conglomerado de países que integran el mundo que ha dado en llamarse subdesarrollado.

Esta brecha, como se denomina comúnmente a este conjunto de caracteres diferenciales, es difícil de definir con precisión en términos económicos, pero sus manifestaciones son claras y han sido descritas exhaustivamente en la literatura socioeconómica moderna. Mientras los países desarrollados aumentan continuamente su nivel de bienestar –medido con cualquiera de los múltiples indicadores corrientes: ingreso *per capita*, educación, nivel y tipo de consumo, duración probable de vida, etc.– las naciones subdesarrolladas no consiguen superar una situación en la cual gran parte de sus habitantes viven en los niveles mínimos de subsistencia, o muy poco por encima de ellos.

Más grave aún que la existencia de esa profunda desigualdad entre los dos tipos de sociedades en que se divide el mundo actual, es el hecho de que la misma, lejos de disminuir, aumenta continuamente. Este hecho, además, no es nuevo, ya que es sólo la continuación de una tendencia histórica de larga data. En efecto, muchos economistas han señalado que, hasta hace unos 200 o 300 años, todas las sociedades tenían ingresos similares: entre 50 y 200 dólares *per capita*. En términos generales, se puede decir que, hace unos 300 años, el nivel de vida de muchos de los países actualmente subdesarrollados no era sensiblemente inferior al de los países de Europa occidental.

A mediados del siglo XIX (1860) las diferencias eran ya considerables. El ingreso *per capita* de América Latina, por ejemplo, era de alrededor de la mitad del de Europa occidental y equivalía a un cuarto del

de los Estados Unidos. Un siglo después (1960), el ingreso de Europa occidental es tres veces superior al de América Latina, y el de Estados Unidos seis veces más alto. La actual distribución del ingreso mundial es seguramente la más desigual observada hasta ahora en la historia.¹

Las diferencias de ingreso que hemos señalado sólo ponen en evidencia el aspecto cuantitativo de la brecha. Hasta hace pocos años, esto era suficiente para dar una idea bastante clara de las diferencias que separaban a los países adelantados de los subdesarrollados, porque los problemas que enfrentaban ambos grupos de sociedades –básicamente el incremento del nivel de vida a través de la satisfacción de las necesidades más elementales: alimentación, salud, educación, etc.– eran esencialmente los mismos. El ingreso, si bien dista mucho de constituir un índice perfecto, constituía entonces un indicador razonable de la medida en que cada sociedad satisfacía esas necesidades comunes.

A partir de la segunda guerra mundial, sin embargo, se han comenzado a producir cambios en la naturaleza de la brecha, que hace que los indicadores económicos sean cada vez menos eficaces para describirla. Por primera vez en la historia una parte importante de la humanidad –la constituida por la mayor parte de la población de las potencias industrializadas– está alcanzando niveles de bienestar y seguridad material que hacen que la milenaria lucha del hombre para asegurarse el mínimo indispensable, para la satisfacción de sus necesidades más elementales, se esté convirtiendo para ella en una cosa del pasado. Una nueva problemática –la de lo que ya se denomina la civilización posindustrial– está emergiendo, y aunque muchos de sus temas interesan todavía principalmente a minorías intelectuales, está empezando a influir sobre la concepción de la sociedad del habitante de los países adelantados. El ejemplo quizá más conocido y más revelador de esa nueva problemática es la rebelión contra la “sociedad de consumo” encarnada, sobre todo, por los movimientos juveniles de protesta de Europa occidental y de Estados Unidos. Hace sólo 40 o 50 años, cuando todavía una de las aspiraciones máximas de los pueblos de los

1. L. J. Zimmerman, *Países pobres, países ricos*, Siglo XXI México, 1966.

países desarrollados era alcanzar los niveles de bienestar material que el creciente avance de la tecnología hacía vislumbrar como posibles, esta rebelión contra el consumo como una de las metas implícitas de la sociedad hubiera sido casi inconcebible.

La automatización, que lleva por primera vez al plano de la posibilidad inmediata el remplazo masivo del trabajo humano por la máquina, plantea también problemas inéditos cuyas implicaciones últimas son muy difíciles de prever. Algunas de ellas han sido resumidas así: "...hasta muy recientemente, la mayoría de las personas tenía que trabajar duramente para mantener a una minoría ociosa". Por primera vez en la historia, enfrentamos la posibilidad de un mundo en el cual sólo una minoría necesita trabajar para mantener a la gran mayoría en un confortable ocio. En poco tiempo la minoría que tiene que trabajar para el resto puede ser tan pequeña que podría ser totalmente reclutada entre la parte más inteligente de la población. El resto será socialmente inútil desde el punto de vista de nuestra presente civilización, basada en el Evangelio del trabajo.² El remplazo del trabajo humano supone también la necesidad de revisar algunos de los conceptos básicos de la economía como, por ejemplo, la teoría del valor. Refiriéndose a este tema dice Y. Barel:

Cuando la automatización sea completa, cuando el hombre esté a un costado y no en el proceso de producción, cuando la creación de riqueza se convierta esencialmente en una función de la capacidad productiva y reproductiva de las máquinas (las máquinas fabricarán las máquinas en circuitos casi cerrados) la ley del valor no tendrá más sentido, porque no existirá ninguna correlación ni ninguna regularidad comprobable entre el tiempo de trabajo humano y el resultado de la producción.

La Nueva Era que comienza para las sociedades desarrolladas obliga a redefinir radicalmente algunos de los objetivos que constituyeron hasta ahora los motores más firmes de la actividad social. Los

2. D. Gabor, *Inventing the future*, 1963.

alcances de esta verdadera revolución conceptual han sido claramente expuestos por H. Ozbekhan:

*La batalla tecnológica está casi ganada y debemos comenzar a comprender, o por lo menos a enfrentar, nuestra victoria. Nuestra victoria consiste en el hecho de que hemos superado la 'escasez' —en una escala relativa, pero con suficiente margen potencial para nosotros como para no tener que preocuparnos—; en otras palabras, la restricción fundamental de nuestro ambiente natural que, desde nuestro comienzo biológico, ha condicionado siempre la perspectiva y el comportamiento humanos... El problema es redirigir nuestras energías y toda la tecnología que está a nuestro servicio hacia objetivos humanos nuevos, objetivos que no son dados, como fue la sobrevivencia en medio de la escasez, sino que es ahora necesario inventar.*³

Para la enorme masa de los habitantes del Tercer Mundo, esta nueva problemática del año 2000 —como también se la llama— y de la cual sólo hemos puntualizado algunos ejemplos, carece totalmente de sentido. El atraso, el hambre, la enfermedad y la ignorancia siguen siendo sus problemas fundamentales, y las soluciones parecen cada vez más difíciles y lejanas. La brecha entre los países desarrollados y los subdesarrollados, que por su carácter esencialmente cuantitativo podía medirse con indicadores económicos relativamente sencillos, se está transformando en *cualitativa*, generando, en función de problemas distintos, diferentes lenguajes, de manera que la comunicación se hace cada vez más difícil. De mantenerse la tendencia actual, para el año 2000 —meta casi mágica de todas las predicciones de la futurología— el mundo se habrá dividido en dos sectores entre los cuales aun el diálogo será casi imposible, no sólo por razones de antagonismos de intereses, sino, y principalmente, porque la naturaleza misma de sus aspiraciones y objetivos será radicalmente diferente.

3. H. Ozbekhan, *Technology and man's future*, California, 1966. El subrayado es nuestro.

Muchos pensadores del mundo desarrollado se refieren a la brecha entre los dos sectores de la humanidad, hablando de un mundo “no contemporáneo” o “a-contemporáneo”. Esta concepción, que supone que coexisten sociedades modernas con otras en etapas de desarrollo correspondientes a períodos históricos del pasado, implica suponer que el subdesarrollo no es más que una etapa temprana del desarrollo, y que éste puede alcanzarse simplemente mejorando la educación e introduciendo nuevas tecnologías –si es posible con capitales del exterior– siempre que, en las palabras del Dr. Gabor, “...no haya dificultades psicológicas, tales como la resistencia de la gente al cambio, ya sea por inercia o por prejuicios tradicionales”.

Esta visión simplista, que no siempre es ingenua, ignora el hecho fundamental, puesto en evidencia sobre todo por los intelectuales de América Latina, de que el subdesarrollo no es meramente un estadio primario del desarrollo, sino una situación estructuralmente diferente, en gran parte generada y condicionada por la misma existencia y evolución de las sociedades desarrolladas. Aunque no es necesario insistir aquí sobre conceptos que son ampliamente conocidos, conviene recordar que la posición de esos países como economías periféricas destinadas a producir materias primas para los países industrializados, es el principal elemento estructural condicionante del subdesarrollo. Esta relación desigual, sin embargo, no sería suficiente para mantener a esos países en el atraso, de no ser por la existencia de una estructura interna complementaria de la dependencia externa, caracterizada por el dominio económico y político de una oligarquía compuesta principalmente por los propietarios de la tierra y los beneficiarios del comercio de exportación e importación. Para estos grupos dominantes, el mantenimiento de la dependencia es una condición necesaria para la conservación de sus privilegios y, por lo tanto, como aliados naturales de los intereses externos, constituyen hasta ahora el obstáculo más sólido que se opone a la ruptura de la dependencia externa, sin la cual no es posible un verdadero proceso de liberación.

Esa relación de dependencia, por otra parte, resulta cada vez más difícil de superar, debido a que su naturaleza está cambiando

rápidamente en función de los mismos factores que están modificando el carácter de la brecha a que nos hemos referido antes. En efecto, hasta principios de este siglo la relación entre las economías centrales y las periféricas, aunque desequilibrada e injusta, era, por lo menos en cierta medida, de dependencia mutua. Si bien la vida económica de los países subdesarrollados dependía de la importación de los productos manufacturados de los países dominantes, éstos, a su vez, eran fuertemente dependientes de las fuentes de materias primas para el sostenimiento de industrias competitivas en el mercado internacional. Esto daba a los países subdesarrollados una cierta capacidad potencial de negociación, que las potencias industriales debían tener en cuenta y anular, llegado el caso, mediante el complicado aparato represivo político-militar que caracteriza ese período del imperialismo.

En los últimos decenios, pero sobre todo a partir de la segunda guerra mundial, el carácter económico de la dependencia se empieza a modificar, debido en gran parte a que la industria de las grandes potencias es cada día menos tributaria de las fuentes externas de materias primas. Este cambio se origina, en primer lugar, en la disminución relativa del valor de esas materias en el proceso de producción, debido a que una parte considerable de los bienes que produce la industria moderna está constituida por equipos sumamente complejos, en los cuales el costo de la materia prima es muy reducido en relación con el valor técnico y de trabajo agregados, y a que el mejoramiento de la calidad de los materiales, logrado a través de la investigación tecnológica, permite disminuir continuamente la cantidad de materia prima que entra en un producto determinado. En segundo término, el gran desarrollo de las técnicas de sustitución de materiales otorga a la industria actual una flexibilidad con respecto a las fuentes de provisión de materias primas, que era insospechada en el pasado. Estas técnicas de remplazo tienen dos aspectos: el más conocido es la sustitución de materiales naturales por otros sintéticos, producidos a partir de recursos más abundantes o más accesibles a los países interesados. El otro aspecto, menos conocido pero tan importante como el anterior, es el progreso de

las técnicas extractivas, que permite ahora obtener materias primas para la industria –por ejemplo metales– de fuentes naturales consideradas inexplotables hasta hace pocos años. La acción de estos dos factores –disminución del valor relativo de las materias primas en el proceso de producción y capacidad de sustitución– concede a las potencias industriales una gama casi ilimitada de opciones en cuanto a sus posibilidades de obtener materias primas dentro o fuera de su territorio, anulando así virtualmente el escaso poder de negociación que tenían los países subdesarrollados.

El carácter más saliente de la nueva forma de dependencia es que, para mantenerla, las grandes potencias no necesitan ya prácticamente del sistema directo de dominación político-militar que constituyó el rasgo más visible del imperialismo del siglo pasado. El nuevo instrumento de dominación, más sutil pero no menos efectivo, es la superioridad científica y tecnológica de los países desarrollados. Esta superioridad está generando una nueva forma de división internacional del trabajo, en la cual las grandes potencias tienen virtualmente el monopolio de las técnicas y procesos de producción más avanzados, mientras que los países dependientes deben dedicarse a aquellos sectores de la producción que, por su baja rentabilidad, no son ya compatibles con los altos niveles de vida de aquéllas. Al mismo tiempo, y como complemento de esta estrategia general, las grandes corporaciones internacionales –eufemismo que cubre en la mayoría de los casos a las grandes empresas norteamericanas– instalan unidades de producción en los países subdesarrollados, imponiendo pautas de consumo desconectadas de las verdaderas necesidades del país recipiente, determinando la estructura del sistema de producción y bloqueando la creación de una capacidad científica propia, al importar todas las tecnologías de las casas matrices instaladas en el exterior. En otras palabras, en esta nueva forma de estructuración de la dependencia, los países subdesarrollados seguirán cumpliendo el doble papel de mercados pasivos de los sectores más avanzados de la producción de las economías centrales, y de proletariado externo que provee de mano de obra barata a esas mismas economías.

El breve análisis que acabamos de hacer muestra claramente que la ciencia moderna —el instrumento más efectivo creado por el hombre para su liberación, a través de la comprensión y el pleno dominio del medio ambiente— aparece paradójicamente como una de las causas más directas de los problemas básicos que enfrentan las sociedades subdesarrolladas: la creación y el ensanchamiento continuo de la brecha que las separa de las sociedades avanzadas, y el afianzamiento del mecanismo de dependencia que es, en última instancia, el principal obstáculo que se opone a la desaparición de esa desigualdad. Esta circunstancia está haciendo que, quizá por primera vez desde el comienzo de la revolución científica, se empiece a cuestionar seriamente el papel social de la ciencia o, más precisamente, de la actividad científica. Las palabras de C. Cooper, uno de los especialistas en política científica más lúcidos de la actualidad, pronunciadas en una reunión de la OECD que tuvo lugar en Francia en 1968, constituyen una de las más claras expresiones de ese sentimiento de duda:

...mientras el 75 por ciento de la humanidad vive en o debajo —y a veces bien abajo— del límite de subsistencia, hay una cierta ironía en hablar sobre la ‘contribución’ de la ciencia al progreso social... Nos gustaría creer que la ciencia contribuye al progreso humano, pero en la coyuntura actual la realidad no coincide realmente con nuestros deseos. Digamos francamente que la ciencia ha aportado, sin dudas, más males que beneficios a la gran mayoría de los seres humanos.⁴

Este papel aparentemente paradójico de la ciencia en la sociedad se explica fácilmente por el carácter instrumental de la mayor parte de la actividad científica contemporánea. La revolución científica, que comienza aproximadamente en el siglo XVI, fue una revolución intelectual, cuya consecuencia fundamental fue cambiar la visión que el hombre tenía del mundo. Desde el punto de vista social, y a pesar de estar encabezada por una pequeña minoría casi totalmente

4. *Problems of science policy*, París, OECD, 1968.

desconocida para la gran mayoría de sus contemporáneos, fue uno de los movimientos de avance más profundos de todos los tiempos, porque contribuyó a liberar al hombre de la visión fatalista de la historia y de su destino, que estaba implícita en la visión del universo que privaba hasta entonces.

La repercusión casi puramente intelectual que caracteriza a este período de la revolución científica dura más de dos siglos; recién en el siglo XIX, y como consecuencia de la Revolución Industrial, la creación científica comienza a tener efectos directos en la sociedad a través de las aplicaciones prácticas de sus resultados, naciendo así la tecnología basada en la ciencia, que luego daría todas sus características externas a nuestra civilización. La historia posterior es bien conocida: la actividad científica se convierte cada vez más en una parte integrante del quehacer social, hasta que en nuestro tiempo alcanza un grado tal de institucionalización que, por lo menos para los países desarrollados, constituye uno de los más poderosos instrumentos de poder, tanto político como económico.

Paralelamente, y como consecuencia de esta evolución del papel de la ciencia en la sociedad, se produce un profundo cambio en muchas de las actitudes y valores de la comunidad científica. En los primeros tiempos, la reducida comunidad científica estaba constituida por hombres que trabajaban más o menos aislados, y en un medio ambiente que no favorecía particularmente ese tipo de actividad, o le era francamente hostil. En términos actuales, eran verdaderos “rebeldes” que, conscientemente o no, constituían la avanzada de una humanidad espiritual e intelectualmente más libre. A medida que los hombres se fueron haciendo más conscientes de la potencialidad de la ciencia como agente del progreso material, la ubicación del científico en la sociedad comienza a modificarse; deja de ser mirado con desconfianza o indiferencia por los responsables del poder político y económico, para empezar a ser considerado un colaborador indispensable de los mismos. Este proceso, que se inicia realmente con la madurez de la Revolución Industrial, se acelera en los últimos cincuenta años y, en la actualidad, el científico se ha integrado casi totalmente a la enorme y complicada maquinaria que dirige y controla la

sociedad contemporánea. En el camino –necesario e inevitable– ganó consideración social, prestigio y medios materiales para realizar más eficazmente su tarea, pero perdió la mayor parte de esa independencia que le permitió en el pasado desempeñar, en cierta medida, el papel de vanguardia esclarecida de la humanidad.

La consecuencia más importante de este proceso de institucionalización e instrumentalización de la ciencia es que la mayor parte de la investigación científica –sobre todo de la aplicada y de desarrollo, que constituye entre el 80 y el 90 por ciento de la investigación total– está determinada por las necesidades y objetivos de los centros de poder mundial, es decir, de las grandes potencias industriales. En la medida en que estas sociedades desarrolladas utilizan su poderío para subordinar y explotar a los países menos avanzados, la capacidad científica y tecnológica, al igual que la potencialidad económica y militar, es también un instrumento de dominación.

La característica quizá más importante de este nuevo instrumento de hegemonía es que, en general, obra en forma indirecta. No se trata de que los países desarrollados realizan sólo investigación que sirve exclusivamente para sus propios fines; gran parte de los resultados de su actividad científica son también potencialmente útiles para los países subdesarrollados, pero éstos, para aprovecharlos, necesitarían crear una capacidad científica y tecnológica propia suficiente para alcanzar, en este terreno, el grado de autodeterminación que les permita aplicar esos resultados a la resolución de sus problemas específicos. En otras palabras, necesitarían crear sistemas científicos de nivel –aunque no necesariamente de volumen– equivalente a los de los países adelantados.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que la creación de un aparato científico de esa magnitud, orientado además a la solución de los problemas específicos del subdesarrollo, no puede realizarse en poco tiempo. En el mejor de los casos, y suponiendo un esfuerzo considerable del conjunto de la sociedad, se requiere un período no menor de diez años para obtener los primeros resultados realmente significativos, y del orden de los veinte para obtener su integración efectiva con el sistema de producción global. Otro factor esencial a

considerar es que la ciencia requiere, para poder ser realmente efectiva en la promoción del progreso de una sociedad, condiciones económicas, políticas y sociales que ella misma no puede crear y que sólo pueden darse mediante una profunda transformación de las estructuras socioeconómicas que están en la base misma del subdesarrollo.

Las fuerzas –tanto internas como externas– que se oponen al cambio en los países subdesarrollados son totalmente conscientes de que el proceso de liberación, para poder realizarse plenamente, necesita utilizar esas poderosas herramientas de transformación que son la ciencia y la tecnología modernas. Saben también que la creación de un sistema científico eficiente es una tarea larga y difícil, y que cualquier progreso que se realice en ese sentido, aun en condiciones sociales y económicas adversas, puede ser vital cuando se den las circunstancias propicias para el proceso de cambio. Esta comprensión explica por qué uno de los objetivos más claros de las fuerzas regresivas ha sido siempre –particularmente en América Latina– la destrucción de los centros de actividad científica que, tanto por su nivel como por su sentido de responsabilidad social, podían llegar a convertirse en núcleos de un desarrollo científico realmente autónomo.

Las consideraciones precedentes, necesariamente breves y esquemáticas, muestran claramente que la creación de una capacidad científica y tecnológica de alto nivel es una de las condiciones esenciales para lograr la superación de la estructura del atraso y de la relación de dependencia que es, a la vez, su causa y efecto. Si bien es cierto que en las circunstancias socioeconómicas actuales de los países subdesarrollados no se dan las condiciones para que la ciencia pueda ejercer realmente su papel dinámico en el progreso social, es necesario tener en cuenta que las fuerzas de cambio de una sociedad no se generan simultáneamente en todos sus sectores, y que el adelanto relativo de uno de ellos puede ayudar a estimular el de los otros. Además, la concepción de una política de desarrollo científico y tecnológico es una tarea que no puede hacerse de un día para otro. Todo lo que se adelante ahora, aunque sea en el aspecto de su formulación, será tiempo ganado cuando llegue el momento de poder aplicarlo.

Para los científicos del Tercer Mundo, la aplicación de la ciencia a la superación del subdesarrollo representa uno de los desafíos morales e intelectuales más grandes de la historia. Su enfrentamiento decidido y consciente puede volver a dar al hombre de ciencia el papel liberador que tuvo en los comienzos de la revolución científica.

Capítulo I

El atraso científico y tecnológico de América Latina

El diagnóstico

La concepción de cualquier estrategia para superar el atraso científico y tecnológico de América Latina exige, como prerequisite indispensable, un diagnóstico correcto de la situación actual y de sus causas. En este capítulo nos referiremos a la situación actual, analizándola a través de los dos aspectos que resultan más importantes para interpretarla: las características de la actividad científica de la región, en cuanto a volumen, calidad, objetivos, etcétera, y la actitud de la sociedad con respecto a ella, por lo menos en aquellos campos en que es posible de alguna manera evaluarla o detectarla.

El atraso relativo de América Latina respecto de los países desarrollados, en todo lo que se refiere a creatividad científica y tecnológica, es bien conocido, pero es difícil de expresar claramente en cifras, debido a la escasez general de estadísticas confiables en la región. La magra información existente permite, sin embargo, formarse una idea bastante clara de la situación general:

En primer término, es necesario destacar que la diferencia en cantidad y calidad de la producción científica no es más que un aspecto de la brecha que separa a nuestros países de los más desarrollados. En los países adelantados, la mayor parte de la investigación científica y tecnológica se realiza en relación con temas que directa o indirectamente están conectados con sus objetivos nacionales, ya sean éstos de defensa, de progreso social, de prestigio, etcétera. El progreso científico se refleja en forma inmediata y espontánea en el funcionamiento de sus fábricas, en su tecnología agrícola, en su infraestructura y, en general, en el constante incremento de la producción. En América Latina, por el contrario, la mayor parte de la investigación científica que se efectúa guarda muy poca relación con las necesidades más apremiantes de la región. Para

demonstrarlo basta hacer una breve reseña de lo que sucede en el campo de los recursos naturales, que es todavía vital para la economía de prácticamente todos los países del área. En el caso de los recursos minerales es bien sabido que el mapa geológico general de un país constituye la base indispensable para cualquier plan regional de evaluación y prospección minera. Con algunas limitaciones, se puede decir que el conocimiento que tiene un país de su potencialidad en recursos minerales es proporcional al conocimiento que posee sobre sus condiciones geológicas. En América Latina se puede estimar que menos del 5 por ciento del área total ha sido mapeada geológicamente en las escalas apropiadas. Además, en muchos casos, la selección de las áreas estudiadas no se ha hecho en función de un mejor conocimiento de algunos de los recursos que se relacionan directamente con las condiciones geológicas del medio, como los minerales y el agua subterránea, sino por razones circunstanciales, como un mayor conocimiento previo del área, facilidades de acceso, preferencia del investigador, etcétera. Como contraste, conviene recordar que Canadá, con una superficie equivalente a la de la mitad de América Latina, ha mapeado más del 75% en esas escalas, y que China, en sólo siete años, ha hecho el relevamiento del 26% de su enorme territorio.¹ En lo que se refiere al inventario y evaluación, ninguno de los países de la región posee un inventario físico adecuado de sus recursos minerales conocidos, es decir, un inventario con información actualizada y completa sobre el tipo, calidad y características geológicas de las reservas de cada uno de los productos minerales de interés económico. Estas deficiencias de información se refieren a los recursos minerales más importantes, generalmente metales y combustibles. El conocimiento sobre los restantes es aún menor. Se puede afirmar que, sobre más del 70% de los productos minerales importantes para la industria moderna, la información existente es nula o demasiado general para ser de utilidad práctica.

En suelos, otro recurso que es esencial para el desarrollo de América Latina, la situación es similar a la que hemos descrito para los recursos minerales. Solamente entre el 8 y el 10% de los suelos de la región

1. *Organization et développement de la science en République Populaire de Chine*, Notes et Études Documentaires, Secrétariat Général du Gouvernement, París, 1966, p. 31.

han sido mapeados en escala de reconocimiento. Los mapas semidetallados abarcan entre el 4 y el 5% del área, y los detallados el 1%.² Además, la falta generalizada de investigaciones edafológicas básicas y coordinadas hace que, en muchos casos, no pueda saberse el significado de las unidades que aparecen en el mapa. La gravedad de estas deficiencias en el conocimiento de los suelos se refleja claramente en la siguiente afirmación del informe ya citado:

Es necesario tener en cuenta, en estos momentos en que se pretende programar el desarrollo latinoamericano, que no es posible pensar en una planificación que en la práctica se traduzca en mejoramientos concretos de la productividad agropecuaria, si no se cuenta con el apoyo de una información completa y segura sobre los suelos. Hasta ahora los países de la región no disponen de esa información, y además carecen de medios adecuados para obtenerla a breve plazo.

La situación descrita, y que se repite en el caso de los recursos forestales, el agua subterránea, etcétera, se refiere sólo a la fase más primaria de la investigación de los recursos naturales, que es la de realización del inventario físico. En la etapa industrial propiamente dicha, es decir, en la fase de elaboración y transformación, se observan las mismas deficiencias. La investigación tecnológica es muy escasa y “con gran frecuencia se limita a considerar las posibilidades de utilización industrial de los recursos naturales de la región en el ámbito del laboratorio, sin pasar a la etapa de planta piloto y sin considerar, por lo tanto, los aspectos técnicos y económicos de la transformación industrial”.³

La evaluación del sector agropecuario de la región revela también su atraso tecnológico. En la agricultura, el avance tecnológico se puede estimar a través del rendimiento unitario por hectárea de los cultivos.

2. CEPAL, *Los recursos naturales en América Latina, su conocimiento actual e investigaciones necesarias en ese campo*. Ver: *Los suelos*, E/CN 12/670/Add. 5, 1963.

3. *Informe final de la Conferencia Sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina*, UNESCO. Santiago de Chile, 1965, p. 41.

Durante el período que sigue a la segunda guerra mundial, la producción agrícola aumentó a un ritmo de 3,7% anual, lo que representa un crecimiento *per capita* de sólo el 0,8%. Lo más significativo es que las dos terceras partes de este aumento de la producción ha provenido del incremento del área cultivada, mientras que sólo una tercera parte es el resultado de una mejora en el rendimiento de la tierra.⁴ Las estadísticas de producción de un importante grupo de cultivo de la región (trigo, centeno, cebada, avena, maíz, arroz, papas, soya, algodón y tabaco), muestran que en el período 1948-1966, con muy pocas excepciones, como el caso del trigo y el algodón en México, y el maíz en Chile, los rendimientos han permanecido prácticamente estacionarios. Considerando los mismos productos, la situación en los países desarrollados es totalmente distinta. Así, en Europa occidental, el enorme incremento de la producción agrícola que se registra en el período de posguerra se debió en su totalidad a mejoras de los rendimientos, ya que el área cultivada permaneció constante. En Europa oriental y la Unión Soviética el 80% de ese incremento se debió al aumento de la producción por hectárea, y Estados Unidos logró aumentar su producción global en un 25%, a pesar de que el área cultivada disminuyó, en ese mismo período, en 18%. El contraste con América Latina se acentúa si se tiene en cuenta que los rendimientos medios de Europa y Estados Unidos ya eran considerablemente superiores al comienzo del período considerado.

En el sector pecuario, la situación es aún peor. Con excepción de Argentina, Uruguay y Chile, los rendimientos medios de carne, leche y lana son extraordinariamente bajos, y han permanecido prácticamente estancados en los últimos años. Como consecuencia, la producción de origen animal aumentó en América Latina a una tasa de sólo 1,3% anual en el período de posguerra, lo que significa una *disminución* del 2% anual de la producción por habitante.⁵ Esto sucede en una región en la cual, como ya hemos visto, más de

4. ILPES, *Elementos para la elaboración de una política de desarrollo con integración para América Latina*, INST/5.3/L.3, Santiago de Chile, 1968.

5. ILPES, *op. cit.*, p. VI-5.

la mitad de sus habitantes viven crónicamente subalimentados.

En lo que se refiere al desarrollo industrial en general, la situación no es mejor que la que hemos descrito para los recursos naturales y la agricultura. No existe prácticamente investigación tecnológica al nivel de las empresas; la mayor parte de la industria latinoamericana se estableció en base a la transferencia de técnicas provenientes de los países más desarrollados, sin que se realizara el mínimo de investigación tecnológica necesaria para adaptarse a las condiciones locales. En efecto, de acuerdo con un estudio de la CEPAL,⁶

en su mayor parte, el desarrollo experimentado por la industria ha consistido en estudiar la lista de las importaciones, seleccionar un producto definido cuya fabricación resulta comercial y tratar de reproducirlo en América Latina, muchas veces importando también la materia prima. En lo posible se ha tratado en estos casos de utilizar los mismos procedimientos en uso en el país de origen, improvisando muchas veces las técnicas sin mayor consideración de la calidad del producto ni de la productividad de la operación. Como la lista de los artículos terminados cuya reproducción en América Latina es económicamente viable va disminuyendo, el progreso de la industrialización por esta ruta se va haciendo cada vez más lento y difícil.

En cuanto a los institutos tecnológicos de la región, financiados en su mayor parte por los estados, además de la pobreza de medios humanos y materiales en que se desenvuelven, no amplían, en general, sus actividades al asesoramiento de la industria existente para la solución de los problemas de rutina.

En lo que se refiere a la investigación fundamental, la poca que se realiza en la región tiene lugar principalmente en las universidades o en institutos relacionados con ellas o con organismos estatales. Para formarse una idea de su volumen, en relación con la que se realiza en los países adelantados, se puede tomar como índice el porcentaje de

6. CEPAL, *Problemas y perspectivas del desarrollo industrial latinoamericano*, Solar - Hachette, Buenos Aires, 1964.

profesores de tiempo completo o *full time*. En 1964 había en la región 194 universidades con 634.000 estudiantes. En los Estados Unidos, con una población inferior, existen 5 millones de estudiantes universitarios, siendo esta proporción algo mayor en la Unión Soviética. La relación estadística entre el número de alumnos y de profesores es aproximadamente la misma (8 a 12 alumnos por profesor) en América Latina y Estados Unidos, pero mientras en este último país prácticamente todos los profesores son de tiempo completo, en nuestra región sólo el 10% se encuentra en esta condición.⁷

Es bien sabido que en las universidades sólo los profesores de tiempo completo están en condiciones de contribuir en forma significativa a la investigación científica. Esto significa que toda América Latina tiene algo más de 5.000 investigadores activos en sus universidades, contra unos 500.000 en los Estados Unidos. Esto sin tener en cuenta la enorme diferencia de medios materiales, y el hecho de que el concepto de tiempo completo es en nuestro medio, en muchos casos, muy elástico.

Otro hecho importante a tener en cuenta con los planes de investigación de las universidades de la región es que, con raras excepciones, no guardan ninguna relación con las necesidades de la industria, o con los problemas generales del desarrollo económico y social. Según el estudio ya citado de la CEPAL,⁸

en muchos casos, la investigación tecnológica se ha desarrollado como un apéndice de la investigación universitaria de carácter especulativo, como una forma de complementar la enseñanza teórica con el entrenamiento práctico, más que con la intención de atender directamente las necesidades de los medios industriales.

Para caracterizar mejor el estado de la actividad científica de la región, se puede también usar algunos datos cuantitativos, como el

7. UNESCO, *El científico en el desarrollo de América Latina*, pp. 8-9.

8. CEPAL, *op. cit.*, p. 58.

volumen de inversiones que se dedican a ID.⁹ La información sobre este tema es muy escasa en la región, pero es suficiente para dar una idea de la magnitud del esfuerzo.

En el año 1963 la inversión total de América Latina en ID fue de unos 200 millones de dólares, lo que significa aproximadamente el 0,2% del PNB y 0,7 dólares por habitante. Para tener una idea clara de lo que estas cifras significan, conviene compararlas con las correspondientes a las de algunos países desarrollados (cuadro 1). Se ve así que pequeños países como Holanda y Suecia, con poblaciones comparables a la de Chile, invierten más en ciencia y tecnología que toda América Latina; y que Canadá, con la misma población aproximadamente que Argentina, destina a ID más de 400 millones de dólares, es decir, el doble que el conjunto de los países de la región. En términos absolutos, los países desarrollados realizan un esfuerzo *per capita* en ID entre 12 y 134 veces superior al promedio de América Latina.

CUADRO 1
INVERSIONES EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

	Población (en millones)	Inversión total en ID (en millones de dólares)	% PNB	Inversión per capita (dólares)
Estados Unidos	187	17 531	3.1	93.7
Gran Bretaña	53	1 775	2.2	33.5
Francia	47	1 108	1.5	23.6
Holanda	12	239	1.8	20.1
Alemania	55	1 105	1.3	20.1
Bélgica	9	133	1	14.8
Japón	95	781	1.5	8.2
Canadá	19	430	1.1	22.5
Suecia	7.5	250	1.5	33.5
América Latina		200	0.2	0.7

Fuentes: OECD, *Review of national science policy, Japan*, París, 1967. Science Council of Canada, *Towards a national science policy for Canada*, Ottawa, 1968. OEA, *Estrategia para el desarrollo técnico de América Latina*, Viña del Mar, 1969.

9. La sigla ID (*investigación y desarrollo*) es el equivalente a la conocida sigla RD (research and development) de la literatura anglosajona sobre ciencia y tecnología. Se la usa para designar el conjunto de actividades de investigación, tanto científica como tecnológica.

La comparación del esfuerzo que cada país realiza en ID con el PNB *per capita* es también reveladora, ya que este indicador económico es el que mejor refleja la riqueza relativa de un país, y por ende su capacidad de realizar inversiones en rubros cuyos efectos sobre la economía se hacen sentir generalmente a mediano y largo plazo. En el cuadro 2, en el que se consignan las cifras correspondientes a un grupo de países representativos de la región, se puede ver que el esfuerzo relativo que realizan en ID es muy similar, pese a las grandes diferencias en el PNB *per capita*. Argentina y Venezuela, por ejemplo, los dos países con mayores ingresos por habitante de América Latina, destinan a ID una proporción de su PNB similar al del resto de los países registrados, a pesar de tener ingresos *per capita* entre dos y cinco veces superiores aproximadamente.

CUADRO 2

	PNB per capita (dólares)	ID % PNB
Argentina	780	0.2
Bolivia	160	0.2
Brasil	240	0.2
Colombia	280	0.4
Ecuador	190	0.1
Perú	320	0.1
Venezuela	850	0.1
México	470	0.15

Fuentes: Para Argentina: Araoz Alberto, *Investigación y desarrollo industrial en la Argentina*, Estudios sobre la Economía Argentina, CGE, núm. 3, 1968.

Para el resto de los países: OEA, *Estrategia para el desarrollo técnico de América Latina*, Viña del Mar, Chile, 1969. PNB: Banco Mundial, 1969.

Se dice muchas veces que la razón de que los países de América Latina destinen una proporción tan baja de sus recursos a ciencia y tecnología, es que son pobres, con muy bajos ingresos *per capita*. Esto puede ser una explicación razonable para algunos países de la región —aunque, como veremos más adelante, el ser pobres es precisamente una razón fundamental para invertir más en ciencia— pero no lo es ciertamente para otros. En el cuadro 3 puede verse que

algunos de los países del mundo que destinan una proporción más alta de sus recursos a ciencia y tecnología, y que acusan posiciones de vanguardia por sus éxitos en ese campo, poseen ingresos *per capita* comparables a los de algunos países de América Latina.

CUADRO 3

	PNB per capita (<i>dólares</i>)	ID % PNB
URSS	890	2.2
Japón	860	1.5
Israel ¹	1 160	1.1
Argentina	780	0.2
Venezuela	850	0.1

Fuente: *Finanzas y desarrollo*, publicado por el FMI y el BM, vol. 6, núm. 1, 1969.

1. Incluye sólo investigación civil.

En cuanto al origen de los fondos destinados a ID, aunque no se dispone de cifras precisas al respecto, puede afirmarse que provienen casi en su totalidad del sector público. Esto se confirma examinando la distribución de gastos por sector de ejecución de la investigación. En el cuadro 4 se compara esta distribución en un grupo de siete países latinoamericanos, con la de Estados Unidos y varios países de Europa occidental. Puede verse así que, a diferencia de lo que sucede en los países desarrollados, en América Latina la contribución del sector privado a la ID es insignificante. En el trabajo de la OEA, ya citado, se estima que la participación global del sector privado de la economía es aproximadamente del 3,5% del total que se invierte en actividades de investigación, es decir, alrededor del 0,007% del PNB de la región. Esta estimación coincide muy estrechamente con la de V. L. Urquidi,¹⁰ que calcula ese valor en aproximadamente el 0,005% del PNB.

10. Víctor L. Urquidi, "Some implications of foreign investment", en Claudio Véliz (comp.), *Obstacles to Change in Latin America*, Oxford University Press, 1967, p. 102.

CUADRO 4

ESTRUCTURAS DE LOS GASTOS EN ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS, SEGÚN SECTORES DE EJECUCIÓN (%)

	Sector público	Sector privado	Centros de educación superior	Total (en millones de dólares)
Estados Unidos	19	71	10	18 117
Bélgica	22	65	13	105
Francia	38	48	14	958
Alemania	19	61	20	1 110
Holanda	26	60	14	251
Inglaterra	32	63	5	1 917
Argentina	64	2	34	38.9
Bolivia	53	—	47	0.7
Brasil	67	—	33	30.4
Colombia	49	6	45	11.8
Ecuador	30	5	65	0.8
Perú	23	7	70	2.8
Venezuela	14	1	85	13.4

Fuente: OEA, Consejo Interamericano Cultural, *Estrategia para el desarrollo técnico de América Latina*, Viña del Mar, Chile, 1959.

Las cifras que acabamos de comentar confirman claramente lo que ya habíamos visto antes en forma general: que el sistema productivo de la región, fundamentalmente el sector industrial, no realiza ni apoya investigación científica y tecnológica, limitándose a copiar las soluciones técnicas generadas en otras partes del mundo, o improvisando soluciones pragmáticas sin base en ningún esfuerzo serio de investigación. Esto, unido al hecho de que un alto porcentaje de la investigación se realiza en las universidades y es predominantemente investigación básica, señala una característica del aparato científico latinoamericano que es tan sintomática, o más, que su escaso desarrollo: el neto predominio de la investigación básica sobre la aplicada, con la consiguiente desvinculación con las necesidades del desarrollo de la región que señalamos al comienzo de este capítulo.

Para completar este escueto análisis del estado de la investigación científica y tecnológica en América Latina, debemos hacer también una breve revisión del sistema educacional.

En la mayoría de los casos, cuando se analiza el problema educacional en relación con la actividad científica sólo se considera la enseñanza universitaria o de tercer ciclo, sobre la base de que en esta etapa se forma el personal de alto nivel con el que luego se integran los cuadros de investigadores. Sin embargo, la eficiencia de la educación en los dos primeros ciclos es tan importante para el progreso científico y tecnológico como la preparación de universitarios, ya que para que la creación científica se convierta en uno de los motores del progreso económico y social es necesario que existan los mecanismos de trasmisión de sus resultados al cuerpo de la sociedad. La industria exige no sólo personal técnico especializado de alta calidad, sino también mano de obra de buen nivel educacional, capaz de comprender los complejos métodos y procesos modernos de producción y de adaptarse fácilmente a sus rápidos cambios. Por otra parte, la industrialización trae como una de sus consecuencias el crecimiento cuantitativo y cualitativo del sector de servicios, el que también tiene cada día exigencias más rigurosas del nivel de instrucción.

Otro hecho fundamental, y que está ligado estrechamente con el problema educacional, es que la proporción de personas con vocación y aptitud potencial para la creación científica es muy limitada y está repartida uniformemente en todos los niveles sociales. Este grupo, relativamente reducido, constituye el precioso “capital intelectual” de cuyo aprovechamiento racional depende en primer lugar la posibilidad del desarrollo científico. En los países subdesarrollados, la mayor pérdida de este capital intelectual se produce precisamente en el ciclo de educación primaria, debido a que una alta proporción de la población escolar perteneciente a los sectores más pobres de la sociedad no tiene acceso al mismo o no alcanza a completarlo.

Veamos entonces, en primer término, qué es lo que sucede en los primeros niveles de la educación. El cuadro 5 muestra las cifras de analfabetismo en América Latina (1966). El porcentaje de analfabetos oscila, por países, entre alrededor del 9% y el 85%, con un valor medio para el conjunto de la región de 35%.

CUADRO 5
POBLACIÓN Y ANALFABETISMO (1968)

<i>País</i>	<i>Población (miles)</i>	<i>% Analfabetos (15 años y más)</i>
<i>Región</i>	206 240	35
Trinidad y Tobago	828	7
Argentina	20 000	8.6
Uruguay	2 593	9.7
Costa Rica	1 336	15.7
Chile	7 374	16.4
Jamaica	1 614	18.1
Cuba °	7 000	20
Paraguay	1 816	25.7
Panamá	1 076	26.7
Ecuador	4 515	32.7
Venezuela	7 524	33.5
México	34 923	34.6
Colombia	14 443	37.5
Perú	9 907	32.4
Brasil	70 967	39.5
Rep. Dominicana	2 611	40.1
Nicaragua	1 536	50.4
El Salvador	2 511	51
Honduras	1 885	55
Bolivia	3 453	61.2
Guatemala	3 765	68.5
Haití	4 156	85.5

Fuente: UNESCO, *Educación y desarrollo en América Latina*, Solar - Hachette, Buenos Aires, 1967.

La situación, sin embargo, es mucho peor que la que reflejan estas cifras. Según la fuente ya citada¹¹

se estima que de los seis millones de alumnos que egresaron del sistema escolar entre 1964 y 1965, al completar el ciclo o antes de completarlo (desertores) casi la mitad no había pasado del primer grado, y la suma total de abandonos hasta el 4° grado ascendía a un 70%. Sólo un 25% egresó con seis o más grados de escolaridad.

Como puede verse en el cuadro 6, aun en los países más adelantados de la región en el campo educacional, como Uruguay y Argentina, las tasas

11. UNESCO, *op. cit.*, p. 28.

de deserción escolar antes del 6° grado alcanzan y superan, respectivamente, el 50%. La mayor parte de esos egresados no figurarán nunca en las estadísticas como analfabetos y, sin embargo, a los fines de su incorporación efectiva a la civilización industrial, virtualmente lo son.

En lo que se refiere a la formación de personal científico y técnico en los niveles superiores de educación, en el cuadro 7 se compara la proporción de ese personal en la población total activa de un grupo representativo de países latinoamericanos con la correspondiente a Estados Unidos y algunos países de Europa occidental. Según esas cifras, los países de América Latina tienen un porcentaje de científicos y técnicos entre 2 y 7 veces menor que el promedio de los países de Europa occidental, y entre 3 y 9 veces menor que el de los Estados Unidos.

CUADRO 6
PORCENTAJE DE MATRICULADOS Y RETENCIÓN ESCOLAR
EN LA ENSEÑANZA PRIMARIA (1965)

	<i>% de matrícula primaria y ciclo básico de la po- blación de 7 a 15 años</i>	<i>Tasa de retención hasta 6º grado</i>
Región	71	25
Argentina	99	40
Bolivia	52	20
Brasil	66	22
Colombia	69	21
Costa Rica	92	37
Cuba	94	38
Chile	85	39
Ecuador	73	24
El Salvador	63	24
Guatemala	44	16
Haití	31	14
Honduras	54	16
México	75	28
Nicaragua	60	11
Panamá	86	48
Paraguay	82	19
Perú	80	30
Rep. Dominicana	64	9
Uruguay	95	52
Venezuela	88	35

Fuente: UNESCO, *Educación y desarrollo en América Latina*, Solar - Hachette, Buenos Aires, 1967.

Para apreciar el verdadero significado de estas cifras, sin embargo, es necesario tener también en cuenta otros factores. Para definir la condición de personal científico y técnico —por lo menos en los niveles superiores, que son los que interesan fundamentalmente en la investigación científica y tecnológica— se ha tenido en cuenta la posesión de un título de nivel universitario o equivalente. En los países desarrollados, la mayor parte de los graduados en ciencias están capacitados para la investigación, porque estudiaron en universidades donde la casi totalidad de los profesores son investigadores activos, y en las cuales se realiza una intensa actividad de posgrado. En nuestra región, como ya hemos visto, se hace muy poca investigación en las universidades, y el nivel de estudios de posgrado prácticamente no existe; como consecuencia, la mayor parte de los graduados en carreras científicas reciben un entrenamiento de carácter esencialmente profesional que no los prepara para la investigación. En resumen, la disponibilidad de recursos humanos para la investigación de los países de América Latina, en comparación con la de los países desarrollados, es mucho menor que la que surge de las cifras comparativas que acabamos de examinar.

CUADRO 7
PERSONAL CIENTÍFICO Y TÉCNICO EN LA
POBLACIÓN ACTIVA CIVIL TOTAL

<i>País</i>	<i>Personal científico y técnico %</i>
Alemania (R. F.)	1.9
Bélgica	2.2
Dinamarca	1.7
Estados Unidos	2.7
Francia	1.9
Noruega	2
Suecia	2.6
Argentina	0.8
Costa Rica	0.7
Uruguay	0.9
Ecuador	0.3
Perú	0.5
Venezuela	0.6

Fuentes: OCDE, *Éducation, ressources humaines et développement en Argentine*, París, 1967.
OEA, *Estrategia para el desarrollo técnico de América Latina*, Viña del Mar, Chile, 1969.

La actitud de la sociedad latinoamericana frente a la ciencia

Considerando el panorama que acabamos de esbozar, resulta pertinente preguntarse cuál es la actitud de la sociedad latinoamericana frente a la ciencia y, en particular, frente a la precariedad de su desarrollo en la región. Esta pregunta es muy importante, pero muy difícil de contestar, porque la actitud de la sociedad no puede expresarse fácilmente en cifras, como sucede con la magnitud del esfuerzo científico o con el estado del sistema educacional.

En primer lugar, es necesario especificar que no nos referiremos a la sociedad en su conjunto, sino a aquellos sectores que ejercen de manera más o menos directa el poder político y económico. El motivo de esta selección es bien claro. Se dice a veces que en los países desarrollados, al contrario de lo que sucede en los países atrasados, el “hombre común” u “hombre medio” es plenamente consciente del valor de la ciencia y de la tecnología para el progreso social, y eso explica, en gran medida, el apoyo que esas actividades reciben. La verdad es, sin embargo, que en esos países la ciencia pudo progresar, no porque el hombre común fuera especialmente lúcido con respecto a ella sino porque, a la inversa, ese hombre aprendió a valorar la ciencia, y por lo tanto a apoyarla, a través de los beneficios que recibió de la misma. Hasta fines del siglo XIX el hombre común de los países adelantados no tenía una idea más clara del valor de la ciencia para la sociedad que la que tiene actualmente el hombre del pueblo en nuestra región. La época “heroica” de la ciencia europea, en la cual pequeños grupos de científicos trabajaban con la mayor precariedad de medios, y casi totalmente desvinculados del conjunto de la sociedad, está demasiado cercana para que sea necesario evocarla en detalle.

El caso de algunos de los “recién llegados” al mundo de los países desarrollados, como Japón y Rusia, ejemplifica más claramente lo que acabamos de decir. Hasta la Revolución de 1917, Rusia fue un país subdesarrollado, con la enorme mayoría de su población en un estado de atraso e ignorancia comparable al de los sectores más relegados de la América Latina actual. Japón, hasta la mitad del siglo pasado, fue

una sociedad feudal que vivía en la era precientífica, prácticamente sin contacto cultural con los países donde se desarrollaba la Revolución Industrial. A nadie se le puede ocurrir afirmar seriamente que la gran capacidad científica desarrollada por esos países en las últimas décadas se debe a que sus pueblos tuvieron una especial capacidad para apreciar el valor de la ciencia como instrumento de progreso social.

Es evidente, entonces, que el adelanto científico de los países actualmente industrializados se originó en la acción de sectores dirigentes, que comprendieron el enorme valor de la ciencia para implementar los objetivos que se plantea la sociedad. La apreciación de ese valor en el conjunto del cuerpo social se produce con posterioridad, y precisamente como consecuencia de los resultados obtenidos. Esto no significa en absoluto suponer que las masas populares son sujetos pasivos en un proceso protagonizado por élites dirigentes; lo que sucede es que la ciencia es una actividad sumamente complicada, y cuya aplicación al quehacer social requiere un conocimiento íntimo de su naturaleza y de las complejas condiciones que requiere su crecimiento. Ese conocimiento, como es obvio, es sólo accesible a los sectores más informados de la sociedad.

Podría decirse que el panorama verdaderamente desolador de la actividad científica en nuestra región es suficiente por sí solo para caracterizar la actitud de las clases o sectores dirigentes. Se suele argumentar, sin embargo, que el aparato científico de la región es pobre por razones ajenas a la voluntad del poder político o económico, en el sentido de que ofrece dificultades de crecimiento que son inherentes a la modalidad del ambiente intelectual o a las características generales del medio. Según esa posición, habría una insuficiencia intrínseca de la estructura misma, que la hace incapaz de responder a las demandas de la sociedad. Veamos qué es lo que sucede en realidad, utilizando los elementos de juicio más accesibles, y que son evidentes aun en un análisis muy somero del problema.

Es un hecho bien conocido, por ejemplo, que las universidades, a pesar de que constituyen los centros más importantes de actividad científica de la región, no han tenido nunca una demanda específica significativa de investigación por parte de los gobiernos. Los

organismos nacionales de planificación, cuando existen, raramente plantean los problemas del desarrollo de manera tal que puedan ser estudiados científicamente por los organismos universitarios. El proceso ha sido a veces más bien a la inversa. Algunas universidades han tratado de establecer consejos o grupos de planeamiento que estudiaran problemas nacionales, pero debido precisamente a la falta de demanda estas tentativas no han tenido éxito.

Algo similar sucede con los Consejos de Investigación que, bajo diversas formas institucionales, existen en el continente. En general gozan de una amplia autonomía, que es más el producto del desinterés, por parte de los gobiernos, del papel de la ciencia en la sociedad que de un respeto legítimo por la libertad de la creación intelectual. Esto se ve muy claramente porque esos Consejos carecen en general de autoridad real y de medios para elaborar una verdadera política de desarrollo de la ciencia, a pesar de que esa función figura casi siempre en la ley o estatuto que le dio origen. En muchos casos, se critica a esos Consejos haciéndolos responsables directos de la falta de una política científica coherente en los países de la región. Sin tratar de disminuir la responsabilidad que en el estado de cosas que estamos analizando le cabe a esos organismos, es ingenuo suponer que para impulsar una verdadera política de desarrollo científico basta meramente con crear organismos con la capacidad formal de hacerlo. Para establecer una política para la ciencia, es necesario que el poder político tenga una conciencia clara de las necesidades y de los objetivos nacionales, y sepa formularlas en términos susceptibles de estudio científico, creando de esta manera una demanda concreta sobre las instituciones de investigación. Sin esta demanda explícita, como sucede en nuestro medio, los organismos de planificación científica carecen de objetivos y de términos de referencia para orientar su acción. *Una política científica efectiva no es la generadora de un esfuerzo consciente y profundo de desarrollo, sino una de sus consecuencias.*

La conocida historia de muchos organismos de investigación científica de la región es también reveladora. La experiencia muestra que con mucha frecuencia esos organismos, apenas son creados, a veces con mucho entusiasmo y esfuerzo, comienzan una dura y larga lucha

por sobrevivir. Esa subsistencia precaria se consigue casi siempre por el esfuerzo de sus integrantes, y no porque los gobiernos demuestren tener conciencia de que el mantenimiento de esas instituciones es una necesidad vital para el país; las autoridades proceden, en general, como si la ayuda que prestan, casi siempre mal y tarde, fuera un acto de filantropía hacia los investigadores que trabajan en ellas. En casi toda América Latina se pueden encontrar ejemplos de esos institutos de investigación que, a los pocos años de su creación, son poco más que cáscaras vacías que sólo albergan costosos equipos —recuerdos casi siempre de épocas transitorias de prosperidad, o de donaciones extranjeras— y unos pocos científicos que han podido resistir la continua penuria de medios y la indiferencia de las autoridades, o que no han encontrado todavía oportunidad de emigrar hacia ambientes más propicios para el trabajo intelectual.

Esta situación de indiferencia y abandono es la que impera en el mejor de los casos, es decir, cuando se trata de gobiernos liberales surgidos de elecciones más o menos libres. Cuando estos gobiernos son desplazados violentamente del poder, como sucede con tanta frecuencia, el problema se agrava. En el caso de las universidades, las consecuencias han sido descritas por Darcy Ribeiro:¹²

En tanto o donde se mantiene el régimen liberal, la universidad consigue imponer un modus vivendi a las instituciones reguladoras del orden, preservando cierto grado de autonomía. Siempre que se rompe la legalidad democrática, sin embargo, aunque la universidad se reconcentre en una actitud reservada, evitando contactos con los nuevos grupos gubernamentales, éstos acaban por entrar en choque con ella. Entonces sus casas de estudios son invadidas, sus profesores y estudiantes perseguidos, encarcelados y, muchos de ellos, expulsados de sus países. El carácter reiterativo de estas crisis no permite a ninguna universidad consolidarse porque, cuando una de

12. Darcy Ribeiro, *Política de desarrollo autónomo de la universidad latinoamericana*, Seminario sobre política cultural autónoma para América Latina, Montevideo, 1968.

ellas consigue desarrollar, a través de esfuerzos ingentes, una masa crítica mínima de recursos humanos y materiales para el ejercicio adecuado de sus funciones, justamente sobre ella recae la acción represiva. Así, a períodos de trabajo fecundo se suceden fases de conflagración, luego de las cuales hay que retomar las obras interrumpidas y las instituciones degradadas para rehacerlas y restaurarlas.

Es muy sugestivo el hecho de que la acción represiva más intensa se ejerza con frecuencia precisamente sobre las facultades o universidades que por cultivar disciplinas básicas, o por su organización y orientación, son las que más pueden contribuir a la formación de una capacidad científica autónoma. La revolución militar de Brasil destruyó la Universidad de Brasilia, y la argentina de 1966, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, además de provocar un fuerte éxodo de científicos de otras instituciones. En ambos casos se trata de los intentos más exitosos de desarrollar centros de investigación autónomos, de jerarquía internacional, en esos países. Si quedara alguna duda de que no se trató simplemente de un acto irreflexivo ejecutado como producto de la pasión política momentánea, basta señalar, para disiparla, que todos los hechos posteriores indican el propósito de mantener esos centros científicos en el lamentable estado en que quedaron después de su intervención.

Hasta ahora nos hemos referido exclusivamente a la actitud del poder político, pero casi todo lo que hemos dicho se puede aplicar –salvando las naturales diferencias de modo de manifestarse– a la mayor parte de los sectores empresariales. Ya hemos visto que la contribución privada al esfuerzo de investigación científica es prácticamente nula, lo que por sí solo es un índice claro de la absoluta falta de interés por el mismo. Por otra parte, cada vez que se destruye un centro de investigación, los sectores económicos y los órganos de difusión que los representan discuten el hecho –cuando lo hacen– casi exclusivamente en términos de su justificación política, sin demostrar mayor interés por las consecuencias que esa pérdida puede tener para la capacidad científica del país. Los centros que

agrupan a los productores industriales y agropecuarios de la región emiten continuamente largas declaraciones –difundidas profusamente por la prensa– enjuiciando severamente todas las medidas gubernamentales que, en su opinión, afectan directa o indirectamente sus intereses. No obstante, cuando esos mismos gobiernos destruyen en un día centros de investigación que tanto ha costado crear, esos sectores empresarios no parecen darse cuenta de que se está comprometiendo seriamente la capacidad de progreso de las actividades industriales y agrarias.

Esta actitud, que por la influencia de los órganos de difusión masiva se trasmite en buena medida a casi todos los sectores sociales, contrasta notablemente con lo que se observa en los países desarrollados. En éstos también se producen conflictos políticos con las universidades –basta recordar los casos de Francia y Estados Unidos en los últimos años– pero a nadie se le ocurre que para definirlos se pueda comprometer la capacidad creativa del país arrasándolas, y obligando a emigrar a muchos de sus profesores. El caso de la campaña de persecución política iniciada por el senador Mc Carthy en Estados Unidos hace algunos años es ilustrativo. Una de las causas que más contribuyó a su desprestigio y caída final fue la creciente preocupación de los medios políticos y económicos por el efecto nocivo que esa campaña comenzaba a tener sobre los centros académicos y, en consecuencia, sobre la capacidad científica del país.

En esta breve caracterización de la actitud de las clases dirigentes latinoamericanas con respecto a la actividad científica, no es posible olvidar el problema de la emigración de científicos, de la “fuga de cerebros”, como se la ha dado en llamar. Como es bien sabido, América Latina, como el resto del mundo subdesarrollado, sufre un continuo drenaje de su escaso personal científico y tecnológico capacitado, a través de su emigración a los países más adelantados, especialmente los Estados Unidos. Este proceso, que se produce en forma ininterrumpida desde hace muchos años, adquiere caracteres realmente dramáticos cada vez que un gobierno de fuerza destruye el precario orden institucional de alguno de los países de la región.

Pocos problemas han recibido tanta publicidad en nuestro medio como el que estamos considerando. Se confeccionan estadísticas, encuestas, estudios desde todos los ángulos –sociológicos, económicos, etcétera– se designan comisiones para que propongan soluciones, y ya es difícil escuchar un discurso oficial sobre planes de gobierno en el que no se señale la necesidad de terminar con este éxodo. Toda esta preocupación, sin embargo, es meramente verbal, como lo demuestra claramente el hecho de que no hace prácticamente nada para detener, no digamos ya revertir, este movimiento migratorio. Esta posición pasiva es la que impera en el mejor de los casos. En otros –entre los cuales se cuentan algunos de los recientes gobiernos de fuerza, y que figuran entre los más verborreicos en lo que respecta al reconocimiento del valor de la ciencia– se acentúan por el contrario algunas de las causas inmediatas del éxodo de intelectuales: intervención a los centros de estudio e investigación, subordinación de los valores intelectuales a la obsecuencia política para acceder a los cargos académicos, trabas a la libre difusión de las ideas, etcétera.

Se afirma con frecuencia, sobre todo en los altos círculos políticos y económicos, que no se puede detener la emigración, porque resulta imposible competir con los países adelantados en los sueldos, equipamiento, facilidades de trabajo, etcétera, que éstos pueden ofrecer a los científicos. La verdad, sin embargo, es que los países receptores no tienen necesidad de establecer ninguna clase de competencia; gran parte de los intelectuales que emigran no tienen simplemente opción: no se les ofrecen oportunidades de trabajo en sus países de origen, o directamente se los obliga a irse.

Se podrían seguir acumulando evidencias reveladoras de la posición de los sectores dirigentes de América Latina con respecto a la ciencia y la tecnología, pero lo que hemos dicho es suficiente y, por otra parte, ampliamente conocido. La conclusión obvia es, entonces, no sólo que el aparato científico de América Latina es extremadamente reducido, sino que, además, trabaja en el vacío, es decir, no recibe demanda de parte de la sociedad. Esto explica las dos características más salientes de la actividad científica de la región

que hemos visto antes: su pequeño volumen y la preponderancia de la investigación básica sobre la aplicada.

La conclusión a que hemos llegado indica, sin lugar a dudas, que el atraso científico de la región no es meramente circunstancial, sino una consecuencia de condiciones básicas de la sociedad latinoamericana actual. En el siguiente capítulo trataremos de determinar cuáles son esas condiciones, y sus causas.

Capítulo II

El desarrollo científico y las condiciones socioeconómicas de América Latina

Las causas del atraso científico

¿Cuáles son las causas del retraso científico y tecnológico de América Latina? Las respuestas que se dan más comúnmente a este interrogante son de dos tipos. El primero radica las causas del retraso en alguna condición básica, inherente a los pueblos de América Latina, que los incapacita para el progreso material. Se expresa diciendo que los latinoamericanos no tienen la predisposición para la técnica que es tan característica de los pueblos europeos. El segundo tipo, muy popular en reuniones de científicos, conferencias internacionales, etcétera, acude a razones mucho más circunstanciales: falta de fondos por incomprensión e ignorancia de los gobiernos, trabas burocráticas, incomprensión general de la sociedad latinoamericana de la importancia de la ciencia, etcétera.

Para refutar el primer tipo de argumento basta recordar que lo mismo se dijo de los eslavos hasta que la Unión Soviética lanzó su primer satélite artificial derribando el mito; de los asiáticos en general hasta que Japón, en 1905, derrotó militarmente a una de las mayores potencias occidentales, y de los chinos, en particular, hasta que detonaron su primera bomba de hidrógeno en un tiempo considerado excepcionalmente breve, aun para una potencia científica de primer orden. Pese a la evidente falacia del argumento, sin embargo, se seguirá sosteniendo, incluso por personas de la región, hasta que los latinoamericanos prueben, con hechos indubitables, que se trata de uno de los tantos mitos que se han esgrimido a través de la historia para ocultar las verdaderas causas de la miseria y la opresión de grandes sectores de la humanidad.

El segundo tipo de explicación está más cerca de la realidad, pero no va al fondo del problema. En efecto, es cierto, como ya hemos visto, que en América Latina los gobiernos y los sectores dirigentes no apoyan realmente el desarrollo científico y que esto se traduce en escasez de fondos, trabas burocráticas, falta de comprensión del papel de la ciencia en la sociedad, etcétera. Pero esta explicación toca solamente los efectos más visibles de causas que están profundamente enraizadas en las condiciones socioeconómicas de la sociedad latinoamericana. Su defecto principal es que trata el atraso científico y tecnológico en forma aislada, sin relacionarlo con los factores esenciales que condicionan el subdesarrollo general de la región.

En los últimos años, los economistas y sociólogos de América Latina han realizado un profundo análisis de la realidad latinoamericana, señalando sus diferencias con los países más adelantados. En particular, han puesto de relieve que el subdesarrollo no es meramente una etapa temprana del desarrollo, sino una situación estructuralmente diferente, en gran parte generada y condicionada por la misma existencia y evolución de las sociedades desarrolladas. Esta condición de países periféricos, con respecto a las llamadas economías centrales, ha marcado profundamente las características socioeconómicas y culturales de los países de la región. Basándonos en este marco de referencias trataremos de determinar, en forma necesariamente muy esquemática, cuáles son los factores que inciden en el atraso científico y tecnológico de nuestro medio.

En el mundo moderno, el impulso de la investigación científica y tecnológica se produce principalmente por dos caminos: el Estado, en la medida en que trata de alcanzar los grandes objetivos que se plantea la sociedad, y el empresariado industrial, que en su deseo de aumentar continuamente su nivel de productividad y de eficiencia genera e impulsa la investigación tecnológica que transfiere en beneficio de la sociedad los resultados de la investigación científica. Es evidente que es difícil estudiar en forma totalmente aislada la acción del Estado y la de los sectores productivos, debido a su íntima relación y condicionamiento mutuos. Sin embargo, considerando que su acción sobre la ID se ejerce a través de mecanismos y modalidades

distintas, los trataremos por separado, si bien teniendo siempre en cuenta esta interrelación fundamental. En primer lugar nos referiremos al Estado.

Para considerar muy brevemente la acción del Estado como impulsor del desarrollo científico y tecnológico, conviene dividirla en dos períodos: el que va desde la independencia hasta aproximadamente la primera guerra mundial, y el que le sigue hasta la actualidad. En el primer período se produce lo que se ha denominado “crecimiento hacia afuera”. El crecimiento económico dependió esencialmente de la actividad productora de materias primas para la exportación, la que se desarrolló sobre la base de la inversión extranjera en la mayoría de los países de la región. Si bien en este período los sistemas productivos se expandieron considerablemente en respuesta de la demanda exterior, esto se hizo más mediante una explotación más extensiva de los recursos naturales y de la mano de obra que por la introducción de innovaciones tecnológicas. El desarrollo del sector manufacturero fue muy escaso, porque los recursos obtenidos del sector básico de exportación permitían obtener bienes manufacturados de los países adelantados a precios relativamente convenientes. En términos generales, los recursos provenientes del sector exportador no se canalizaron para desarrollar otros sectores más dinámicos de la economía, en gran parte porque “el Estado se convirtió abiertamente en el sirviente de las clases dominantes, los propietarios nacionales y extranjeros en el sector exportador, sus sostenedores urbanos y los propietarios de la tierra, quienes estaban frecuentemente conectados con el comercio de exportación”.¹

En el período que sigue a la primera guerra mundial se acelera la industrialización de América Latina, principalmente como producto de contingencias originadas fuera de la economía latinoamericana y de sus centros de decisión. Según Osvaldo Sunkel,²

1. Aníbal Pinto, en Claudio Véliz (comp.), *Obstacles to change in Latin America*, Oxford University Press, 1967, p. 19.

2. Osvaldo Sunkel, *El marco histórico del proceso de desarrollo y subdesarrollo*, Cuadernos del ILPES, serie II, Santiago de Chile, 1967.

El fenómeno de la industrialización comienza a acelerarse en América Latina desde la primera guerra mundial y recibe un nuevo impulso a raíz de la crisis de 1930, impulso que se renueva con el segundo conflicto bélico. Con posterioridad a la segunda guerra mundial ya se transforma en una política deliberada en prácticamente todos los países de América Latina.

En efecto, estos acontecimientos externos modificaron profundamente la estructura del comercio internacional y dificultaron, durante períodos relativamente largos, la importación de bienes manufacturados. Simultáneamente, el continuo deterioro del precio de las materias primas con respecto a los productos manufacturados, y el acelerado crecimiento demográfico de los países de la región, hicieron cada vez más difícil mantener el viejo esquema económico basado en la exportación de materias primas y en la importación de manufacturas. La industrialización así comenzada se basó, casi exclusivamente, en la sustitución de importaciones, con la incorporación directa de tecnologías provenientes de los países desarrollados, o con la aplicación de soluciones pragmáticas con poca o ninguna investigación técnica.

Mientras se desarrolla este proceso de industrialización, comienza el acceso al poder político de una clase media en rápida expansión, y enriquecida sobre todo en las actividades comerciales y en la pequeña industria. Este acceso de la clase media al poder que se registra en América Latina en las últimas décadas no fue acompañado, como sucedió en Europa durante la Revolución Industrial, por el pase a una sociedad con cambios institucionales adaptados al crecimiento industrial:

...dos o tres décadas de este tipo de crecimiento industrial 'accidental' no han resultado en la creación de una cultura industrial que sea posible considerar como una alternativa al complejo cultural tradicional de las clases superiores. En América Latina, la industrialización no es ni el producto de la actividad de una burguesía industrial ascendente, ni la ha producido.³

3. Claudio Véliz, *Obstacles to change in Latin American*, Oxford University Press, 1967, p. 6.

Esta clase media tiene acceso al poder con partidos políticos que, con raras excepciones, son predominantemente partidarios del comercio libre, liberales anticlericales y no industriales. Su debilidad fundamental es que no presentan ninguna alternativa coherente al modelo de desarrollo sostenido por los sectores tradicionales.

El resultado, sobre la actividad del Estado, de esta contradicción entre la filosofía política que lo informa y las necesidades impuestas por los nuevos factores que afectan la economía mundial y de la región, ha sido descrito por M. Kaplan:⁴

El Estado de los países latinoamericanos ha heredado y continúa una tradición secular de 'leseferismo' liberal, que presenta su intervencionismo como anormal y transitorio, e incapacita al gobierno para plantear y resolver los problemas de acumulación e inversión eficiente del ahorro nacional, de la extensión del mercado interno y de la regulación de las transacciones externas. Las estructuras gubernamentales tienden, cada vez más, a carecer de estabilidad, eficacia y prestigio, hasta para cumplir las funciones y servicios tradicionales. El proceso de cambio, la multiplicación de tareas nuevas, la insuficiente capacidad política y administrativa del Estado para cumplir responsabilidades ampliadas, paralizan o desvirtúan sus decisiones y sus actos, agravan su inestabilidad, su ineficiencia, y su desprestigio.

El Estado tuvo un papel importante en el proceso de industrialización, pero, por las razones que acabamos de ver, no como resultado de decisiones deliberadas de parte de una élite burocrática o política, sino como respuesta a situaciones impuestas por circunstancias externas. Los gobiernos se enfrentaron con un proceso de industrialización que, pasada la coyuntura internacional favorable, sólo podía mantenerse mediante una fuerte acción proteccionista

4. Marcos Kaplan, *Desarrollo socioeconómico y estructuras estatales en América Latina*, Aportes, Instituto Latinoamericano de Relaciones Internacionales, París, 1967, p. 31.

del Estado, pero cuya destrucción acarrearía grandes perturbaciones económico-sociales. Ante esta disyuntiva, la política de fomento a la industria se redujo principalmente a levantar barreras aduaneras para protegerla de la competencia exterior, sin hacer ningún esfuerzo serio para crear, en esos períodos de protección, las condiciones necesarias para desarrollar una industria basada en su propia capacidad de innovación tecnológica. Uno de los resultados de esa actitud fue no percibir la necesidad de fomentar la investigación científica y tecnológica para apoyar a la industria, porque eso hubiera significado, además de la concepción de un nuevo esquema de desarrollo económico, la necesidad de planificar a largo plazo.

Una consecuencia de este mecanismo de industrialización, originado en acontecimientos externos a la región, fue la creación de un empresariado industrial con mentalidad mercantil, sin una conciencia clara de sus fines, que no tiene equivalente en las sociedades desarrolladas. Esta falta de objetivos y de valores propios lo ha llevado siempre a adoptar los de las clases tradicionales, en general propietarias de la tierra y ligadas con los intereses de los exportadores nacionales y extranjeros, creándole una ideología en permanente conflicto con sus verdaderos intereses. Se ve, así, que la clase empresarial de América Latina, cuya existencia misma depende de una fuerte protección estatal y de la defensa de la capacidad adquisitiva del mercado interno, ha defendido siempre las posiciones de la oligarquía tradicional, cuyos intereses la llevan precisamente a oponerse a toda forma de intervención estatal y, con mucha frecuencia, a sacrificar el mercado interno a las conveniencias del comercio de exportación. Algunas de las características de este empresariado han sido descritas muy acertadamente, también, por M. Kaplan:⁵

Se trata de un empresariado que aparece y se desarrolla tardíamente; en número limitado por la estratificación social rígida; frenado por, a la sombra de, o en ensamblamiento con fuerzas tradicionales y monopolistas del país y

5. Marcos Kaplan, *Países en desarrollo y empresas públicas*, Ediciones Macchi, Buenos Aires, 1965, p. 35.

del extranjero; con escasas posibilidades de competitividad y capitalización. Este sector tiende a preferir las actividades mercantiles y especulativas a las que requieren grandes inversiones tecnológicas. Suele progresar como empresariado político o de coyuntura, a impulso de alternativas institucionales y conmociones sociales y bajo protección de determinados grupos en el poder. Carece frecuentemente de disciplina y ascetismo; prefiere la acumulación veloz y el consumo a la inversión productiva, sin justificar sus beneficios por la capitalización racionalizada y por la difusión de beneficios sociales y nacionales. Su horizonte no excede los ámbitos de lo mercantil y dinerario. Su prosperidad económica no siempre se traduce en refinamiento, en elevación del nivel cultural e ideológico, ni en asunción de nuevos problemas y de responsabilidades acrecentadas. No representa ni trasmite lo que merezca preservarse del orden tradicional, ni opera como vehículo de innovación.

En resumen, las características generales de este empresariado —planificación a corto plazo, confianza sólo en la protección estatal para competir y sobrevivir, complejo de inferioridad con respecto a la capacidad extranjera y a los sectores tradicionales de producción— han dado una industria sin requerimientos científicos y tecnológicos de largo y mediano plazo, que son los que realmente generan investigación científica.

La caracterización del Estado y del empresariado latinoamericano que acabamos de ver es, sin duda, algo esquemática, ya que hay excepciones, tanto en la acción del Estado como en la del sector industrial; pero es suficientemente exacta, desde el punto de vista de la situación general predominante en la región, y basta para explicar su atraso científico y tecnológico. En efecto, la incapacidad del Estado para canalizar la energía creadora de los pueblos en función de objetivos nacionales propios, redujo su acción en el campo cultural, en el mejor de los casos, al apoyo de la educación y al fomento de las profesiones necesarias para el funcionamiento de una sociedad esencialmente estática —medicina, derecho, ingeniería en el sentido profesional, etcétera— descuidando casi totalmente la actividad científica más creadora. Esta ineficacia del Estado, unida a la falta de una industria tecnológicamente progresista, explica tanto el escaso

volumen de la investigación científica, como su desconexión con los problemas regionales. Como señala V. L. Urquidi y A. Lajous para México, aunque la afirmación es válida para América Latina:⁶

Puede decirse que, en general, los hombres de ciencia, al reaccionar ante esta situación, radicalizaron su posición, es decir, prefirieron dedicarse a llevar a cabo investigación básica o pura y no efectuar aquella que tuviera que ver con la industria o con el gobierno o en general con la vida económica del país.

La superación del atraso científico

En los últimos años, y como resultado de la evidencia del creciente retraso con respecto al mundo desarrollado, en algunos círculos de América Latina se habla cada vez más de las virtudes de la ciencia como elemento transformador de la sociedad. Según esta concepción, la ciencia sería algo así como una nueva panacea universal, capaz de resolver todos los problemas materiales del subdesarrollo. Lo que se necesita entonces es impulsar vigorosamente la ciencia y la tecnología; lo demás vendrá por añadidura.

Trataremos de ver cuánto hay de cierto en esta concepción. En primer lugar, plantea el difícil problema de saber cómo puede generarse en una sociedad atrasada el potencial de creación científica y tecnológica que poseen las sociedades más desarrolladas. No se trata de lograr simplemente que exista actividad científica. Ésta existe y ha existido siempre en toda sociedad civilizada, porque, como el arte, es uno de los productos primarios de la actividad humana. Se trata de entrar en lo que se ha dado en llamar la revolución científica y tecnológica, es decir, en ese proceso autocatalítico en el cual el progreso acelerado de la ciencia se traduce espontánea y automáticamente en un mayor bienestar de la sociedad, el que a su

6. Víctor L. Urquidi y A. Lajous, *Educación superior, ciencia y tecnología en el desarrollo económico de México*, El Colegio de México, México, 1967.

vez repercute sobre la actividad científica, estimulándola. Éste es el proceso que hoy permite a los países adelantados incrementar su bienestar a un ritmo nunca igualado en la historia.

Es evidente que para saber qué condiciones se requieren para que una sociedad se incorpore a la revolución científica, en el sentido amplio en que la hemos definido, es necesario saber primero qué condiciones se dieron para que otras sociedades lo hayan hecho en el pasado. No se trata ahora de intentar en análisis detallado que, por otra parte, sólo podrían hacerlo historiadores y sociólogos que además tuvieran un conocimiento acabado de la historia de la ciencia, sino solamente de ver, muy esquemáticamente, cuáles fueron las condiciones generales que permitieron o impulsaron el proceso.

Los historiadores modernos consideran que la revolución científica se origina y adquiere su carácter definitivo en el período comprendido entre los años 1500 y 1700. En este lapso fue fundamentalmente una revolución intelectual que enseñó a los hombres a ver el mundo en forma diferente, a pasar “de un mundo de cosas ordenadas de acuerdo con su naturaleza ideal, a un mundo de eventos que se desarrollan en un constante mecanismo de antes y después”.⁷ Sólo posteriormente, a fines del siglo XVIII, con la Revolución Industrial esta nueva forma de pensar se incorpora al quehacer práctico de la sociedad, condicionando todo su desarrollo futuro.

La Revolución Industrial es uno de los procesos más estudiados de la historia, y aunque se conocen bastante bien las causas generales que la produjeron, no existe todavía un acuerdo completo sobre la importancia relativa de los distintos factores que intervinieron en ella. Para nuestros fines, sin embargo, es suficiente señalar algunos puntos esenciales. En primer lugar, la Revolución Industrial comenzó en Inglaterra, y sólo posteriormente se extendió a otros países de Europa. La importancia de este hecho radica en que, como señala Hobsbawn,⁸ “cualquiera que sea la causa de este avance de Inglaterra, no fue

7. J. Bronowsky, *The common sense of science*, Londres, 1951.

8. E. J. Hobsbawn, *The age of revolution: 1789.1848*, The New American Library, Nueva York, 1964, p. 47.

ciertamente su superioridad científica o tecnológica”. En efecto, las ciencias naturales, la física y las matemáticas, estaban mucho más adelantadas en Francia que en Inglaterra, y los sistemas educacionales de Francia y Alemania había alcanzado niveles muy superiores a los de ese país. Un escritor germano, citado por Hobsbawn,⁹ escribía en 1839:

...no puede menos que asombrarnos que en un país en el cual las tendencias manufactureras son predominantes, y por lo tanto es evidente la necesidad de familiarizar a la gente con las ciencias y artes que contribuyen a esa actividad, no se preste prácticamente atención a la falta de estos temas en los programas de educación de los jóvenes.

Las necesidades tecnológicas de los comienzos de la Revolución Industrial en Inglaterra fueron relativamente modestas, y pudieron satisfacerse con la capacidad inventiva de artesanos inteligentes. Según el autor ya citado,

afortunadamente se necesitaron pocos refinamientos intelectuales para hacer la Revolución Industrial. Sus invenciones técnicas fueron extremadamente modestas, y de ninguna manera superaban la capacidad de artesanos inteligentes experimentando en sus talleres, o la habilidad constructiva de carpinteros, cerrajeros y constructores de instalaciones de fábricas... Aun la máquina científicamente más complicada, el motor rotativo de vapor de J. Watt (1784), no requirió más conocimientos de física que los que habían estado disponibles durante casi un siglo —la teoría del motor de vapor fue desarrollada ex post facto, por el francés Carnot, al principio de la década de 1840—... Dadas las condiciones apropiadas, las innovaciones tecnológicas de la Revolución Industrial se hacían prácticamente por sí mismas, excepto quizá en la industria química.¹⁰

9. E. J. Hobsbawn, *op. cit.*, p. 48.

10. E. J. Hobsbawn, *op. cit.*, p. 48.

Sobre el mismo tema, dice Blackett:¹¹

Durante los primeros doscientos años de la ciencia moderna, desde 1600 hasta 1800, la ciencia aprendió mucho de la tecnología, pero le enseñó a ésta relativamente poco. Las artes industriales empíricas estaban ya tan altamente desarrolladas, y verdaderamente había sido así por miles de años, que la ciencia sistemática tuvo que avanzar mucho antes de que pudiera mejorar decisivamente la tecnología precientífica... A pesar del interés de la Royal Society en las 'artes útiles', no fue sino en el último cuarto del siglo XVIII que los efectos de la ciencia sobre la tecnología comenzaron a ser decisivamente importantes.

Lord Bowden, en un trabajo reciente presentado en una reunión de la OECD, da también datos muy interesantes sobre la posición de las universidades inglesas durante el período en que nace y se desarrolla la Revolución Industrial. Según las palabras que cita de un graduado de Cambridge en 1847,

ninguna persona inteligente puede dejar de observar que los temas a los cuales se les prestaba atención no tenían relación con ninguna profesión o empleo, y que las discusiones conectadas con ellos no tenían analogía con las líneas de pensamiento que prevalecían en el curso ordinario de la sociedad. A nuestra juventud no se le enseñan las ciencias que es el deber de esos cuerpos enseñar.¹²

Recuerda también Lord Bowden la oposición de las universidades inglesas a la enseñanza de las ciencias experimentales:

Se sugería que, desde que los profesores de Cambridge eran todos hombres instruidos, del más elevado carácter moral, que llevaban vidas irreprochables y eran además clérigos privilegiados de la Iglesia

11. P. M. S. Blackett, en *The science of science*, Penguin Books, 1964, p. 56.

12. Lord Bowden, en *Problems of Science Policy*, OECD, París, 1968, p. 22.

de Inglaterra, sería impío someter sus conclusiones a la prueba experimental. Muchos decían que la habilidad experimental es un arte que no se puede enseñar, y que la física experimental no puede tener un lugar en la universidad. Todo esto fue hace menos de 100 años en la más ilustrada de las universidades de Inglaterra.

El autor que estamos citando concluye:

No es de asombrarse que la primera revolución industrial fuera hecha en Inglaterra por autodidactos que no sabían nada de nuestras universidades y les importaban menos; en realidad, las universidades de Inglaterra ignoraron y repudiaron en su totalidad la Revolución Industrial e hicieron todo lo posible por impedirlo.¹³

Entre los factores más importantes que hicieron posible el comienzo de la Revolución Industrial en Inglaterra, se destaca la transformación revolucionaria de la agricultura. Este proceso había tenido lugar a todo lo largo del siglo XVIII con el cercamiento de tierras cultivables, pero alcanza su máxima intensidad como consecuencia de las guerras. Éstas crean una enorme demanda de alimentos, tanto para mantener la creciente población del país y los ejércitos que operaban en el extranjero, como para compensar la interrupción de las importaciones debida a la destrucción ocasionada en el continente europeo. Esta demanda continuamente creciente se satisface mediante el aprovechamiento de todas las tierras disponibles, pero, más importante aún, a través de un acelerado aumento de la productividad originado por la introducción de nuevos métodos de cultivo. Este mecanismo enriqueció a los propietarios pero, al disminuir drásticamente la necesidad de mano de obra, se empobrecen los trabajadores y comienzan a emigrar hacia las zonas más industrializadas. Los efectos de esta migración han sido descritos por Cole:¹⁴

13. Lord Bowden, *op. cit.*, p. 22.

14. G. D. H. Cole, *Introducción a la historia económica, 1750-1950*, Fondo de Cultura Económica, México, 1957.

Tras las demoras originadas por las dificultades de las migraciones internas, tanto los aldeanos desplazados como sus hijos constituyeron la principal fuente de mano de obra para las nuevas fábricas: sin esta reserva de trabajo desplazado la Revolución Industrial forzosamente se hubiera retrasado considerablemente. Aun en esas condiciones sufrió en sus primeras etapas obstáculos derivados de la escasez de mano de obra... pero ésta cesó tan pronto como la despoblación rural proporcionó a los distritos industriales oferta abundante de mano de obra "libre". De esta manera, las dos revoluciones —en el campo y en la industria— operaron conjuntamente. Los cambios en el régimen agrario desalojaron del campo a la población excedente y, después de un período transitorio de agudo desajuste entre una excesiva oferta de trabajo en el sur y una insuficiente provisión en las nuevas áreas industriales, la Revolución Industrial absorbió los sobrantes de campesinos en las nuevas minas y en las fábricas recién abiertas.

El otro factor decisivo fue la creación —a través de la expansión creciente de la actividad comercial, favorecida por el poderío marítimo y la expansión colonial, y de la explotación intensiva de la tierra por un reducido grupo de propietarios de mentalidad mercantil— de una clase gobernante enriquecida que se interesaba por promover el desarrollo económico. “El éxito logrado por Inglaterra en diseñar y aplicar las nuevas fuerzas mecánicas fue a la vez causa y consecuencia de la visión comercial amplísima del conjunto de la clase media y de gran parte de la clase alta”.¹⁵

Aunque las causas que acabamos de mencionar son las que más influencia *directa* tuvieron en el comienzo de la Revolución Industrial, no debe olvidarse que ellas fueron a su vez en gran parte el producto del profundo cambio de actitud mental que se estaba produciendo en la sociedad europea, y que se acelera a partir de mediados del siglo XVIII. La destrucción o el debilitamiento de la mayoría de los regímenes autocráticos de Europa occidental, y

15. G. D. H. Cole, *op. cit.*, p. 60.

el ascenso de la burguesía con sus nuevos valores —progreso, libre empresa, nacionalismo— barrieron con los últimos vestigios de la mentalidad medieval, esencialmente estática, para crear las condiciones que hicieron posible el mundo moderno.

Surge claro, entonces, que si bien la revolución científica que comienza en el siglo xvi fue esencial para posibilitar el crecimiento acelerado de la Revolución Industrial, ésta no se hubiera seguramente producido de no existir los factores socioeconómicos que hicieron posible la utilización de los productos de la creatividad científica a los fines del progreso de la sociedad. La participación realmente decisiva de la ciencia en la Revolución Industrial tiene lugar bastante tiempo después de comenzada ésta, como lo prueba la evolución de los medios y procesos de producción. El período que estamos considerando se inicia, como ya hemos visto, con la aplicación de mejores técnicas muy sencillas a la producción, y para las cuales no se requería ningún conocimiento científico especial. A medida que la abundante mano de obra disponible por la transformación de la agricultura fue siendo absorbida totalmente, y que aumentó la demanda por la rápida expansión comercial, se hizo sentir la necesidad de mecanizar el trabajo para incrementar la productividad. La necesidad de construir máquinas, y la consiguiente demanda de fuentes de energía, comenzó a plantear problemas que, requieren, para su resolución, conocimientos científicos mucho más avanzados que los de la primera etapa: problemas metalúrgicos, de resistencia de materiales, de uso eficiente de combustibles, etcétera. Es en una tercera etapa, sin embargo —con el desarrollo de la industria química y el comienzo de la utilización de la electricidad como fuente de energía—, que la tecnología basada en la ciencia se transforma verdaderamente en el motor del progreso industrial.

Es muy probable que sin las demandas tecnológicas del sistema de producción el despertar científico que se inicia en el siglo xvi hubiera tenido una evolución mucho más lenta, o se hubiera paralizado totalmente. Vale la pena recordar aquí que la ciencia griega de la antigüedad, particularmente la del período alejandrino, con hombres como Euclides y Arquímedes, había llegado a un nivel intelectual comparable al alcanzado en los comienzos de la Revolución

científica moderna. Las causas de su paralización y decadencia, sin efectos visibles en la sociedad de su tiempo, deben probablemente encontrarse en la estructura misma de esa sociedad que, basada en la esclavitud, no tenía estímulos suficientes para buscar su desarrollo material en el progreso de la tecnología.

La Revolución Industrial comenzada en Inglaterra se propaga a parte de Europa, a los Estados Unidos, y a algunas colonias inglesas que constituyen en realidad una prolongación de la metrópoli —como el caso de Canadá— y para la segunda mitad del siglo XIX ya había producido la división del mundo en dos bloques: el constituido por los países cuyo desarrollo crece aceleradamente utilizando todos los recursos de la ciencia y la tecnología, y el formado por el resto de la humanidad, que permanece en la pobreza y el atraso.

Durante el período que sigue y que llega hasta nuestros días, sólo un pequeño grupo de países logró dar el salto cuantitativo y cualitativo que les permitió iniciar el proceso de desarrollo acelerado utilizando los recursos de la ciencia en todos los campos de la actividad social; estos países son Japón, Rusia, China e Israel. Una brevísima consideración de cada uno de estos casos es sumamente ilustrativa.

Hasta mediados del siglo XIX Japón fue una típica sociedad preindustrial, feudal, con un régimen autocrático, con una rígida estratificación social y casi totalmente aislada del mundo exterior. El imperalismo político y económico de las grandes potencias occidentales, que ya había sometido a la mayor parte de Asia, llega a Japón en 1853, representado por la expedición norteamericana del comodoro Perry que obliga a abrir los puertos japoneses al comercio internacional. En pocos años más Japón tuvo que aceptar las mismas condiciones que las potencias occidentales habían impuesto antes a China: limitación de sus tarifas aduaneras a un 5%, y otorgamiento de grandes privilegios especiales en sus mercados. La respuesta del Japón a este desafío de Occidente fue, sin embargo, muy distinta a las de China y la India. Mientras que estos últimos países aceptaron más o menos pasivamente la intromisión occidental, convirtiéndose así en vastas áreas explotadas económica y políticamente por las potencias hegemónicas, Japón respondió modificando toda su estructura económica

y social para poder modernizarse incorporando la capacidad creadora de la ciencia y la tecnología occidentales. En 1869 queda abolida definitivamente la estructura feudal del país y en 1871 se inaugura un sistema educacional moderno controlado por el Estado. La industrialización comienza con la compra de bienes de capital en el exterior, pero simultáneamente se trabaja con intensidad en la creación de una capacidad científica y tecnológica propia. Como resultado, al finalizar el siglo XIX Japón emerge como una de las grandes potencias mundiales, papel que ha mantenido hasta la actualidad.

Los casos de la Unión Soviética, China e Israel son bien recientes y no necesitan mayor comentario. En los dos primeros la incorporación de la ciencia y la tecnología, como motores del adelanto social, se produce como consecuencia de revoluciones que debieron modificar profundamente la estructura política, económica y social de esos países, al mismo tiempo que debían afrontar una peligrosa amenaza externa. Israel se propuso la difícil tarea de crear un Estado moderno a partir prácticamente de la nada, en un territorio pequeño y pobre, y al mismo tiempo defenderlo de la hostilidad de sus vecinos árabes, cuyo poderío potencial, en términos de población y recursos naturales, es muchas veces superior al de Israel. Su gran capacidad tecnológica, creada mediante un esfuerzo consciente y sostenido, ha sido el factor más importante en el éxito logrado hasta ahora en ambos terrenos.

Las conclusiones de este brevísimo análisis se pueden resumir fácilmente. *La revolución científica y tecnológica ha sido siempre una consecuencia y no la causa de las profundas transformaciones estructurales que genera el proceso de desarrollo, aunque luego contribuya en forma decisiva a acelerar esos cambios. La capacidad de una sociedad para incorporar la ciencia y la tecnología como factores dinámicos para su progreso depende de condiciones políticas, económicas y sociales que la ciencia misma no puede crear.*

Estas condiciones generales obran, en el caso de la ciencia y la tecnología, a través de las características que imponen al sistema de producción. Este problema ha sido estudiado recientemente por la OECD en un grupo de países subdesarrollados de Europa (España, Turquía, Irlanda y Grecia), como parte de un programa que tiene

como objetivo determinar cómo la ciencia y la tecnología podrían contribuir al crecimiento económico en la estructura de planes y políticas para el desarrollo social y económico. Este estudio, que fue llevado a cabo por equipos de especialistas que trabajaron en cada país, se basó en ciertas hipótesis sobre el papel de la ciencia en el desarrollo, que fueron en lo fundamental confirmadas por los resultados. Teniendo en cuenta la importancia que tienen para nuestro tema, transcribiremos algunas partes de la introducción del informe final, en las cuales se explicitan claramente esas hipótesis:¹⁶

...la mayoría de las propuestas sobre ciencia en los países menos desarrollados presumen que, si en los países avanzados se puede impulsar a la ID y de esa manera contribuir al progreso tecnológico y finalmente al crecimiento del PNB, lo mismo se puede hacer, utilizando los mismos métodos, en los países menos desarrollados.

Los principales problemas, en gran parte de las discusiones sobre ciencia y desarrollo, nos parecen los siguientes: en primer término, existe casi siempre el supuesto oculto de que las economías menos desarrolladas son iguales a las desarrolladas solamente que más pobres; en resumen, no se tienen en cuenta todas las diferencias estructurales y organizacionales. En segundo lugar, existe el supuesto, estrechamente relacionado con el anterior, de que la ciencia y la tecnología son de alguna manera insumos independientes de la producción, y que ésta crecerá pari passu con el incremento de la investigación científica.

Evidentemente hay algo equivocado en esto. Existen grandes diferencias estructurales y organizacionales entre los países subdesarrollados y los avanzados, y dejarlas de lado constituye una petición de principio. Parece, en realidad, que un punto de partida más prometedor sería reconocer esas diferencias, e investigar en qué medida pueden explicar las disparidades en el crecimiento y la aplicación de la ciencia y la tecnología entre los países avanzados y

16. OECD, *Science policy and development. A synthesis of the methods of analysis used in the Pilot Teams project*, París, 1968, mimeografiado.

los subdesarrollados. Sobre estas líneas es que se pueden desarrollar hipótesis de trabajo para el estudio de la ciencia y el desarrollo.

Hemos tratado de mostrar cómo la aplicación en gran escala de la ciencia a la producción en los países avanzados está relacionada con la estructura y organización de la economía. Las conclusiones se pueden resumir, de una manera general, como sigue: la presión o demanda sobre la ciencia en los países desarrollados, lo mismo que la capacidad para usarla en la producción, están asociadas con la organización de esta última. Por contraste, podemos suponer que la organización económica existente en los países subdesarrollados no crea presión sobre la ciencia y la tecnología, y deja muy poco lugar para su aplicación. Los problemas estructurales y organizacionales de la economía tienen una influencia decisiva sobre la capacidad de usar la ciencia y la tecnología, y están en la base del débil desarrollo de la investigación científica relacionada con la producción, y de la limitada incorporación de tecnologías del exterior.

Estas hipótesis son bastante obvias. No obstante, son desdeñadas o rechazadas en casi todas las discusiones sobre ciencia y desarrollo. Estas discusiones se han concentrado en los innegables potenciales técnicos para la producción que existen en los países subdesarrollados, sin considerar las precondiciones económicas y sociales que son necesarias para explotarlos.

En los sectores que en América Latina postulan que el impulso a la ciencia y a la tecnología, junto con la inversión extranjera y la fijación de ciertas tasas internas de ahorro e inversión, es suficiente para romper con el atraso, el olvido de esas precondiciones responde a motivaciones diversas. En los sectores “desarrollistas” obedece a una noción simplista y tecnocrática del desarrollo, característica de representantes de una burguesía industrial que se ha mostrado incapaz de concebir verdaderos proyectos nacionales de vida, en parte debido a su alienación ideológica, que la lleva a aceptar sin examen crítico los esquemas importados de progreso, y en parte porque su conexión y subordinación a las clases tradicionales le impide cuestionar los elementos básicos de la estructura de poder vigente.

Para las oligarquías tradicionales, y que detentan todavía el poder en la mayoría de los países de la región, ya sea por intermedio de los conocidos regímenes militares políticamente autocráticos y económicamente liberales o a través del dominio ideológico y cultural que ejercen sobre gran parte de la clase media y de la burguesía industrial, la defensa de los programas puramente mecanicistas de desarrollo es una simple actitud de defensa propia. Saben muy bien que cualquier plan que tienda a crear realmente las precondiciones económicas y sociales que hagan posible el desarrollo autónomo autosostenido mediante la aplicación de la ciencia y la tecnología a todos los aspectos de la actividad social, implica irremediamente la ruptura del *statu quo* en el que se apoyan sus privilegios. Son plenamente conscientes de que la movilización de todos los recursos internos —ahorro, recursos físicos, humanos, culturales, etcétera— en torno de un verdadero proyecto autónomo de realización nacional, supone, como mínimo, la drástica redistribución del ingreso en favor de las clases populares; la transformación de la agricultura, con la destrucción del latifundio y la introducción de métodos modernos de producción; la creación de una industria nacional moderna e integrada; la ruptura de la dependencia externa, con el consiguiente abandono del papel de productores de materias primas y de bienes manufacturados que a los países desarrollados no les interesa o conviene producir; y la radical reestructuración del Estado, para dotarlo de la fuerza y de la autoridad que debe tener en un proceso que requiere la nacionalización y control de los elementos estratégicos del desarrollo. Todo esto no puede realizarse, obviamente, dentro de las reglas actuales del juego político que convierte al Estado en un aparato al servicio de las clases tradicionales; exige, por lo tanto, el acceso al poder de las clases mayoritarias, únicas capaces de dinamizar este proceso de cambio.

Esta radical incompatibilidad entre los intereses de las oligarquías y cualquier intento serio de romper la estructura del atraso, explica claramente la actitud ambigua de la mayoría de los gobiernos de América Latina con respecto a la actividad científica; explica por qué, al mismo tiempo que exaltan el papel de la ciencia como motor del progreso, crean y mantienen las condiciones que hacen imposible

el desarrollo de una capacidad científica propia. Estos gobiernos, ante una situación económica y social que se deteriora a una velocidad siempre creciente, comienzan a pensar en la ciencia como en una herramienta que, al mismo tiempo que los ayude a resolver los problemas materiales más urgentes sin cambiar la estructura del sistema, les dé una cierta apariencia de gobiernos “progresistas”, o por lo menos modernizantes. Saben por experiencia, sin embargo, que si bien la ciencia es un instrumento neutro –en el sentido de que por sí misma no puede crear las condiciones políticas y sociales que la convierten en el más eficaz agente de cambio– los centros científicos realmente autónomos, en particular los universitarios, se convierten rápidamente en peligrosos núcleos de discusión que ponen en duda los valores fundamentales del orden vigente. Ignorando que esa actitud crítica –“subversiva”, según la estereotipada terminología oficial– se origina en la libre discusión de las ideas en un ambiente de objetividad científica, es decir, en algo que está en la naturaleza misma de un verdadero centro de creación intelectual, y justamente alarmados porque saben que no pueden permitir ningún cuestionamiento serio de las bases del sistema, tratan de neutralizarle mediante la aplicación de un aparato represivo que se traduce en trabas a la libre expresión de las ideas, persecución ideológica, selección de profesores por su adhesión al régimen más que por su idoneidad intelectual, etcétera. El resultado, desgraciadamente bien conocido en nuestro medio, es que la estructura científica, sometida a un régimen incompatible con la genuina creación intelectual, se degrada hasta resultar incapaz de satisfacer aun la limitada demanda de un sistema esencialmente estático que sólo aspira a conservar lo que tiene.

En los capítulos que siguen trataremos de definir cuáles deben ser las características más importantes de una política científica para América Latina. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que ésta sólo podrá tener éxito en el marco de un proceso de cambio que rompa realmente las estructuras del atraso y cree los prerequisites políticos, económicos y sociales que hacen posible la incorporación de la ciencia como elemento dinámico del progreso social.

Capítulo III

La definición de una política científica para América Latina

En los medios de América Latina realmente interesados en romper con la estructura del subdesarrollo existe un acuerdo general de que es necesario impulsar el progreso científico y tecnológico de los países de la región. No existe el mismo acuerdo, sin embargo, en cuanto a la manera de conseguir ese objetivo. En términos generales se plantean dos alternativas: según una de ellas, favorecida por muchos economistas y políticos, el desarrollo científico al nivel de los países adelantados es demasiado caro, difícil y a largo plazo, por lo que está fuera de nuestras posibilidades en el futuro previsible. En consecuencia, no debemos tratar de crear una capacidad científica propia, limitándonos a copiar y trasplantar lo que se produce en los países adelantados. Según la otra, la creación de una capacidad científica y tecnológica autónoma, en términos de medios y objetivos, es uno de los requisitos esenciales del desarrollo.

El verdadero problema radica aquí en que la primera alternativa se plantea casi siempre, explícita o implícitamente, como excluyente de la segunda. La formulación de una estrategia de desarrollo científico exige, en consecuencia, analizar brevemente sus posibilidades y limitaciones.

En primer lugar, esa posición se basa en el concepto de que la ciencia es simplemente un recurso, un insumo de la producción, olvidando que es, además, una de las manifestaciones básicas del vigor intelectual y de la capacidad creadora de una sociedad. Supone, en el fondo, que el progreso de los países subdesarrollados se puede obtener simplemente mediante el aumento de la producción, especialmente en ciertos sectores claves de la economía, como siderurgia, petroquímica, etcétera, sobre la hipótesis de que lo demás viene prácticamente solo. Implica, en la práctica, un concepto

mecanicista y primario del desarrollo. Éste supone, sin embargo, un proceso deliberado mucho más profundo y más amplio. Sunkel¹ lo define así:

...el concepto de desarrollo, cuando éste se concibe como proceso de cambio social, se refiere a un proceso deliberado que persigue como finalidad última la igualación de las oportunidades sociales, políticas y económicas, tanto en el plano nacional como en relación con sociedades con patrones más elevados de bienestar material... La posición adoptada implica, en consecuencia, la necesidad de examinar y de buscar, en la propia realidad latinoamericana y en la influencia que ésta sufre por el hecho de coexistir con sociedades desarrolladas, el proyecto de nación y las formas de organización que habrán de satisfacer las aspiraciones de los pueblos en nombre de los cuales se realiza la tarea de desarrollo.

Concebido así el proceso de superación del atraso, como una transformación profunda y como una afirmación de la personalidad nacional, es evidente que sólo puede efectuarse si se ponen en juego todas las energías y toda la capacidad intelectual de los pueblos. Renunciar entonces a la creación científica, una de las manifestaciones básicas de la voluntad creadora de una sociedad, para convertirse en meros apéndices intelectuales de los países adelantados, es renunciar a la posibilidad misma de un verdadero desarrollo.

Por otra parte, la suposición de que el mero trasplante de tecnologías provenientes de países avanzados puede resolver los problemas materiales del subdesarrollo, aun a costa de la subordinación intelectual, es errónea, y para probarlo basta examinar la experiencia ya existente. Como señala acertadamente Víctor L. Urquidí:² “América Latina ha estado importando tecnología por más de 450 años y sin embargo, aún ahora, los oasis de modernismo tecnológico

1. O. Sunkel, *El concepto de desarrollo*, capítulo II, ILPES, 1966.

2. V. L. Urquidí, en Claudio Véliz (comp.), *Obstacles to change in Latin America*, Oxford University Press, 1967, p. 102.

se destacan en un vasto desierto de atraso e ignorancia”. Manuel Balboa, refiriéndose al mismo problema, dice:³

Se presenta en América Latina la aparente contradicción de que la aplicación de tecnologías modernas es incompatible con los objetivos de elevación de los niveles de empleo productivo y un cuadro en que los conocimientos aparecen penetrando en determinados sectores o en determinadas áreas, cuya lenta difusión revela la imagen de verdaderos enclaves sectoriales y especiales, vinculados frecuentemente con las actividades de exportación y de sustitución de importaciones. No inciden ellas sensiblemente, en el tiempo que fuera dable esperar, en el mejoramiento general del producto y del ingreso.

En lo que se refiere a la incapacidad de los enclaves de tecnología moderna para impulsar por sí solos el conocimiento tecnológico, se pueden citar en América Latina muchos ejemplos, pero unos pocos son suficientes. La economía de Bolivia ha estado condicionada a la producción de estaño desde principios de este siglo, y sus minas eran explotadas por compañías que utilizaban métodos modernos de exploración y explotación. Cuando se nacionalizaron en 1952, la mayoría de los técnicos extranjeros que dirigía las operaciones salió del país. Los resultados para la producción y para el desarrollo de nuevas reservas fueron desastrosos, en gran parte porque Bolivia no contaba con el personal técnico necesario para una operación eficiente, a pesar del medio siglo de explotación intensiva de sus recursos minerales por empresas extranjeras. El caso de los productos tropicales es también significativo. Varios de los países de la región son proveedores de productos tropicales en el mercado internacional, y la explotación la realizan en parte grandes empresas extranjeras que cuentan con todos los recursos de la tecnología moderna. En esos países, sin embargo, se conoce muy poco sobre las características

3. M. Balboa, discurso en la Conferencia sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo de América Latina, UNESCO, Santiago de Chile, 1965.

básicas de los suelos tropicales, lo que constituye un obstáculo casi insalvable para cualquier intento de diversificación de los cultivos en función de cambios en la demanda interna o externa, agregando así un factor más de rigidez a esas economías ya de por sí precarias. En la industria manufacturera, el resultado del trasplante de tecnologías ha sido descrito, entre otros, por Escobar:⁴

La mayor parte de la industria latinoamericana está basada en la transferencia de técnicas de un país más desarrollado, sin que vaya acompañada de mayor investigación, ni espíritu científico en esa adaptación; ello provoca en pocos años, no solamente una disminución de la productividad relativa de la industria en sí, sino que sus productos son eliminados del mercado por la aparición de otros nuevos de mejor calidad, a menor costo. Ello lleva al Estado a establecer sistemas impositivos y aduaneros que permitan a la industria del país en desarrollo su supervivencia y, en esas condiciones, la producción, en lugar de incrementar las rentas del país, contribuye a su estancamiento. Al mismo tiempo el técnico que, en los tiempos en que se instaló la industria se hallaba al día en su especialización, pierde su espíritu creativo, transformando su labor en rutina, o emigrando, si tiene mayores aspiraciones". Este proceso ha sido estudiado recientemente por J. M. Martin para la Argentina, uno de los países más industrializados de la región. Refiriéndose al proceso de industrialización por sustitución de importaciones mediante el trasplante de tecnologías, dice:⁵ "Los límites de este modelo se adivinan: la ausencia de un esfuerzo de investigación y de desarrollo técnico impide ese encadenamiento de innovaciones que elevan la eficacia de los procesos productivos y, más todavía, modelan al hombre de la industria moderna.

4. I. Escobar, *El científico en el desarrollo de América Latina*, Conferencia sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo de América Latina, UNESCO, Santiago de Chile, 1965.

5. J. M. Martin, "Blocage de développement et industrialization par substitution d'importation. L'exemple de l'Argentine", *Revue Tiers Monde*, t. VIII, núm. 30, 1967, pp. 503-515.

Para comprender mejor las causas de los hechos que acabamos de describir, conviene examinar, aunque sea en forma muy somera, las modalidades de los mecanismos concretos de transferencia tecnológica. Éstos son fundamentalmente dos: la radicación de industrias, que introduce nuevas tecnologías y debería inducir el progreso tecnológico mediante su influencia en el medio ambiente, es decir, por el conocido “efecto de demostración”, y el aprovechamiento, mediante la adquisición de patentes o la adaptación más o menos directa al medio local, del enorme volumen de conocimientos científicos y técnicos que producen las potencias industrializadas y que se encontraría presumiblemente a disposición de los países subdesarrollados.

La radicación de industrias extranjeras no ha tenido el éxito esperado por razones fáciles de determinar. La gran mayoría de esas industrias, tanto en el sector de explotación de los recursos naturales como en el de las manufacturas, son filiales de grandes empresas que tienen sus centros de actividades en el exterior, principalmente en Estados Unidos. La investigación tecnológica se realiza en esos centros, y las filiales locales reciben sus resultados en forma de procesos de producción ya perfeccionados en cuya concepción no participan.⁶ Lo mismo sucede con el envío de técnicos locales al exterior que realizan esas empresas, y de que tanto se ha hablado como contribución al progreso tecnológico de sus países de origen. En

6. R. L. Cardon, secretario del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Argentina, se refiere a la actitud de las firmas extranjeras radicadas en su país en los términos siguientes: “En general, la industria de origen extranjero no ha tenido interés en crear o sostener laboratorios de investigación en el país y prefieren usar exclusivamente el *know how* y las técnicas adquiridas y desarrolladas en los laboratorios de sus propios países. Algunas firmas importantes instalaron laboratorios durante la segunda guerra mundial, debido indudablemente a las dificultades de comunicación con sus laboratorios centrales, o debido al hecho de que algunos de ellos dejaron de existir. Pero, una vez finalizada la guerra, los laboratorios locales fueron desmantelados o reducidos meramente a funciones de rutina. En la mayoría de los casos, los laboratorios de las subsidiarias argentinas de grandes firmas extranjeras han limitado su actividad a problemas de adaptación, trabajo analítico y control de calidad”. Ciba Foundation, *Decision making in national science policy*, J. & A. Churchill Ltd., Londres, 1968.

realidad, la gran mayoría de esos técnicos son enviados al exterior para aprender el manejo de esos nuevos procesos de producción, y no para participar en su desarrollo. A su regreso deben limitarse a aplicar en las fábricas locales las técnicas perfeccionadas que han aprendido, sin que se les dé oportunidad de realizar una tarea verdaderamente creadora.

Debe tenerse en cuenta, además, que la mayoría de las inversiones industriales extranjeras en América Latina se han efectuado en el sector de los bienes de consumo, y muy pocos en el de bienes de capital. Este hecho es muy importante, porque la mayor parte del progreso tecnológico en los países avanzados se ha producido por el surgimiento de un pequeño grupo de industrias, llamadas “de punta” o “basadas en la ciencia”, constituido principalmente por aviación, espacio, electrónica, electromecánica, nuclear y química. Estas industrias, tecnológicamente muy avanzadas y dinámicas, ejercen presión sobre el resto del sistema productivo, sirviendo de modelos tecnológicos, haciendo nuevas demandas a las industrias tradicionales, o explotando oportunidades de mercado pertenecientes a áreas tradicionales. En resumen, la instalación de industrias de bienes de consumo para sustituir importaciones, y cuya actualización tecnológica depende de laboratorios radicados en el exterior, no hace más que aumentar la dependencia tecnológica del país receptor.

Con respecto a la posibilidad de impulsar el progreso tecnológico por medio de la simple asimilación de lo que se produce en el exterior, se ha llegado a considerar casi una ventaja el atraso relativo de los países subdesarrollados. Esto ha sido expuesto con mucha claridad, entre otros, por G. Landau, especialista en asuntos legales de la OEA:⁷

Los países subdesarrollados tienen algunas ventajas en relación con los países desarrollados porque cuando incorporan algún nuevo dispositivo o proceso tecnológico eligen generalmente el más

7. G. Landau, “Notes on automation and the law in the interamerican context”, *Law and Computer Technology*, vol. 1, núm. 4, p. 4, 1968.

avanzado dentro de su tipo, y así recogen el beneficio de años de investigación y el fruto de inversiones considerables que debieron hacer los países más industrializados para alcanzar esos resultados.

Esta posición olvida que el dispositivo o proceso “más adelantado dentro de su tipo” no tiene por qué ser necesariamente el más conveniente para el país que lo adopta. En efecto, para elaborar un producto cualquiera existen casi siempre varias alternativas tecnológicas posibles. Los especialistas de los países industrializados seleccionan aquellas que mejor se adaptan a su medio ambiente y las desarrollan, dejando de lado otras que podrían ser mucho más apropiadas para países con condiciones sociales y económicas distintas.

Aun dejando de lado el problema que acabamos de ver, la transferencia de tecnología mediante la adquisición de patentes dista mucho de ser simple. En primer lugar, el rápido progreso de la tecnología hace que disminuya continuamente el valor de las patentes aumentando el del conjunto de conocimientos indispensables para poder aplicar eficientemente un nuevo proceso de producción. En muchos casos es imposible usar una patente sin importar también ese conjunto de conocimientos —el “saber técnico” o *know how*— aumentando así la dependencia tecnológica. Otro problema es que los contratos de venta de patentes incluyen generalmente cláusulas que limitan severamente la exportación. Además, cuando no existe esta traba legal, las posibilidades de exportación son igualmente muy reducidas, porque la mayoría de las patentes cubren productos o procesos “del año pasado” que tienen muy pocas posibilidades de competir en el mercado internacional.

Lo que acabamos de ver no significa, por supuesto, que no sea posible usar el conocimiento tecnológico y científico disponible en los países desarrollados. Todos los países del mundo, y en particular los más adelantados, utilizan para su progreso los resultados de la actividad científica que se realiza fuera de sus fronteras nacionales. Lo que sí significa es que el traspaso eficiente de tecnologías sólo se puede efectuar si el país receptor ha alcanzado también un alto grado de desarrollo científico. Las razones son obvias. A nadie se le

ocurre pensar que para elevar el nivel cultural de una región de analfabetos es suficiente instalar una biblioteca provista de los mejores clásicos de la literatura mundial; de la misma manera, es absurdo imaginar que un país atrasado científicamente puede usar y adaptar a sus necesidades específicas los resultados de la ciencia moderna, la actividad más compleja que ha producido la humanidad.

El error proviene principalmente de ignorar el carácter esencialmente dinámico de la actividad científica. No existe un cuerpo estable de conocimientos del que se pueda disponer en cualquier momento, en forma de recetas técnicas, para resolver los problemas que enfrentan los países subdesarrollados. La investigación científica y tecnológica produce una enorme masa de material continuamente cambiante, que abre cada día nuevos campos al conocimiento y nuevas posibilidades, y que convierte rápidamente en anticuados los procedimientos técnicos más avanzados. La selección de los procesos de producción más adecuados a las condiciones particulares de cada país sólo puede hacerse sobre la base, no solamente de un conocimiento exhaustivo de las condiciones locales, sino también, y fundamentalmente, de una comprensión clara de los resultados, las tendencias y los posibles desarrollos futuros de la investigación científica y tecnológica. Refiriéndose a este tema, C. F. Powell,⁸ premio Nobel de Física de 1950, dice:

Aunque puede ser verdad que muchos de los problemas más graves de los países subdesarrollados se pueden resolver mediante la aplicación de nuevas situaciones de principios conocidos, es necesario destacar que tales aplicaciones requieren una imaginación científica creativa de primer orden.

A. King, uno de los hombres que más ha influido en la política científica de Gran Bretaña, dice también:⁹

8. C. F. Powell, en M. Goldsmith y A. Mackay, *The science of science*, Penguin Books, 1964, p. 98.

9. A. King, en *The science of science*, p. 145.

Aun una nación pequeña requiere, en su interés nacional, que el apoyo a la investigación fundamental sea suficientemente amplio como para proporcionar al país una comprensión clara del significado de los nuevos avances científicos. Sin esta importante, aunque no siempre obvia exploración, se perderán las oportunidades de progreso tecnológico y faltarán los científicos con la preparación necesaria para futuros desarrollos. La falta de investigación fundamental suficientemente amplia en un país es un medio seguro de lograr que sus procesos industriales se vuelvan eventualmente obsoletos.

La conclusión evidente es que solamente investigadores científicos y tecnológicos en actividad pueden hacer que el proceso de transferencia y adaptación de tecnologías desarrolladas en los países adelantados no se convierta en un factor más de estancamiento económico y social.

Hasta ahora nos hemos referido a la necesidad del progreso científico de América Latina, para poder adaptar a sus necesidades específicas los resultados de la ciencia y la tecnología de los países más avanzados. Esto implica, naturalmente, el supuesto de que en los países desarrollados se crean procesos tecnológicos que, aunque sea necesario adaptarlos a las condiciones locales, se pueden aplicar a satisfacer las necesidades de la región. Esto, sin embargo, no es más que una parte del problema. Existen campos fundamentales de la tecnología en los cuales la investigación que se realiza en los países industrializados no solamente no es útil a los países subdesarrollados, sino que incluso resulta perjudicial para sus intereses económicos, por lo menos a corto y mediano plazo. Uno de estos campos, que es todavía vital para los países productores de materias primas,¹⁰ es el de los recursos naturales.

10. Aunque parezca obvio, es conveniente aclarar que la afirmación de que la producción de materias primas es todavía vital para los países del área no se contradice con lo que hemos dicho antes sobre la necesidad de romper la condición de abastecedores de materias primas para los países avanzados. El problema, por supuesto, no es que los países de la región sean productores de materias primas, sino el hecho de que *toda su economía esté condicionada a esa producción*. En un

En los países industrializados, una parte considerable de la investigación tecnológica relacionada con las materias primas está dirigida a reemplazar los materiales naturales por otros sintéticos, disminuyendo así su dependencia de las fuentes de producción de aquéllos. Algunos casos, que por otra parte tuvieron consecuencias serias para las economías de ciertos países de la región, son bien conocidos. Hasta la primera guerra mundial, alrededor de dos tercios del ingreso nacional de Chile provenía de la explotación de sus depósitos de salitre. Al finalizar la guerra, el perfeccionamiento del proceso Haber-Bosch para producir nitratos fijando el oxígeno del aire, desplazó al salitre de los mercados mundiales, provocando un gravísimo deterioro de la economía chilena. Las investigaciones para reemplazar el caucho natural por un sucedáneo comenzaron en Europa a principios de siglo y fueron impulsadas por las necesidades generadas durante las dos guerras mundiales. La producción comercial en escala importante comienza al finalizar la segunda guerra mundial, y en 1964 el caucho sintético representó el 59,7 % de la producción total. Los abrasivos naturales, incluido el diamante, están siendo reemplazados rápidamente por productos sintéticos; los materiales plásticos están reemplazando no solamente la madera, los productos cerámicos, etcétera, sino también varios metales en algunos de sus usos, y las fibras sintéticas han reemplazado en gran medida a las naturales en la industria textil. Se podría seguir con una lista realmente interminable de ejemplos, pero es suficiente decir que la ciencia moderna está en condiciones de producir sucedáneos de cualquier producto natural, siempre que disponga de la energía suficiente.

proceso de verdadero desarrollo autónomo, la exportación de materias primas deberá desempeñar un papel fundamental en la capitalización de las economías latinoamericanas, y por lo tanto debe ser incrementada en cantidad y calidad. La diferencia esencial será que los ingresos provenientes de esas exportaciones, en lugar de servir para abastecer el consumo suntuario de las clases superiores y para comprar en el exterior gran parte de los escasos bienes de consumo y de capital que requieren nuestras economías estancadas, actuarán como factor dinámico para una diversificación acelerada del aparato productivo.

Uno de los resultados de esta política tecnológica de sustitución, menos evidente pero igualmente peligroso para los países subdesarrollados, es el efecto que sobre el precio de las materias primas ejerce la simple amenaza o posibilidad de sustitución. Esto se debe a que gran parte de las innovaciones tecnológicas relacionadas con el ahorro o sustitución de materiales son impulsadas por la tendencia al alza de los precios de las materias primas. Esto hace que muchos productores se esfuercen para que no aumente el precio de sus productos, para evitar que sucedáneos o técnicas de ahorro de material que ya se han creado pero que no se aplican todavía, porque el precio de la materia prima no lo justifica, sean lanzados al mercado. El resultado es que, en muchos casos, el alza de ciertas materias primas en el mercado internacional, lejos de ser una ventaja para el productor, se convierta en una amenaza para su misma subsistencia, ya que aumenta el riesgo de que esos productos sean reemplazados totalmente. La industria del cuero es un ejemplo de esa situación. Una de las industrias químicas más importantes de los Estados Unidos produjo hace ya bastante tiempo un sucedáneo del cuero que no se fabrica todavía por ser su costo relativamente alto, pero si el precio del cuero sufre un alza considerable, este material terminará por sustituirlo totalmente.

Existen otras formas más sutiles de sustitución de productos de exportación de nuestros países, y que tienen también su base en la investigación tecnológica. Un ejemplo interesante, y podrían darse también otros, es el de las frutas de zona templada. Es bien sabido que los países europeos han incrementado considerablemente en los últimos años la producción frutícola, estando actualmente en condiciones, en lo que se refiere al volumen de producción, de autoabastecerse fácilmente. No obstante, la dificultad de conservar la fruta en buenas condiciones por períodos prolongados ha hecho que deban importar fruta fresca durante el invierno. Los países del hemisferio sur, entre ellos Argentina, pudieron mantener así un mercado de exportación, debido a lo que podríamos llamar la ventaja hemisférica; en pocas palabras, “exportando verano”. En los últimos tiempos, sin embargo, los productores europeos han

trabajado intensamente en mejorar las técnicas de conservación de frutas frescas, utilizando sobre todo atmósferas controladas, y en la actualidad están ya en condiciones, técnicamente por lo menos, de abastecer el mercado europeo durante todo el año.

La única posibilidad que tienen los países de América Latina de defenderse de esa política de sustitución y ahorro de materias primas naturales, es desarrollar activamente su propia investigación tecnológica en ese campo. Muchos productos naturales son remplazados porque los sucedáneos tienen características físicas o de composición más homogéneas, o porque sus técnicas de elaboración permiten ajustar más rápidamente el volumen de producción a la demanda. La investigación tecnológica, mediante una mejor tipificación y clasificación de esos productos, y a través del estudio de procesos de producción más flexibles, puede ayudar a reducir, por lo menos en parte, esas dos ventajas. El desarrollo de nuevos usos para los productos naturales es otro de los campos abiertos a los investigadores de la región.

Una de las tareas más importantes que debe encarar la investigación tecnológica en América Latina es la creación de nuevos recursos naturales, no sólo para aumentar su capacidad de exportación, sino también, y principalmente, para apoyar su propio desarrollo industrial. La expresión “crear recursos naturales” parece paradójica, pero responde a la realidad. Los recursos llamados naturales no son estrictamente tales, son esencialmente el producto de la investigación científica y tecnológica. Como ya hemos visto, los depósitos de salitre de Chile se convirtieron en recursos naturales cuando el progreso de la tecnología agraria llevó a la fabricación de fertilizantes nitrados, y dejaron casi de serlo cuando el mismo progreso tecnológico permitió la utilización del nitrógeno del aire con ese fin. Los depósitos de mineral de hierro con alto contenido de sílice (taconitas) de los Estados Unidos no eran aprovechables hasta hace dos décadas. Cuando los depósitos con alto contenido de hierro comenzaron a agotarse, los científicos norteamericanos desarrollaron procesos tecnológicos que permitieron la utilización de esas taconitas en la industria siderúrgica. Hasta hace pocos años se consideraba

que la producción de aluminio sólo puede efectuarse económicamente a partir de bauxitas con alto contenido de alúmina y menos del 6 por ciento de sílice. Algunos de los países industrializados que no contaban con acceso fácil a los recursos de bauxita del mundo, como Alemania y la Unión Soviética, estudiaron técnicas que permiten ahora producir aluminio a partir de materias primas que no se consideraban recursos hasta hace pocos años, neutralizando así el virtual monopolio de las bauxitas de alta ley que ejercen algunas de las grandes potencias industriales. Los yacimientos de cobre porfirico, del tipo de los que constituyen la mayor fuente de recursos de Chile, no eran explotables, por su baja ley, hasta hace pocas décadas. El enorme aumento de la demanda de cobre que produjo el crecimiento de la industria llevó a que los científicos de las grandes potencias crearan procedimientos que permiten explotar ahora esos yacimientos. Los casos citados son solamente algunos muy conocidos dentro del campo de los recursos no renovables, pero la lista podría alargarse considerablemente con ejemplos de otros sectores de la producción, como la agricultura. Además, el crecimiento y la diversificación casi explosiva de la industria moderna generan cada día la necesidad de utilizar nuevos materiales. Sustancias que hasta hace pocos años eran poco más que curiosidades de laboratorio, como el uranio, el selenio, el germanio, el torio, etcétera, se han transformado en pocos años en integrantes de la compleja maquinaria de producción, requiriendo la búsqueda de nuevos recursos naturales que los contengan.

En conclusión, así como la investigación científica y tecnológica “neutraliza” recursos naturales al sustituirlos, también puede crearlos. Es sorprendente observar, sin embargo, que en casi todos los casos la investigación tendiente al aprovechamiento de nuevos recursos naturales ha sido efectuada en los países industrializados, respondiendo a sus propias necesidades y conveniencias. Los países productores de materia prima, como los de América Latina, se han limitado simplemente a explotar aquellos recursos que demandan los países desarrollados en función de su experiencia tecnológica con determinado tipo o forma de presentación del mismo. Esta falta

casi absoluta de creatividad en uno de los campos más vitales para la economía de los países de América Latina, es una demostración palpable del colonialismo económico e intelectual a que estos países están sometidos. El deterioro continuo de los términos del comercio exterior de los países de la región es no solamente la consecuencia natural del progreso tecnológico, que tiende a disminuir el valor relativo de la materia prima en los procesos de producción, sino también, y en gran medida, el resultado de la carencia de una capacidad científica que les permita afrontar en forma creativa y dinámica ese problema.

Es evidente, de acuerdo con lo que acabamos de ver, que la única solución para América Latina es la creación de una capacidad científica autónoma. Entre los que sostienen esta posición, sin embargo, no existe acuerdo general, en términos de medios y objetivos, sobre lo que significa crear una potencialidad científica propia. Una tesis que encuentra muchos sostenedores en la región dice que la investigación tecnológica en los países desarrollados está destinada a la creación de tecnologías que hacen uso intensivo del capital. En América Latina se necesitan “tecnologías intermedias”, con mayor uso de mano de obra, debido a la escasez de capital y al grave problema del desempleo crónico. En consecuencia, no conviene introducir las tecnologías más avanzadas, y por lo tanto sólo necesitamos una ciencia y una tecnología también “intermedias”, más baratas y acordes con nuestras posibilidades.

Teniendo en cuenta que esa hipótesis tiene muchos adherentes, vale la pena analizarla con cierto detenimiento. Veamos primero lo que se refiere a la necesidad o conveniencia de usar sistemas de producción con alto insumo de mano de obra, comenzando por los aspectos técnicos del problema. En primer lugar, se comete el error de creer que un proceso de producción que implique menor uso relativo de capital tiene necesariamente menor nivel tecnológico. El error proviene en gran parte de suponer que el aprovechamiento de tecnologías de mayor incidencia de mano de obra se logra usando procedimientos y equipos de producción anticuados, descartados ya por los países más desarrollados. La solución, sin embargo, no

puede ser ésa. Para que los procesos de producción intermedios contribuyan realmente al progreso de la región, y puedan ser competitivos con respecto a los que se utilizan en otros países, deberán incorporar todos los adelantos de la tecnología moderna compatibles con el proceso elegido. Esto requiere una alta capacidad de investigación científica en la región, porque se trata de problemas que no interesan, y por lo tanto no se estudian, en los países altamente industrializados. Es necesario distinguir, además, entre el mayor o menor grado de complejidad de los equipos que se pueden usar en los procesos de producción, y el nivel de capacitación técnica que se requiere para decidir entre las muchas alternativas posibles. La selección de los procesos de producción más convenientes para los distintos países de América Latina debe considerar un número tan grande de variables que solamente la pueden hacer científicos y tecnólogos del más alto nivel, que conozcan además profundamente las condiciones particulares de la región.

El razonamiento anterior sólo pretende demostrar que, aun en el caso de *que fuera posible y conveniente* usar procesos de producción de bajo coeficiente de capital, eso no resuelve o hace más fácil el problema tecnológico. Un aspecto más importante de este planteo, sin embargo, es hasta qué punto resulta posible o conveniente encarar la industrialización de un país en base a los procesos de producción antes mencionados. Ésta es una de las recetas más repetidas, sobre todo por los economistas de los países industrializados, para ayudar a resolver los problemas materiales del subdesarrollo, pero muy pocas veces se analizan sus verdaderas implicaciones. En primer término, la elección de procesos de producción con alto coeficiente relativo de mano de obra significa también necesariamente una opción en cuanto al desarrollo sectorial, ya que en muchas industrias claves para la economía —como siderurgia, química pesada, electrónica, etcétera— no se puede pensar seriamente en utilizar técnicas diferentes de las adoptadas en los países más avanzados.

La selección, en consecuencia, se reduce a las industrias manufactureras más tradicionales, y descansa sobre las premisas siguientes: a) los procesos con altos coeficientes relativos de mano de obra,

al mismo tiempo que ayudan a economizar el escaso capital de la región, facilitan la competencia en el mercado internacional al hacer pesar la ventaja del menor costo de mano de obra local; b) la utilización de mayor mano de obra por unidad de producción ayudará a resolver el problema de las elevadas tasas de desocupación de los países del área latinoamericana.

La primera de las premisas, que en última instancia se reduce a decidir cuál es la manera más eficiente de usar el capital disponible en la región, es por supuesto la más importante, porque de nada valdría crear industrias con capacidad potencial de absorber mucha mano de obra, si esas industrias estuvieran condenadas al estancamiento por su incapacidad de competir con las instaladas en el exterior. Veamos, entonces, qué validez tiene realmente.

La suposición de que los países atrasados pueden sacar ventajas de su menor costo de mano de obra, utilizando ésta en mayor proporción relativa en los procesos de producción, es cada día menos válida, porque uno de los primeros efectos del proceso tecnológico en los países avanzados ha sido incrementar aceleradamente la productividad. Como consecuencia, se ha hecho cada día más difícil para los países atrasados utilizar el bajo costo de su mano de obra para competir aun en las manufacturas más simples. “Cada vez que Occidente aprende a efectuar un proceso industrial a un costo menor que el que podríamos llamar el costo fisiológico, es decir, a un costo menor que el necesario para la subsistencia de un obrero, se rompe un vínculo más entre el mundo desarrollado y el subdesarrollado...”¹¹.

Como el número de industrias en las cuales el costo de producción está por debajo del “costo fisiológico” aumenta día a día, disminuyen correlativamente las industrias en las cuales es posible competir en base al menor costo de mano de obra, *con procesos de producción de menor coeficiente de capital, es decir, menos mecanizados*. Estos procesos deben por lo tanto seleccionarse cuidadosamente, teniendo en

11. C. Cooper y F. Resnais, *The impact of advanced countries progress in science and technology on the under-developed countries*, OECD, París, 1968.

cuenta siempre que la ventaja que ofrecen es solamente transitoria, debido al avance continuo de la tecnología. No constituyen, entonces, un modelo alternativo de industrialización, sino solamente en campos relativamente reducidos, aprovechables momentáneamente dentro de un esquema más amplio de industrialización.

Los países de América Latina pueden, por supuesto, hacer valer en su provecho el menor precio de su mano de obra, pero ello sólo puede hacerse, en la mayoría de los casos, *utilizando procesos de producción con coeficientes de capital equivalente a los que se usan en los países más desarrollados*, aunque adaptados a las condiciones particulares de la región (disponibilidad y tipo de materias primas, volumen de producción, etcétera). No se trataría entonces de seleccionar procesos especiales de producción, sino de elegir *aquellas industrias que, por su misma naturaleza, tienen un coeficiente relativamente alto de mano de obra, independientemente del país en que estén instaladas*. Como ya hemos visto, esto significa concretar las inversiones en las industrias manufactureras más tradicionales.

No es extraño que este esquema de industrialización para nuestros países sea el sostenido por los economistas de los países avanzados, ya que responde a la concepción neocolonial de la división internacional del trabajo. Según este criterio, los países subdesarrollados deben dedicarse a aquellas industrias que, por tener un menor insumo relativo de capital, se adaptan mejor a sus condiciones económicas y sociales, dejando a los países desarrollados los sectores industriales más dinámicos, que exigen altos insumos tecnológicos y de capital. En definitiva, se trata de adaptar el viejo esquema de la dependencia, basado en la existencia de economías centrales y economías periféricas subordinadas, a las nuevas condiciones de la economía mundial. El resultado es el mismo: los países subdesarrollados continúan siendo el proletariado externo de los países avanzados, a los cuales proveen de la mano de obra barata necesaria para los procesos de producción que, por su baja rentabilidad, son cada día menos compatibles con los altos niveles de vida de éstos. Lejos de servir para el adelanto de nuestros países, esta nueva división internacional de trabajo no hace más que acentuar los vínculos de

dependencia que están en la base misma de los factores determinantes del subdesarrollo.

Uno de los pilares de este esquema de atraso es el razonamiento de que, teniendo escasez de capital, es necesario destinarlo a las industrias de pequeño coeficiente de capital. Mucho más racional es sostener que, precisamente por ser escaso, el capital de nuestros países debe invertirse en aquellos sectores de la economía que, además de tener una alta rentabilidad, ejerzan un mayor efecto de estímulo y arrastre sobre el resto del aparato productivo, favoreciendo así la formación rápida de capital tanto financiero como técnico. Ésta es la única política de industrialización que puede ayudar a romper uno de los círculos viciosos del subdesarrollo: no se tiene capital porque no se dispone de industrias dinámicas que permitan su acumulación rápida, y no se tienen industrias dinámicas porque no se dispone de capital.¹²

La principal objeción que se hace a este programa de industrialización es que no resuelve el agudo problema de desocupación que afecta a la mayoría de los países de América Latina. Este argumento olvida que la pretendida solución alternativa —concentración en manufacturas de bajo coeficiente de capital— no sólo no resuelve el problema de la desocupación, como lo muestra la historia reciente de Latinoamérica, sino que lo agrava en el mediano y largo plazo, al crear una estructura industrial que por su bajo poder de multiplicación del capital, tanto financiero como tecnológico, carece de la capacidad de expansión necesaria para absorber la creciente oferta de mano de obra de la región. En definitiva, se trata de una de las tantas “soluciones” que sólo pueden ofrecer, en el mejor de los casos, paliativos a corto plazo, porque su fin último es introducir los cambios mínimos requeridos para la subsistencia del sistema; es una versión más del conocido “cambiar para que todo quede igual”.

12. Antonio García, en *La estructura del atraso en América Latina*, Pleamar, Buenos Aires, 1969, dice: “El ‘círculo vicioso’ es la forma paradójica en que se expresa —y por medio de la cual opera— la estructura del atraso en la América Latina”. Presenta un análisis muy interesante de este concepto (pp. 89-95).

La debilidad fundamental de la objeción que se refiere a la desocupación radica en que ignora que este problema no es más que una de las tantas manifestaciones de las profundas deformaciones estructurales que están en la raíz del atraso de América Latina, y que han impedido hasta ahora, entre otras cosas, la formación de un verdadero mercado de masas, sin el cual no es posible el desarrollo económico autosostenido. La solución, por lo tanto, no consiste en deformar el desarrollo industrial, sino en provocar un cambio global en esas estructuras que permita una radical redistribución social de los ingresos, y una canalización del ahorro interno hacia las actividades productivas. Sólo de esta manera, con una plena y racional utilización de los recursos de la sociedad y un desarrollo industrial armónico que incluya sobre todo los sectores más dinámicos de la producción, se puede generar el proceso de capitalización que rompa uno de los círculos viciosos más tenaces del subdesarrollo.

Debemos recordar, finalmente, que la adaptación y perfeccionamiento de tecnologías industriales, el aprovechamiento intensivo de nuestras materias primas, etcétera, no es más que una parte, y no la más difícil –porque en buena medida se trata de aprovechar en forma inteligente lo que se hace en otras partes del mundo– de los problemas que deberemos resolver. Existen múltiples problemas científicos y tecnológicos en los que América Latina deberá buscar sus propias soluciones. Para demostrarlo basta mencionar unos pocos. Gran parte de los habitantes de nuestros países viven en la zona tropical, y otra porción considerable está establecida en zonas cuya altitud media sobrepasa los 3.000 metros sobre el nivel del mar. Los problemas específicos de todo tipo que crean esas condiciones ambientales –sanitarias, de producción agrícola e industrial, de comunicaciones, etcétera– no han sido hasta ahora investigadas en detalle simplemente porque los países desarrollados están en zonas del mundo que no los presentan. Sin embargo, el pleno dominio del medio ambiente físico es una de las condiciones más esenciales al progreso de una sociedad.

La discusión precedente se puede resumir diciendo que la problemática del subdesarrollo plantea uno de los desafíos intelectuales más grandes que una sociedad haya enfrentado en la historia. Como en todos los grandes desafíos históricos anteriores, las soluciones las pueden dar solamente los protagonistas, y esto es tan cierto en el terreno de la creación científica como en todos los otros campos de la actividad humana.

Capítulo IV

La metodología y los instrumentos de la política científica

La autonomía científica

En los medios académicos de América Latina existe en general una gran resistencia a la idea de la planificación de la ciencia en escala nacional, sobre el supuesto de que cualquier intervención del Estado interferiría con el desarrollo libre y natural de la actividad científica. La hipótesis en que se apoya esta posición —que el desarrollo de la ciencia en la región ha sido, aunque precario, hasta ahora “libre”— es, por supuesto, equivocada. Todos los países, y los de América Latina no son una excepción, tienen una política científica explícita o implícita; y en la medida que la tienen planifican, directa o indirectamente, la dirección y el contenido del esfuerzo científico en función del tipo de sociedad a que aspiran sus sectores dirigentes. Los medios utilizados —prioridades en la distribución de fondos, nombramiento de autoridades en los organismos encargados del fomento de la actividad científica, presión económica y política sobre las universidades y otros centros de investigación, etcétera— son generalmente indirectos, pero tan efectivos como la más cuidadosa planificación explícita. El resultado ha sido una ciencia desligada de la problemática nacional, y casi totalmente subordinada a sistemas de producción científica elaborados en el exterior, en relación con otras necesidades y objetivos. En resumen, una ciencia adaptada a los requerimientos de una sociedad fundamentalmente estática y económica y culturalmente dependiente.

El problema, por lo tanto, no es decidir si la transformación de América Latina requiere o no tener una política científica —lo que supone siempre planificación— sino determinar cuáles deben ser sus objetivos, y los medios para llevarla a cabo. La definición de

esos objetivos debe hacerse teniendo en cuenta que la ciencia, además de un poderoso instrumento de progreso material, es la manifestación máxima de la autonomía intelectual de una sociedad, es decir, de su aptitud para incorporarse a la civilización moderna con plena capacidad de decisión sobre su destino. En esta concepción la ciencia, además de un instrumento, es un fin en sí mismo; no en el sentido estrecho de la “ciencia por la ciencia misma”, asociado siempre a la conocida imagen de la “torre de marfil”, sino porque sus métodos, tanto como sus resultados, influyen sobre todos los campos de la actividad humana, contribuyendo a crear la mentalidad abierta y desprejuiciada que es esencial para todo proceso de cambio. En las palabras de Mario Bunge¹ “El desarrollo integral de una nación moderna involucra el desarrollo de su ciencia. Primero, porque lo necesita la economía moderna del país si aspira a ser múltiple, dinámica e independiente. Segundo, porque no hay cultura moderna sin una vigorosa ciencia al día: la ciencia ocupa hoy el centro de la cultura y tanto su método como sus resultados se irradian a otros campos de la cultura, así como de la acción. Tercero, porque la ciencia puede contribuir a conformar una ideología adecuada al desarrollo: una ideología dinámica antes que estática, crítica antes que dogmática, iluminista antes que oscurista, y realista antes que utópica”.

El objetivo fundamental de una política científica que sirva a la transformación política, económica y social de América Latina debe ser, entonces, crear una capacidad científica autónoma en todos los campos del conocimiento. *Autonomía* no significa, por supuesto, *autosuficiencia*, porque ningún país del mundo es autosuficiente en el terreno científico. Significa simplemente la capacidad de tomar decisiones basadas en las propias necesidades y objetivos en todos los campos de la actividad social, utilizando la creación científica generada dentro o fuera de la región. En suma,

1. M. Bunge, *Filosofía de la investigación científica de los países en desarrollo*, 18^a Convención Anual de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia, Caracas, 1968.

supone alcanzar el grado de autodeterminación que, en el terreno científico, poseen los países más avanzados.

Un objetivo de esa magnitud no constituye por sí solo, obviamente, una política científica; ésta implica, sobre todo, la determinación de los medios y de la estrategia para implementarla. En lo que sigue trataremos de esbozar las líneas generales a las que, en nuestra opinión, debería ajustarse la política científica de los países de América Latina.

La ciencia latinoamericana y el sistema científico mundial

Toda política científica, en el sentido moderno, comprende dos aspectos fundamentales: la denominada política “para la ciencia”, es decir, el conjunto de medidas económicas, institucionales, legislativas, etcétera, que se necesitan para proporcionar a la investigación científica los medios para su desarrollo y el incremento de su productividad, y la política “de la ciencia” que son las medidas encaminadas a poner a la ciencia al servicio, no solamente del progreso general de los conocimientos humanos, sino también del bienestar económico y social de la comunidad. Estos dos aspectos están por supuesto íntimamente relacionados, pero es el segundo, es decir, el que establece los objetivos de la actividad científica, el que en última instancia determina los medios que la sociedad pone a su disposición. Esto significa que, aunque existan ciertos principios de validez más o menos general, la concepción de una política científica debe basarse estrechamente en las condiciones y necesidades particulares de cada país.

Este último punto es muy importante, porque existe una tendencia bastante generalizada a suponer que se puede lograr un desarrollo científico acorde con las necesidades nacionales, simplemente impulsando la actividad científica en los mismos campos, en las mismas direcciones y con intensidades relativamente similares a las que se aplican en los países más industrializados. Esta concepción olvida que gran parte de la estructura del desarrollo actual de la

ciencia está determinado por las direcciones impuestas a la investigación científica por las necesidades de los países más adelantados, y no por una especie de “ley natural” que determina inexorablemente la modalidad del crecimiento científico. Tratar de imitar ciegamente esos modelos de desarrollo significa convertirse en subsidiarias de sistemas concebidos para otras necesidades y recursos.

Un breve examen de las motivaciones y de la evaluación de la política científica de los Estados Unidos, a la que se considera más frecuentemente el modelo a imitar, ilustrará claramente lo que hemos dicho. La organización federal, y la ideología liberal que informa el sistema político y económico norteamericano, hizo a sus gobiernos poco dispuestos a concebir e implementar una política sistemática de progreso científico. Cuando ésta nace, como consecuencia de la segunda guerra mundial y posteriormente de la rivalidad militar con la Unión Soviética, careció de objetivos económicos explícitos, y fue orientada por las necesidades militares. En este contexto se desarrollan aceleradamente la energía atómica, las computadoras, la metalurgia especial, la navegación espacial, etcétera. Las necesidades de apoyo a esta investigación esencialmente aplicada, obligó también al gobierno norteamericano a fomentar la investigación básica en las universidades y otros centros de actividad científica. Posteriormente, el Departamento de Comercio comprendió el valor de los instrumentos aplicados en esta política –principalmente los contratos de investigación y las adquisiciones públicas– y comenzó a aplicarlos en forma sistemática para colocar a la industria norteamericana en situación competitiva ventajosa en todo el mundo, con los resultados que son bien conocidos. Como puede verse, en la orientación del esfuerzo científico de los Estados Unidos hay muy poco de accidental o “naturalmente” predeterminado. Éste se produjo en función de las necesidades de ese país; primero por razones militares y luego, además, por motivaciones económicas. Hemos elegido a los Estados Unidos, en lugar de la Unión Soviética, China o Francia, por ejemplo, por tratarse de un país insospechable de excesivo dirigismo estatal; pero un análisis del desarrollo científico de cualquiera de los grandes países industrializados, nos mostraría un panorama similar.

En contraste con lo que acabamos de ver, gran parte de la actividad científica de los países de América Latina, y en particular la de los de más alto nivel, está condicionada directa o indirectamente por las líneas de investigación que se siguen en los países avanzados, especialmente en los Estados Unidos. Las razones para que esto suceda son múltiples y, en general, bien conocidas. En primer lugar, la falta de estímulo local, originada por la escasa demanda que la sociedad ejerce sobre su actividad científica, hace que los investigadores se vuelquen hacia los temas “de moda”, es decir, hacia aquellos que se cultivan en los centros científicos más importantes, y que son los que permiten un ascenso más rápido en la escala de prestigio internacional.² Además, una proporción importante y continuamente creciente de la investigación científica de la región, se realiza con el apoyo financiero de organismos del tipo de las grandes fundaciones internacionales —como Ford, Carnegie, Rockefeller, etcétera— o aun de entes nacionales de las grandes potencias, como la Fuerza Aérea o el Ejército de los Estados Unidos. Estas instituciones, cuyos asesores están en general estrechamente relacionados con los centros de investigación antes mencionados, favorecen naturalmente los planes de trabajo basados en los temas que se cultivan en los mismos. Esta forma de orientación de la investigación científica no exige un gran esfuerzo de parte de esos organismos ya que, en general, son los mismos investigadores locales los que tratan de adaptar sus temas, suponiendo, con razón, que de esa manera facilitan la obtención de fondos. La corriente de becarios que fluye continuamente hacia los países desarrollados, es también un elemento decisivo en este condicionamiento de la investigación. En la mayoría de los casos estos becarios son enviados al exterior sin planes definidos de investigación y, en consecuencia, se incorporan a los equipos de trabajo del lugar de destino, sin tener en cuenta si los temas que desarrollan tienen interés para las instituciones o el país de origen. Cuando regresan, y si consiguen equipamiento y medios —en caso

2. Este tema ha sido tratado con más detalle por Oscar Varsavsky en *Ciencia, política y científicismo*, Centro Editor de América Latina, Buenos Aires, 1970.

contrario generalmente vuelven a los lugares donde se perfeccionaron— continúan sus líneas de investigación comenzadas en el exterior y, aunque físicamente están en América Latina, en la práctica siguen formando parte del sistema externo de producción científica.

Para comprender la importancia que tiene esta posición subordinada de la ciencia de América Latina, conviene considerar brevemente la orientación de la actividad científica de los Estados Unidos, teniendo en cuenta que la influencia de este país es, sin lugar a dudas, la más profunda. Para ello citaremos algunos conceptos contenidos en un reciente documento de la OECD:³

Las tres cuartas partes del programa total de investigación y desarrollo de los Estados Unidos están actualmente dedicados a las industrias espaciales y militares. Estos dos gigantes se agrandan en forma rápida e inexorable... Eisenhower dice que están dotados de medios que no guardan ninguna relación con las necesidades de la colectividad, o del mundo. El presupuesto norteamericano de defensa y de investigación espacial del año próximo (1969) es superior a 80.000 millones de dólares —más que el valor del Producto Nacional Bruto de Gran Bretaña—. Estos programas dependen en una medida extraordinaria de investigadores e ingenieros. No es extraño, entonces, que exista escasez de ese personal en los Estados Unidos, y que muchos de ellos abandonen tareas menos remuneradas en sus países de origen, para afluir a ese país desde todos los rincones del mundo.

La mayoría de los científicos e ingenieros que trabajan en los Estados Unidos deben ocuparse, tarde o temprano, de investigación militar o espacial. Todo el sistema de enseñanza del país ha sido distorsionado, y se comienza a percibir que el sistema de enseñanza del mundo entero está en camino de ser distorsionado. Las universidades de Europa, de Canadá, de los países pobres de África y de Asia, corren el riesgo de ser encadenadas a las ruedas del carro de este Moloch americano que debe conducir un hombre

3. Lord Bowden, *op cit.*, pp. 36-37.

a la luna en 1970; y esta máquina, no lo olvidemos, ha sido creada después que los norteamericanos habían ya producido el equivalente nuclear de alrededor de 100 toneladas de dinamita por cada ser humano viviente, y habían establecido un método para lanzarlas a cualquier punto de la superficie terrestre.

La economía de los Estados Unidos se encuentra en una situación extraordinaria. Alrededor de la mitad de la población activa es suficiente para satisfacer las necesidades reales de los habitantes del país —y por ello entiendo alimentación, vivienda, vestimenta, automóviles, etcétera— de manera que los poderes públicos están obligados a encontrar empleos para la otra mitad. Yo creo que con sus programas de defensa e investigación espacial, los Estados Unidos han creado el sistema más extravagante, complicado y peligroso de asistencia pública que una gran nación ha imaginado jamás en tiempo de paz. ¿...Ha existido algo parecido desde que el gobierno de la Roma Imperial se arruinó, arrastrando consigo al mundo que la rodeaba, por gastar en el circo el 40% de sus ingresos?

Es evidente, por lo tanto, que gran parte de la escasa capacidad científica de América Latina está dedicada a producir para un sistema supranacional que nada tiene que ver con las necesidades de la región, ni con el libre progreso de la “ciencia universal”. Se dice muchas veces, para justificar esta situación, que cualquiera que sea la razón original por la cual se seleccionó un determinado tema de investigación, los resultados son siempre útiles para todos, porque contribuyen al progreso general de la ciencia. No cabe duda de que esto es cierto; pero también es cierto que existe un número casi infinito de posibles temas de investigación, todos ellos igualmente interesantes para el avance de la ciencia, pero *no* igualmente útiles para los países que los llevan a cabo. Investigar el comportamiento de ciertos materiales en la alta atmósfera o en el espacio exterior, por ejemplo, no es más importante para la ciencia que determinar los mecanismos de adaptación fisiológica que exige la vida en las altas mesetas; la diferencia, sin embargo, es que en el primer caso

los resultados interesan primordialmente a los planes espaciales y de defensa de las grandes potencias, mientras que en el segundo, los mismos son necesarios para ayudar a promover el bienestar de varios millones de habitantes de nuestra región. Para contribuir al progreso general de la ciencia los países de América Latina no tienen ninguna necesidad de seguir servilmente las direcciones y líneas de investigación de los países más desarrollados; por el contrario, pueden realizar una acción mucho más efectiva a partir de temas elegidos de acuerdo con sus propias necesidades, porque de esa manera favorecerán el avance de áreas del conocimiento que, por no interesar a las grandes potencias, se encuentran relativamente descuidadas. Esto no impide, por supuesto, que en aquellos campos de investigación que hacen realmente al progreso del conocimiento en general, y que son relativamente independientes de las necesidades inmediatas de la sociedad, los países de la región contribuyan en la medida de sus posibilidades.

La idea de un desarrollo científico orientado según las necesidades nacionales, no debe confundirse con la absurda concepción de una ciencia “nacionalista” en el sentido estrecho del término, es decir, ocupada solamente de los problemas locales, y más o menos aislada del contexto científico internacional. Los métodos y el fin de la ciencia son efectivamente universales, y el intercambio continuo y la conexión estrecha con el sistema científico mundial son la única garantía de un nivel de calidad acorde con el que exige el trabajo científico moderno. No puede existir una ciencia “latinoamericana”; lo que sí puede, y debe existir, es una ciencia cuya orientación y objetivos generales estén en armonía con la necesidad de resolver los múltiples problemas que plantea el desarrollo de la región.

Los organismos de planificación y conducción de la ciencia

La adopción de una política científica nacional requiere la creación de organismos específicamente encargados de su elaboración y control posterior. Estos organismos, cualquiera que sea su jerarquía o

ubicación institucional, deberán participar por derecho propio en la elaboración de los planes de desarrollo, con la misión específica de aportar toda la información técnica necesaria, y de adecuar la política científica a la consecución de las metas fijadas por el plan. Deberán ser también los encargados de guiar, coordinar y supervisar la política científica así elaborada. Es necesario insistir que ninguna política científica puede tener éxito si los organismos encargados de su ejecución no pueden participar por derecho propio en los más altos niveles nacionales de decisión política.

El primer problema que se plantea cuando se trata de determinar la naturaleza y composición de los organismos de planificación científica, es la necesidad de armonizar el grado de centralización que se requiere en la cúspide del sistema para poder realmente orientar una política nacional, y la descentralización que impone la naturaleza pluralista del sistema productivo científico en los niveles de ejecución, que son los estratos medios e inferiores desde el punto de vista de la organización institucional. En este sentido es necesario distinguir claramente entre centralización de la *política de investigación*, y centralización de la *investigación*. La primera es indispensable porque las decisiones entre distintas estrategias posibles a seguir se basan, naturalmente, en opciones políticas que requieren una visión de conjunto de las necesidades y objetivos que sólo las más altas autoridades ejecutivas nacionales pueden tener. Además, cada una de estas opciones implica alternativas distintas de adjudicación de recursos, las que deben decidirse no sólo en función de las necesidades del aparato científico, sino teniendo en cuenta también las demandas de otros sectores de la sociedad. En el nivel de ejecución, en cambio, los organismos actuantes, una vez fijados los medios, los objetivos y los plazos para alcanzarlos, deben tener una considerable autonomía.

Por otra parte, los responsables de la planificación científica deben conocer en suficiente detalle los requerimientos y las posibilidades del sistema de producción científica, tanto en sus aspectos más generales como con relación a cada programa en particular. Para conseguir este objetivo, es indispensable que los científicos en actividad puedan asesorar al poder administrador en todos los

niveles de decisión. Este asesoramiento debe ser permanente, porque las metas de la planificación científica deben ser reajustadas en función del rápido progreso de la ciencia, que continuamente crea nuevas opciones y posibilidades.

Un punto muy discutido con respecto al tema que estamos considerando, se refiere al papel que la planificación científica debe jugar en relación con la investigación *fundamental*, o *pura*. Se admite con relativa facilidad que la investigación aplicada requiere un cierto grado de planificación, pero no se ve con claridad cómo esto puede aplicarse a la investigación fundamental. Para plantear correctamente este problema debemos tener en cuenta que, en la actualidad, la única diferencia significativa que existe entre ciencia *pura* y ciencia *aplicada* u *orientada* se refiere a la motivación por la cual se realizan. La investigación aplicada se realiza en función de ciertos objetivos específicos que interesan a la sociedad, mientras que la investigación pura o fundamental está desprovista de metas utilitarias inmediatas. En todo lo demás —carácter de los temas, nivel académico del personal involucrado, metodología, etcétera— los dos tipos de investigación presentan las mismas exigencias. Esto hace que muchas veces sea muy difícil, o imposible, asegurar si un determinado tema de investigación es *puro* o *aplicado*. Como consecuencia, la tendencia moderna en los países más adelantados es calificar la investigación por el carácter del marco institucional donde se realiza, y no por la naturaleza del tema mismo. Así, por ejemplo, la investigación biológica o bioquímica que tiene lugar en un instituto de salud pública será considerada, desde el punto de vista de la política científica, como aplicada; mientras que la que se efectúa en el marco académico de una universidad será calificada como pura, aun tratándose esencialmente de los mismos temas. El carácter y los objetivos de la institución donde se realiza la investigación es la que determinará la naturaleza de la planificación en los distintos niveles.

En términos generales, se puede decir que en los niveles más elevados de conducción política las directivas sobre investigación básica se refieren fundamentalmente a dos aspectos, ambos íntimamente ligados a la necesidad de tomar decisiones sobre asignación

de recursos: a) mantener una relación adecuada entre los fondos destinados a investigación aplicada y los dirigidos a investigación fundamental, b) decidir sobre el apoyo relativo que se debe dar a cada uno de los grandes campos de investigación. La necesidad de establecer normas sobre el primer punto es obvia, porque de lo contrario se correría el riesgo de que los organismos que trabajan en investigación aplicada, y que por la naturaleza de los temas que tratan tienen una mayor capacidad de presión sobre el aparato gubernamental, acaparen una proporción excesiva de los recursos totales. El segundo punto es más controvertido por suponerse que implica un tipo de decisiones que interfiere con el libre desarrollo de la ciencia. Esto es en alguna medida cierto, pero también es inevitable, y lo ha sido así desde que la ciencia dejó de depender de la acción de un pequeño grupo de hombres aislados, para convertirse en una actividad que requiere el apoyo masivo de la sociedad. En efecto, ningún país moderno —ni siquiera Estados Unidos o la Unión Soviética, pese a la difundida opinión popular en contrario— pueden impulsar todos los posibles campos de investigación con la misma intensidad, debido a la limitación de los recursos financieros y humanos. En los países subdesarrollados la situación es, por supuesto, mucho más crítica, y la necesidad de seleccionar las áreas de investigación donde deben concentrarse los mayores esfuerzos, más imperativa. Este tipo de decisiones, que involucra consideraciones científicas, económicas, políticas y sociales, sólo pueden ser tomadas por las autoridades máximas del Estado, aunque asesoradas por los responsables de la conducción científica.

En los niveles de ejecución, la investigación fundamental está, naturalmente, mucho menos condicionada que la investigación aplicada. En esta última, los temas que cada investigador puede elegir están más limitados por la naturaleza y los objetivos del programa, mientras que en la primera, los temas de trabajo dependen esencialmente del criterio del investigador. En conclusión, se puede decir que en la investigación básica la planificación sólo fija las grandes áreas prioritarias, dejando una amplia libertad para la elección de temas particulares; en la investigación aplicada, en cambio, tanto

los objetivos generales como las etapas de ejecución, están en general mucho más estrechamente determinadas por los organismos de conducción científica. Como veremos más adelante, esta diferencia, aunque válida en términos generales, no es absoluta, porque en ambos casos la incidencia de la planificación puede variar dentro de límites muy amplios.

De acuerdo con lo que acabamos de ver, la estructura institucional encargada de la conducción científica nacional, debe ser capaz de cumplir las siguientes funciones: a) elaborar la política científica teniendo en cuenta los recursos, necesidades y objetivos nacionales; b) controlar el cumplimiento de las metas fijadas por la política científica; c) coordinar la tarea de los organismos científicos encargados de la ejecución de los planes de investigación; d) facilitar una comunicación rápida y efectiva entre los diversos sectores de la sociedad interesados en la ID; e) el asesoramiento en forma permanente a las autoridades nacionales en todo lo referente a la ciencia y la tecnología.

Las formas institucionales ensayadas por los países más adelantados para cumplir los objetivos enunciados son bastante variadas, pero responden, en general, a dos esquemas básicos. En uno de ellos existe un ministro encargado de la ID, que representa a la ciencia y la tecnología en los niveles más altos de conducción política. Una ventaja de este sistema es que la investigación científica tiene una representación permanente en el gobierno que puede usar su influencia para señalar su importancia en todos los aspectos de la conducción nacional. Por otra parte, su mayor desventaja radica en la naturaleza pluralista del sistema de producción científica. En efecto, la ID constituye una parte importante de la responsabilidad de la mayoría de los grandes sectores gubernamentales —ministerios, secretarías, etcétera— y está tan íntimamente ligada con otros aspectos de la planificación dentro de los mismos, que no resulta conveniente tratarla por separado. El otro sistema, que obvia esta dificultad, se basa en la existencia de un cuerpo de consulta y coordinación a nivel gubernamental, generalmente en el ámbito de la más alta autoridad ejecutiva —primer ministro, presidente, etcétera. Este arreglo

tiene la ventaja de que enfoca la planificación científica como una tarea de cooperación y coordinación entre los diversos ministerios y departamentos, y facilita la participación de organismos no gubernamentales –tales como las asociaciones profesionales– mediante la inclusión de representantes de los mismos. Además, el tratamiento conjunto de todos los problemas concernientes a la ID, permite elaborar el presupuesto destinado a la ciencia en base a consideraciones y prioridades estrictamente técnicas impidiendo, o por lo menos atenuando, la puja política por la asignación de recursos que se produce cuando los presupuestos científicos llegan por separado a la instancia de decisión final, sea ésta ministerio de la ciencia, gabinete, o Primer Ministro.

En los países científicamente más avanzados, incluyendo los socialistas, la organización institucional de la conducción científica responde en general al segundo modelo, o a una combinación de los dos esquemas mencionados. En los casos en que existe un ministerio de la ciencia, o cualquier otro organismo centralizado de dirección, la planificación científica la realizan, en la práctica, cuerpos asesores y de coordinación de composición muy variada. En todos los casos, y cualquiera que sea la modalidad del arreglo institucional, se pueden distinguir fácilmente tres tipos de funciones a cargo de esos organismos. La primera corresponde a la tarea de decisiones sobre política científica, y a la coordinación general de la ID en el plano nacional. Ésta es la instancia donde se elabora la política científica, y por lo tanto requiere una estrecha conexión con los más altos niveles nacionales de decisión política y planificación económica. En Francia, por ejemplo, esta función está a cargo del Comité Interministerial de la Investigación Científica y Técnica, que depende del Primer Ministro, a través de un Secretario de Estado, y en el cual participan los ocho ministerios en los cuales se realiza la mayor parte de la investigación científica estatal. La misión de este Comité es “proponer al gobierno todas las medidas tendientes a desarrollar la investigación científica y técnica” y, sobre todo, “teniendo en cuenta el Plan (de desarrollo económico y social), los programas de equipamiento y la repartición de recursos y

medios, en particular los referentes a los créditos a incluir en los presupuestos de los diversos departamentos interesados”.⁴ En Japón, la misión de planificar y coordinar el esfuerzo científico está a cargo del Consejo para la Ciencia y la Tecnología, que depende directamente del Primer Ministro, y en cuya composición intervienen cuatro miembros del gabinete, el Presidente del Consejo de la Ciencia del Japón (Science Council of Japan) y cinco personas más, “competentes y con experiencia” designadas por el Primer Ministro con aprobación de la Dieta. En la práctica, este Consejo es asesorado, además, por personas incorporadas en forma temporaria y por subcomités de especialistas.⁵ En el sistema soviético, el órgano central de planificación científica es la Comisión Estatal de Planificación (GOSPLAN) que depende directamente del Consejo de Ministros, y tiene a su cargo la elaboración del Plan Económico Nacional. Este arreglo institucional se basa en el principio de que la ID es una parte integral de la actividad económica, y por lo tanto debe planificarse y coordinarse con el resto de la misma. En la actualidad, el Comité Estatal para la Ciencia y la Tecnología, al cual volveremos más adelante, colabora también en la planificación científica.⁶

La segunda función es esencialmente la de administración y conducción de la política científica nacional, y los organismos que la cumplen constituyen el verdadero estado mayor del gobierno en este terreno. En el caso de Francia esta acción está a cargo de la Delegación General para Investigación Científica y Técnica (DGRST), la que trabaja en estrecha colaboración con el Comité Interministerial que ya hemos mencionado. Sus tareas principales son hacer el inventario permanente de los medios de investigación en los sectores público y privado, preparar los trabajos del Comité Interministerial en lo que se refiere a planificación y presupuesto, y administrar los fondos de desarrollo de la investigación científica. El Centro Nacional de la Investigación Científica (CNRS) participa también en esta fase

4. OCDE, *Politiques nationales de la science: France*, París, 1966.

5. OCDE, *Reviews of national science policy: Japan*, París, 1967.

6. OCDE, *Science Policy in the USSR*, París, 1969.

de la conducción de la ciencia, aunque su misión principal es la promoción de la investigación básica. En Japón, la Agencia para la Ciencia y la Tecnología (STR), que depende directamente del Primer Ministro, es el organismo central de conducción y administración de la investigación científica, con un Director que es Secretario de Estado sin cartera y miembro del gabinete. En la Unión Soviética esta función corresponde, lo mismo que la de planificación, al GOSPLAN; en menor medida participa también el Comité Estatal para la Ciencia y la Tecnología, aunque la misión fundamental de este organismo parece ser la de estimular la ID en forma flexible.⁷

La tercera de las funciones a que hemos aludido, es la de asesoramiento general en todo lo que concierne a ID en la planificación nacional. Esta función, desde el punto de vista institucional, está en general menos diferenciada que las anteriores, ya que todos los cuerpos que intervienen en la elaboración y conducción de la política científica son también órganos de asesoramiento y consulta del gobierno. En casi todos los países, sin embargo, se trata de tener cuerpos de consulta que, además de ofrecer la más alta garantía posible de competencia técnica, no estén implicados directamente en los procesos de decisión y conducción de la política científica. Como ejemplo podemos tomar los casos de Francia y Japón. En la primera, existe un Comité Consultivo compuesto por doce miembros elegidos por su competencia en materia de investigación científica y técnica, o en materia económica. Los integrantes de este Comité provienen indistintamente de los sectores público y privado, y son designados a título personal y no en representación de los organismos a los cuales pertenecen. Sus funciones son preparar las deliberaciones del Comité Interministerial; examinar, con la ayuda de la Delegación General (DGRST) el presupuesto de la ciencia y la Sección del Plan de Desarrollo concerniente a la investigación; estudiar el conjunto de problemas de estructura, de financiamiento, de orientación, etcétera, que enfrenta la investigación. Puede ser consultado por el gobierno, y puede tomar por sí mismo la iniciativa de estudiar

7. *Ibid.*

un problema y presentar sus conclusiones al Primer Ministro o al Comité Interministerial. Por su participación sólo indirecta en la toma de decisiones, por su composición, y por la duración de sus mandatos (sus miembros se renuevan por mitades cada dos años, y la presidencia anualmente) este Comité está suficientemente desligado de la responsabilidad directa de la elaboración e implementación de la política científica, como para poder actuar como crítico objetivo de la misma. En Japón, la independencia del cuerpo consultor con respecto a los órganos de decisión y control, es mucho más clara que en Francia. Las tareas de asesoramiento y consulta están en gran parte a cargo del Consejo de la Ciencia del Japón (Science Council of Japan) compuesto por 210 miembros, provenientes de todas las disciplinas científicas, y elegidos por la comunidad científica nacional. Sus atribuciones, establecidas por ley, les permiten hacer recomendaciones al gobierno sobre prácticamente cualquier problema relacionado con la conducción científica. El gobierno, a su vez, puede consultarlo sobre la distribución y administración de los fondos estatales dedicados a investigación, y sobre la utilización de especialistas para funciones de asesoramiento.

Este breve análisis muestra que la necesidad de centralizar en los más altos niveles de decisión las tres funciones fundamentales de la conducción científica –toma de decisiones y coordinación, conducción y administración, y asesoramiento y consulta– resulta en estructuras institucionales bastante similares, aun para países con tradiciones y organización política y social muy diferentes.⁸ En los niveles de ejecución, en cambio, es decir, en los lugares donde se realiza la investigación científica y tecnológica, la diversificación institucional es mucho más amplia. Los centros de investigación pueden depender –según los temas de que se ocupan, circunstancias en que fueron creados, etcétera– de ministerios u otros departamentos de la

8. Hemos tomado como ejemplo a Francia, Japón y la Unión Soviética por tratarse de países que ofrecen una amplia gama de estructuras políticas y administrativas, aunque para los fines de nuestro análisis hubiera sido igualmente ilustrativo tomar otro grupo de países desarrollados.

administración, de universidades, de instituciones académicas de alto nivel —el caso de la Academia de Ciencias de la Unión Soviética—, de agencias especiales —energía atómica, investigaciones espaciales, defensa— que dependen generalmente de las más altas autoridades ejecutivas nacionales, etcétera. El rasgo esencial es un grado variable, pero generalmente elevado, de descentralización y autonomía.

Las características de la organización institucional de la ciencia —centralización en los niveles superiores de decisión, y dispersión, a veces casi caótica, en los niveles de ejecución— obedece, además de a la naturaleza pluralista del sistema de producción científica que ya hemos señalado, a causas relacionadas con el desarrollo histórico de la conducción de la ciencia. En efecto, si bien existen antecedentes anteriores a la segunda guerra mundial,⁹ la planificación de la ciencia en el sentido moderno —que supone la incorporación orgánica de la actividad científica como uno de los instrumentos fundamentales de implementación de los objetivos nacionales— se generaliza, como es bien sabido, durante y después de ese conflicto, y como consecuencia de las necesidades tecnológicas generadas por el mismo. Las circunstancias particulares de este renacimiento confirieron a los organismos de conducción científica un carácter muy especial, que ha sido descrito por J. J. Salomon:¹⁰

No es por lo tanto sorprendente que el tipo de agencias creadas para enfrentar estos problemas (la carrera de armas nucleares, la

9. La planificación científica moderna nace, en realidad, en la Unión Soviética. Refiriéndose a este país, dice un reciente documento de la OCDE (*Science Policy in the USSR*, París, 1969, p. 191): “Siempre existió una política nacional para la ciencia que trató de usar a ésta para la consecución de los objetivos nacionales; en la Unión Soviética la ID fue tradicionalmente considerada como una parte integral del desarrollo económico global. La organización de la estructura de la ciencia como tal, no fue un producto del desarrollo político y social del país, sino uno de sus factores intrínsecos”. Aunque en menor medida, ya que fue menos orgánico y sistemático, el esfuerzo de Japón, desde la segunda mitad del siglo pasado, por desarrollar la ciencia en función de sus objetivos nacionales, puede considerarse también un antecedente de planificación científica en escala nacional.

10. J. J. Salomon, en *Problems of Science Policy*, OECD, París, 1968, p. 41.

competencia espacial, etcétera) en tiempos de paz sugirieran inicialmente una nueva organización estructural, colocada lo más cerca posible de la autoridad ejecutiva suprema, y concebida como un gabinete de guerra. La política científica, nos guste o no, nace realmente de la guerra, no de la paz; de esto provienen sus dificultades actuales de ajuste. Éste es un hecho que debe recordarse para entender correctamente el tipo de tensiones a que están sometidos los cuerpos responsables de la política científica: por un lado la tendencia normal hacia la centralización evidenciada por los gobiernos cuando deben enfrentar situaciones de emergencia y, por el otro, la tradición pluralista de las actividades científicas, que implica una cierta diversidad, no solamente de disciplinas, sino también de iniciativas, instituciones y mecanismos de financiación y de ejecución.

En suma, se trata de la suposición de una estructura de conducción moderna y centralizada, sobre un aparato de producción originado a lo largo de siglos en base a circunstancias, necesidades y conceptos que, en muchos casos, tienen muy poco que ver con la realidad de la problemática científica actual.

Esta desarmonía entre una estructura de investigación en gran medida arcaica, y la necesidad de todo Estado moderno de coordinar y orientar el esfuerzo científico, tiene múltiples consecuencias negativas cuyo resultado final se traduce en la dificultad de lograr el aprovechamiento óptimo de los recursos humanos y materiales disponibles. Sería muy largo, y además ajeno a la finalidad de este trabajo, analizar esos factores negativos; a título de ejemplo, sin embargo, mencionaremos uno de los más importantes. El continuo avance de la ciencia, uno de cuyos resultados es hacer cada día más difusos los límites entre las distintas disciplinas, requiere en forma creciente la realización de investigación interdisciplinaria. Por otra parte, la planificación económica y social contemporánea encara problemas de tal magnitud y complejidad, que sólo pueden ser resueltos con la participación de equipos integrados por científicos provenientes de los más diversos campos del conocimiento. Unos

pocos ejemplos bastarán para ilustrar este punto.

El desarrollo integral de cuencas hídricas, que supone el aprovechamiento óptimo de enormes áreas, teniendo en cuenta tanto sus recursos físicos como humanos, requiere la coparticipación de hidrólogos, geólogos, matemáticos (modelos físicos y económicos), sociólogos, agrónomos, economistas, etcétera. Esta cooperación no puede lograrse simplemente en forma aditiva, es decir, sumando estudios realizados en forma independiente. El principio fundamental subyacente, es que cada uno de los factores a estudiar (población, agua, energía, bosques, etcétera), está tan íntimamente relacionado con los otros, que su estudio aislado es de muy poca utilidad para la planificación. En consecuencia, cada uno de los especialistas, además de dominar su propio campo, debe tener una concepción clara de la incidencia de los demás factores en el problema general. Esta compenetración, que implica, entre otras cosas, la creación de un lenguaje común, sólo puede lograrse a través de una larga y estrecha cooperación en el marco institucional adecuado.

El estudio de los recursos naturales plantea un problema similar. Es bien sabido que los recursos naturales están interrelacionados desde el punto de vista físico, por lo que una modificación de cualquiera de ellos repercute sobre los otros a través de una cadena causal, a veces sumamente compleja. La explotación excesiva de una zona boscosa, por ejemplo, favorece la destrucción del suelo, lo que a su vez modifica el régimen de los ríos al facilitar el rápido escurrimiento del agua de las lluvias. Como consecuencia, se producen inundaciones que ponen en peligro los cultivos y las áreas habitadas de la parte inferior de la cuenca. Además, al aumentar la carga de sedimentos de los ríos por la gradual destrucción de los suelos, y por el aumento del poder de erosión, se facilita el rellenamiento de los reservorios asociados con diques, deteriorando todo el sistema de riego y de producción de energía hidroeléctrica. Es evidente, entonces, que los estudios tendientes al aprovechamiento y conservación de los recursos naturales deben efectuarse también por medio de equipos interdisciplinarios bien integrados. La planificación urbana, la preservación del medio ambiente, la planificación de

la salud, etcétera, son sólo unos pocos ejemplos más de problemas cuya resolución requiere el concurso de varias especialidades.

La organización institucional de la investigación científica a que nos hemos referido, con su proliferación de organismos más o menos autónomos, y basada en general en una rígida separación de disciplinas que cada día tienen menos sentido, constituye un obstáculo difícil de superar en la realización de esas tareas interdisciplinarias. Para obviar esta dificultad se recurre a expedientes tales como comisiones de coordinación, convenios entre organismos de investigación, etcétera, que sólo son paliativos y no van al fondo del problema. La única solución racional es crear marcos institucionales que no sólo faciliten, sino que constituyan un fuerte estímulo para el trabajo interdisciplinario. En los países desarrollados se ha progresado algo en esta dirección, como lo señala la organización departamental de las universidades y la integración lograda en algunos institutos tecnológicos de concepción moderna, pero es todavía mucho lo que queda por hacer.

Las dificultades que la organización institucional opone al aprovechamiento óptimo de los recursos científicos, no sólo provienen de los niveles de ejecución. En los niveles superiores, es decir, en los organismos donde se radica la elaboración y la conducción general de la política científica, se observan también grandes deficiencias.¹¹ Las más importantes son probablemente las siguientes: a) en ningún país los organismos de planificación científica tienen autoridad sobre todos los aspectos de la ID. Esto se nota muy particularmente en lo que se refiere a la investigación militar y, en menor medida, a la investigación médica e industrial; b) en muchos países no existe prácticamente ninguna conexión directa entre la política científica y la política educacional; c) las ciencias sociales están en general muy poco representadas en los organismos de planificación y conducción; como consecuencia, su importancia es siempre subestimada en relación con la de las ciencias naturales; d) en casi todos los casos, la conducción científica carece de autoridad y de los medios

11. Véase J. J. Salomon, *op. cit.*, pp. 45-47.

necesarios para manejar los aspectos internacionales de la política científica; en general, éstos están en manos de los ministerios de Relaciones Exteriores.

Lo que acabamos de ver demuestra que, si bien existe un acuerdo más o menos general sobre algunos principios básicos de la organización institucional de la política científica —participación de los órganos de planificación científica en los niveles más altos de decisión política; conexión estrecha entre la planificación económica y social y la planificación científica; separación institucional de las tres funciones esenciales que el Estado debe cumplir en materia de política científica: toma de decisiones y coordinación, conducción y administración, y asesoramiento y consulta; centralización en los niveles de planificación y coordinación y descentralización en los niveles de ejecución— no existe ningún país con una estructura de conducción de la ciencia totalmente adecuada a sus necesidades. Esto se debe, además de a la enorme dificultad intrínseca del problema, al hecho de que la política científica nace como consecuencia de situaciones de emergencia nacional que obligan a la improvisación en función de las necesidades y posibilidades inmediatas. Recién en los últimos años se han comenzado a analizar en profundidad los problemas que plantea la planificación de la ciencia, y a comprender su verdadera complejidad; pero se necesitarán todavía mucho esfuerzo y tiempo para que la “ciencia de la ciencia” consiga desarrollar un cuerpo de doctrina realmente orgánico y coherente.

En el terreno de la planificación científica, por lo tanto, los países de América Latina no pueden resolver su problema institucional simplemente copiando modelos desarrollados en los países más avanzados. La experiencia de éstos, por supuesto, puede ser de gran utilidad, pero sólo en la medida en que se la use en forma inteligente para buscar las propias soluciones. No debe olvidarse que los países desarrollados crearon sus estructuras institucionales de conducción científica sobre la base de sus tradiciones culturales, científicas, de organización política y administrativa, etcétera. El grado de convergencia que se observa en la actualidad, y que ya hemos analizado someramente, se debe a que existen necesidades intrínsecas de la actividad científica

que son universales, y por lo tanto determinan ciertas características del aparato de conducción, cualquiera que sea el marco político o social en que se inserta. El objetivo es encontrar una estructura que, al mismo tiempo que satisfaga esas necesidades universales de la producción científica, se adapte a las condiciones particulares de cada país.

Es importante tener en cuenta, además, que *en los países avanzados los organismos de planificación fueron el resultado de la existencia de una política científica, y no su causa*. En otras palabras, nacieron como consecuencia natural de la existencia de objetivos nacionales explícitos, y de una clara percepción del papel que debería jugar la ciencia en su implementación. La naturaleza y extensión de esos objetivos fue también uno de los elementos determinantes de las formas institucionales adoptadas.

En lo que sigue nos ocuparemos de la metodología para establecer o implementar los objetivos de la política científica, y en el próximo capítulo del contenido de los mismos. En el esquema resultante estarán también implícitas las características básicas que deberán tener los organismos de planificación y conducción de la ciencia.

La determinación e implementación de los objetivos de la política científica

Como ya hemos visto, la política científica debe estar estrechamente ligada con la planificación económica y social. Para ello, los planes de desarrollo deberán incluir, en una primera fase, una política de orientación de la investigación científica que puede resumirse en tres etapas:

- a) Determinación, en orden de prioridad, de los problemas y las necesidades del país de acuerdo con la estrategia de desarrollo nacional.
- b) Formulación de esas necesidades de orden económico y social en términos técnicos, transformando los problemas en objetivos concretos de investigación.

- c) Implementación de los resultados de esa investigación incorporándolos al sistema económico activo.

Es evidente que los puntos *b* y *c* son los que conciernen directamente a la política científica, pero debe ser también claro que no definen por sí solos esa política. En efecto, la problemática material del subdesarrollo incluye una gama tan amplia y variada de problemas, que su solución exige un esfuerzo de gran magnitud en prácticamente todos los campos de la ciencia y la tecnología. En el estado actual del desarrollo científico de América Latina, o en el previsible a corto plazo, aun suponiendo condiciones ideales de crecimiento, intentar atacar todos esos problemas simultáneamente y con la misma intensidad, sería condenarse irremediablemente al fracaso. Esto significa que esa política “de la ciencia”, determinada por las necesidades del plan de desarrollo, deberá cumplirse según las modalidades establecidas por una política “para la ciencia”.

Conviene señalar aquí una diferencia fundamental entre los países adelantados y los subdesarrollados, que pocas veces se tiene suficientemente en cuenta. En los primeros, la planificación científica nace debido a la necesidad de manejar en forma eficiente un aparato de producción científica *ya existente*. El objetivo principal de la planificación, es por lo tanto el de orientar la actividad científica, por lo menos en el sentido que mejor convenga al logro de los objetivos nacionales de defensa, prestigio, progreso económico y social, etcétera. En nuestros países, por el contrario, casi no existe capacidad de producción científica y tecnológica, y uno de los objetivos básicos de la planificación debe ser, precisamente, el de crearla.

Es una creencia muy difundida en América Latina, especialmente entre los economistas, que la planificación científica consiste solamente en orientar la ID estrictamente en el sentido requerido por las necesidades económicas inmediatas, particularmente las relacionadas con la producción industrial, sobre el supuesto de que el incremento de la capacidad científica se obtiene, al igual que en los países más avanzados, prácticamente como un subproducto. Se olvida aquí la diferencia con los países desarrollados, que acabamos

de ver. La necesidad, en un caso, de *usar* una gran capacidad científica instalada, y que ya tiene una dinámica propia de crecimiento y, en el otro, de *crear* esa capacidad, supone también diferencias importantes en la planificación. Una estructura científica tiene una mecánica interna de crecimiento, sobre todo en sus etapas iniciales, que no puede subordinarse totalmente a las demandas del sistema externo de producción. Esta mecánica depende de múltiples factores, tales como la relación entre investigación básica y aplicada; la necesidad de desarrollar ciertas disciplinas que no aparecen como demanda *directa* del sistema de producción pero que son imprescindibles para el progreso de otras que sí aparecen; la importancia de alcanzar una cierta “masa crítica” para que un grupo de investigación pueda comenzar a producir en forma realmente efectiva, etcétera. Si la demanda de resultados inmediatos no se coordina, por lo menos en los aspectos más importantes, con las necesidades internas de crecimiento del aparato científico, el resultado será no solamente que esa demanda no podrá ser satisfecha sino, además, que se retrase el proceso que debe permitir alcanzar la autonomía científica buscada. En los países desarrollados este problema, aunque también existe, es mucho menos importante, porque el tamaño y la diversificación de la estructura científica confieren a ésta una flexibilidad que le permita adaptarse rápidamente a nuevas demandas. A lo sumo, se pueden producir desequilibrios circunstanciales que no afectan seriamente a la totalidad del sistema.

Es necesario, por lo tanto, elaborar una estrategia científica que, al mismo tiempo que permita encarar los problemas científicos y tecnológicos más urgentes a corto plazo, vaya preparando las bases para alcanzar, en un futuro razonablemente próximo, una capacidad científica comparable a la de los países industrializados. Es una tarea difícil, porque supone armonizar los requerimientos de la planificación económica y social con las necesidades de crecimiento interno de la ciencia, pero de su éxito depende la posibilidad de alcanzar un desarrollo científico de alto nivel.

Toda estrategia requiere dos elementos básicos: a) una metodología para establecer los objetivos a alcanzar, en este caso las

metas de investigación científica y tecnológica; b) los métodos y mecanismos para implementar esos objetivos. El establecimiento de criterios para los dos casos será una de las tareas más importantes que deberán realizar los organismos de planificación científica, y que requerirán más tiempo y esfuerzo. No pretendemos, en consecuencia, realizar un análisis detallado de las mismas, sino exponer solamente algunas ideas básicas. Comenzaremos por el primer punto, el referente a la metodología para determinar los objetivos de la investigación.

Los criterios que deben utilizarse para la fijación de las metas de la ID son de dos tipos: los externos a la actividad científica —es decir, los determinados por las necesidades de la sociedad— y que son, en nuestra opinión, los más importantes, y los internos, que son los que se relacionan con las necesidades de la estructura científica misma.

Los criterios externos, como ya hemos visto, deben surgir de la planificación económica y social, una de cuyas funciones es formular los problemas y necesidades del país en términos técnicos, de manera que se puedan transformar en objetivos concretos de investigación. Para ello, una vez fijadas las prioridades, y las metas generales del plan, es necesario proceder a un cuidadoso análisis sectorial para identificar las verdaderas necesidades de investigación científica y tecnológica.

Este análisis consta principalmente de dos partes. La primera, fundamentalmente económica, debe estimar la importancia del sector en la sociedad en su conjunto, para decidir en qué grado ésta se beneficiaría de la investigación aplicada en el mismo. En esta etapa las prioridades se fijan utilizando, además de los criterios estrictamente económicos, otros elementos de juicio más difíciles de cuantificar, pero no menos importantes, y que por lo tanto dependen, en gran medida, de la evaluación de los objetivos generales que se fije la sociedad. En algunos países, por ejemplo, puede darse prioridad absoluta a los sectores salud y educación, por razones sociales en el sentido amplio, y por considerarse que las deficiencias observadas en las mismas son los obstáculos más importantes que se oponen

al desarrollo. En otros, el problema principal puede ser el estrangulamiento de la economía provocado por una balanza de pagos desfavorable, y, como consecuencia, se dará prioridad a los sectores productivos relacionados con la exportación o que contribuyan a reducir las importaciones.

La segunda parte del análisis consiste en el estudio de las características principales del sector, para detectar las causas de su ineficiencia o atraso, y decidir cuáles de éstas pueden corregirse por medio de la investigación científica. Esta parte del análisis es sumamente difícil y complicada, porque es necesario distinguir claramente entre las deficiencias que se deben realmente a la falta de ID, y las que se originan en otros factores tales como capacidad de la dirección, nivel educacional del personal ocupado, tamaño de las unidades productoras, tipo y nivel de la tecnología empleada, etcétera. En muchos casos resultará que, aunque los problemas son tecnológicos, no se trata estrictamente de demanda de investigación, sino de necesidad de asesoramiento para utilizar en forma adecuada las tecnologías ya existentes.

El resultado de estas dos etapas de análisis será seguramente la identificación de un número de problemas que requieren programas de investigación, que excede en mucho las posibilidades inmediatas de la capacidad científica disponible. En esta etapa, la mejor manera de establecer prioridades es seleccionar los temas de investigación que tengan un mayor impacto sobre la estructura global de producción. Éstos son generalmente los denominados *temas o proyectos encrucijada*, y que son los que se encuentran en el punto de pasaje obligado de varios proyectos de investigación. Un ejemplo clásico en este sentido es la metalurgia, que resulta esencial para el desarrollo de programas de investigación relacionados con la industria pesada, energía atómica, electrónica, altas temperaturas, etcétera. En el campo de la agricultura un tema encrucijada puede ser el estudio de los suelos, ya que es fundamental para programas relacionados con la diversificación e incremento de la producción agrícola, el uso eficiente de fertilizantes, la proyección de obras de riego, etcétera.

Los proyectos de investigación así seleccionados, y ordenados según un cierto orden de prioridad, constituyen la demanda de la sociedad sobre la estructura científica. El próximo paso consiste en examinar estos proyectos en función de los que hemos denominado criterios internos de la actividad científica. Para ello es necesario realizar un análisis detallado de la investigación que se está efectuando en los sectores considerados prioritarios, y de la capacidad de la estructura científica relacionada con los mismos: número y dimensión de los centros de investigación, cantidad y calidad del personal, equipamiento, etcétera. El objeto de este análisis es determinar en qué medida se está en condiciones de atacar cada uno de los temas de investigación definidos en la etapa anterior, tomando en cuenta también las necesidades internas de crecimiento de la estructura científica a que ya nos hemos referido.

El resultado final de este proceso es un conjunto de recomendaciones de dos tipos: las referidas a la política “de la ciencia”, y las que constituyen la política “para la ciencia”. Las primeras especifican cuáles de los objetivos de la ID definidos en las fases anteriores del análisis pueden ser encarados de inmediato, y cuáles deben ser postergados hasta que la estructura científica alcance el desarrollo suficiente. El segundo tipo de recomendaciones se refiere a los requerimientos del aparato científico —en personal, equipamiento, etcétera— para afrontar los compromisos inmediatos establecidos por el plan, y para alcanzar un crecimiento equilibrado y acorde con las demandas previsibles de la sociedad. En resumen, el conjunto de recomendaciones “de” y “para” constituyen el contenido de la política científica, elaborada a partir de los objetivos básicos del plan de desarrollo económico y social.

Una vez establecidos los objetivos de la investigación científica y tecnológica, se plantea el problema de los métodos y mecanismos para implementarlos. Teniendo en cuenta la extrema descentralización y dispersión del aparato de producción científica, el objetivo principal de esta etapa debe ser el de aunar y concentrar esfuerzos. Existen muchas maneras posibles de hacerlo, pero la más importante es la que ha sido denominada de “grandes programas”.

Los “grandes programas”, según la descripción de Barel¹²

representan un conjunto articulado de proyectos referidos a todas las fases de la actividad económica, desde la investigación hasta la producción en serie, pasando por el desarrollo. En otros términos, es una técnica adaptada a los casos (numerosos) en los que puede ser interesante no aislar la investigación de su contexto económico sino, al contrario, encarar el conjunto de operaciones de investigación, de reproducción y de producción como un todo estructurado por un objetivo... La técnica de los ‘grandes programas’ invierte el camino tradicional que va de la investigación a la producción. Se definen en primer lugar las características del nuevo producto, y se remonta después el camino. Corresponde aproximadamente a la ‘programación prospectiva’ de Waddington que parte del objetivo y se pregunta cómo alcanzarlo, en oposición a la ‘programación previsional’ que parte de la situación actual (medios existentes), y se pregunta adónde se va. La articulación y la coherencia entre los proyectos se realiza por intermedio de un calendario de carácter imperativo.

Constituye, en resumen, una manera racional de coordinar y concentrar esfuerzos para obtener un resultado previsto con el máximo aprovechamiento del tiempo y los recursos disponibles.

La técnica de los grandes programas ha sido aplicada hasta ahora fundamentalmente a proyectos militares o estratégicos que exigen recursos técnicos y económicos de gran envergadura. Entre los ejemplos más conocidos figuran los programas espaciales nucleares de las grandes potencias, el proyecto anglo-francés para la construcción del avión Concorde, la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom), etcétera. Este método puede aplicarse a cualquier programa importante de investigación en el cual se puedan definir y evaluar los objetivos con suficiente precisión.

En América Latina una de las mayores dificultades para poner en marcha programas de esa magnitud, consiste en que la escasez

12. Y. Barel, *La racionalité de la politique scientifique*, Grenoble, 1968.

general de capacidad de investigación hace muy difícil, o poco práctico, por lo menos en las primeras etapas, crear organismos especiales que se hagan cargo de la ejecución de estos proyectos. Este procedimiento, que es el que se ha seguido en la mayoría de los grandes programas de los países desarrollados, exige, especialmente cuando el programa supone un gran esfuerzo interdisciplinario, una flexibilidad suficientemente grande en la estructura científica como para permitir el intercambio y la transferencia de medios y personal con cierta facilidad. Esta flexibilidad es sólo posible cuando se ha llegado a una etapa relativamente avanzada de desarrollo científico.

Es imprescindible, por lo tanto, idear mecanismos de operación que permitan comenzar los programas utilizando la capacidad científica existente, sin necesidad de cambios institucionales importantes, y que vayan al mismo tiempo creando las condiciones que hagan posible, en caso de considerarse necesario, pasar eventualmente a formas organizativas más centralizadas. Uno de esos modos de operación, es el de las “acciones concertadas” (*actions concertées*) que utiliza el gobierno francés para impulsar la investigación en algunos sectores prioritarios; representa una de las respuestas al problema de la puesta al día de la investigación científica francesa en ciertos dominios considerados importantes. Teniendo en cuenta que es uno de los métodos que mejor se adaptan a las condiciones particulares de América Latina, nos ocuparemos brevemente de sus características más destacadas.

Un proyecto de acción concertada consiste en un programa nacional de investigación elaborado por un comité de especialistas en el tema, y financiado por el Estado. Para su ejecución se realizan contratos con laboratorios pertenecientes a todos los ámbitos de la actividad científica. Las características principales de estos programas han sido definidos como sigue:¹³

Las acciones concertadas son a la vez una nueva técnica de intervención gubernamental en favor de la investigación, y un modo

13. OCDE. *Politiques nationales de la science: France*, París, 1966, pp. 38-39.

de trabajo nuevo para los investigadores. Una nueva técnica de intervención, que no reemplaza el financiamiento de los programas de investigación de los diferentes ministerios, sino que es concebida como un esfuerzo de estímulo —modesto, complementario y temporario... Es una fórmula de financiación flexible y rápida, sustraída a la rigidez y a la lentitud de las reglas administrativas y presupuestarias. Un modo nuevo de trabajo en el que los investigadores pertenecen a las disciplinas más variadas y provienen indistintamente de laboratorios de la enseñanza superior, del Estado o de la industria. Uno de los objetivos buscados es romper el aislamiento entre las disciplinas y las instituciones. Para la selección de estos programas se han definido varios criterios: presentar un gran interés científico y al mismo tiempo responder a una necesidad primordial de la colectividad; necesitar un esfuerzo interdisciplinario; demandar una intervención rápida, a causa del retardo acumulado, o del avance adquirido en los dominios en cuestión. La meta buscada es menos la de obtener resultados inmediatos utilizables, que la de poner el aparato francés de investigación científica en estado de alcanzarlos...

Una vez que el programa de acción concertada alcanza un cierto grado de desarrollo, se pueden seguir varios caminos. Según el estado de los trabajos se puede crear un organismo *ad hoc* para continuarlos, o confiar esta tarea a un organismo ya existente. Se puede también mantener el plan con su carácter de acción concertada, o darlo por finalizado si se consideran ya agotadas sus posibilidades.

Para las condiciones particulares de América Latina, los programas de acción concertada presentan las siguientes ventajas fundamentales: a) permiten comenzar de inmediato los proyectos de investigación relacionados con los problemas básicos del desarrollo, al mismo tiempo que sirven para corregir las deficiencias de la estructura científica; en otras palabras, constituyen un medio sumamente eficaz para compatibilizar las demandas de investigación de la sociedad, con las necesidades del crecimiento interno del aparato científico; b) son particularmente efectivos para los programas que

requieran un intenso esfuerzo interdisciplinario y que, en consecuencia, exigen la cooperación de especialistas dispersos en organismos totalmente desconectados entre sí. Este tipo de programas –explotación de recursos naturales, desarrollo de sectores industriales prioritarios, problemas socioeconómicos tales como salud y vivienda, etcétera– son los que tienen prioridad en nuestro medio; c) no requieren modificaciones institucionales del aparato científico para iniciarlos, pero preparan las condiciones para efectuarlos si resultan convenientes. Contribuyen de ese modo a evitar uno de los errores más comunes y más costosos de la planificación: la creación de nuevos organismos antes de que éstos sean realmente necesarios. La experiencia muestra que es siempre más fácil crear un organismo que suprimirlo si luego resulta innecesario o inoperante.

Es evidente que no todas las necesidades de investigación de los planes de desarrollo pueden llevarse a cabo por medio de programas integrados, y que parte de la misma deberá efectuarse en forma aislada. Un grupo asesor del gobierno francés en materia de investigación industrial aconsejó recientemente que el Estado destine, dentro de este campo, el 90% de sus recursos a la investigación ligada a programas integrados, y el resto a la investigación que denomina “difusa”. Si bien estas cifras son sólo ilustrativas, porque se refieren a un solo país, y a un solo sector de la investigación, muestran claramente la tendencia predominante en los países más adelantados.

La predicción tecnológica

La previsión o predicción tecnológica (technological forecasting), que en términos generales se refiere a la previsión del desarrollo futuro de la tecnología a partir de la situación presente, se está convirtiendo en los últimos años en una de las herramientas más importantes de la planificación científica. Esto se debe principalmente a dos razones. En primer lugar, porque por primera vez en la historia, la posibilidad de nuevas aplicaciones técnicas ha comenzado a multiplicarse de tal manera, que ya no es posible explotarla a todas sin

discriminación, como en el pasado, y es por lo tanto necesario elegir entre muchas alternativas posibles. En segundo término, porque la creciente comprensión de que la ciencia es uno de los instrumentos más poderosos de transformación social, plantea la necesidad de seleccionar los objetivos de desarrollo tecnológico en función de las metas que se fija la sociedad.

La trascendencia de la predicción tecnológica ha sido destacada por Olaf Helmer¹⁴ en los términos siguientes:

La concepción fatalista de que el futuro es impredecible e inevitable está siendo abandonada. Se está comenzando a reconocer que existe una multitud de posibles futuros, y que una intervención apropiada puede modificar sus probabilidades de realizarse. Esto eleva la exploración del futuro, y la búsqueda de modos de influir sobre su dirección, a actividades de gran responsabilidad social. Esta responsabilidad no es simplemente académica, y para asumirla con plenitud debemos dejar de ser meros espectadores en nuestro propio devenir histórico, y participar con determinación en la modelación de futuro.

En su forma actual, que fue elaborada en las esferas de la defensa y de la industria después de la segunda guerra mundial, la previsión tecnológica adopta las dos formas siguientes:

- a) *Previsión tecnológica exploratoria o descriptiva*: es fundamentalmente una extrapolación a partir de la situación presente, para tratar de determinar cómo el conocimiento actual se desarrollará en el futuro. Es una manera de estimar el rango de probabilidades de futuros posibles o alternativos.
- b) *Previsión tecnológica normativa*: parte de un objetivo deseable en el futuro, y retrocede en el tiempo, tratando de saber cómo deben orientarse los conocimientos y tecnologías actualmente existentes para alcanzar ese objetivo.

14. Olaf Helmer: *Social Technology*, Basic Books, Nueva York, 1969.

Los “grandes programas” a que nos hemos referido antes constituyen los ejemplos más destacados de esta forma de previsión tecnológica. En estos proyectos, en efecto, se propone una meta en cierto plazo –construir un avión supersónico de pasajeros con determinadas características en el Concord, poner un hombre en la Luna, en el Apolo, etc.– y luego se trabaja hacia atrás, para establecer qué tecnologías deben ser perfeccionadas, y en qué direcciones, para lograr finalmente el objetivo buscado.

Para perfeccionar la previsión tecnológica se ha creado en los últimos años una serie de técnicas muy complejas, que están convirtiendo a esta actividad en una nueva rama del conocimiento. Varios países industrializados, particularmente Francia, Estados Unidos e Italia, utilizan ya la previsión tecnológica como un instrumento imprescindible de la planificación científica. En Estados Unidos solamente, más de 600 empresas industriales han incorporado este nuevo tipo de prospectiva como una actividad regular.

Los países de América Latina deben también incorporar la previsión tecnológica a sus sistemas de planeamiento científico. En una primera etapa, más que crear organismos especiales con ese fin, se podrían formar comisiones integradas, para cada especialidad, por científicos y tecnólogos del más alto nivel. Sólo en una etapa más avanzada, y cuando a través de esas comisiones se haya adquirido cierta experiencia en cuanto a las formas más convenientes de operar, conviene pasar a formas organizativas más elaboradas.

Capítulo V

El contenido de la política científica

En el capítulo anterior nos hemos referido a los instrumentos y a la metodología de la planificación en ciencia y tecnología que sirven para determinar el contenido de la política científica. Este contenido, que señala las metas de la actividad científica supone, como hemos visto, la existencia de un proyecto nacional que le sirva de marco de referencia. No es una estructura estática, sino un plan dinámico de acción, una de cuyas condiciones esenciales es la flexibilidad necesaria para adaptarse a los cambios –científicos, tecnológicos, sociales, económicos, etcétera– de la sociedad en que se inserta.

En este capítulo, por lo tanto, no trataremos de describir un contenido que, además de ser diferente para cada país, debe estar en continuo proceso de adaptación. Trataremos, en cambio, de destacar algunos de los problemas más importantes en la concepción de una estrategia de investigación tecnológica referida a la industria, debido a que éste es uno de los aspectos más difíciles de la planificación en los países subdesarrollados, y su problemática incluye aspectos que son comunes a todos los otros sectores de la actividad científica y tecnológica. En relación con este tema, pero debido sobre todo a su importancia y a la especificidad de sus problemas, nos ocuparemos también de algunos aspectos de la investigación básica.

La investigación tecnológica en la industria: los factores de retraso

El problema de la investigación tecnológica es sólo uno de los factores que afectan el desarrollo industrial de América Latina. Como hemos tratado de demostrar en el capítulo II de este

trabajo, las causas de las deficiencias de la industrialización de nuestros países se encuentran ligadas estrechamente a su evolución económica y social; son una consecuencia más de la “estructura del atraso” de que habla Antonio García. La modificación de estas condiciones estructurales constituye el supuesto básico de toda posibilidad de progreso.

Por otra parte, y como consecuencia de esos factores condicionantes externos, la industria de América Latina presenta una serie de características propias que obran como obstáculo, no sólo a la realización de investigación tecnológica en el seno de las empresas, sino incluso a la incorporación de los resultados de la ID efectuada en universidades o institutos de investigación. Aun suponiendo que las condiciones estructurales básicas a que nos hemos referido, comenzaran a modificarse por la acción política de los sectores de la sociedad interesados en el cambio, esto no implicaría la desaparición automática e inmediata de los factores de atraso intrínsecos al sistema de producción industrial.

Sin intentar hacer un análisis exhaustivo, se puede decir que los principales obstáculos *directos* que dificultan la incorporación de la ID a la actividad industrial, son los siguientes:

- a) Actitud de los empresarios: este tema ya lo hemos tratado someramente en el capítulo II. Las características generales del empresariado industrial –actitud mercantilista, confianza en la protección estatal para competir y sobrevivir, complejo de inferioridad con respecto a la capacidad extranjera, planificación a corto plazo, etcétera– constituyen quizá el mayor impedimento al progreso tecnológico de la industria regional.
- b) Estructura de la industria: como es bien sabido, la industrialización de América Latina se realiza fundamentalmente como un proceso de sustitución de importaciones en los sectores de bienes de consumo y, en menor medida, de bienes intermedios. Estas industrias son las que tienen, en general, menor demanda directa de investigación tecnológica. Las

industrias de bienes de capital —que incluyen las actividades de alta intensidad técnica, como electricidad, electrónica, electromecánica, química, etcétera— son escasas, y en su mayor parte pertenecen a empresas extranjeras que realizan la ID en sus países de origen.

Otro aspecto negativo importante de la estructura industrial, es que una parte considerable del sector manufacturero está dominado por firmas muy pequeñas de carácter artesanal. Según un estudio reciente,¹ más de la mitad de la ocupación total en el sector de los bienes de consumo no duraderos corresponde a actividades artesanales; esta proporción es del 20% en la producción de bienes intermedios, y del 40% en el sector metalmecánico.

- c) Nivel de capacitación técnica del personal de las empresas: para que las empresas puedan utilizar adecuadamente los resultados de la ID, es necesario un nivel educacional relativamente alto en sus cuadros directivos, y un número suficiente de técnicos y profesionales en su personal. En ambos aspectos, la situación de la industria de América Latina es sumamente deficiente.

Aunque no disponemos de datos cuantitativos confiables para el conjunto de la región, las conclusiones de estudios realizados para la Argentina son muy ilustrativos, sobre todo por tratarse de uno de los países más avanzados, tanto del punto de vista industrial como del educativo. Según uno de esos trabajos,² en la categoría ocupacional de “gerentes y administradores” en la industria, en 1961 el 51,9% no había sobrepasado el nivel de educación primaria, el 13% tenía educación secundaria completa, y sólo el 4,7% eran graduados universitarios. En lo que se refiere a los operarios, en la misma fecha

1. ILPES, *Elementos para la elaboración de una política de desarrollo con integración para América Latina*, Santiago de Chile, 1968.

2. A. Araoz, *Los recursos humanos en la industria argentina*, Instituto Di Tella, Buenos Aires, 1967.

el 49,5% no tenía instrucción primaria completa, y sólo el 12,5% había cursado un año o más de enseñanza secundaria.

En cuanto a la proporción de personal técnico y profesional en la industria manufacturera, un estudio reciente³ muestra que es muy baja, comparada no solamente con los países más desarrollados, sino aun con países relativamente atrasados, como Grecia y España. Esta situación es particularmente significativa si se la compara con la proporción de ese personal en la población activa total:

CUADRO 8
PROFESIONALES Y TÉCNICOS (%)

	<i>En la industria manufacturera</i>	<i>En la población activa total</i>
Estados Unidos	7.44	10.76
Canadá	5.19	9.72
Noruega	3.95	8.05
Gran Bretaña	5.44	8.63
Grecia	1.57	4.79
España	1.90	4.19
Argentina	1.35	5.30

Fuente: OCDE, *Education, ressources humaines et développement en Argentine*, París, 1967, pp. 285-287.

Se ve así, que mientras los países que figuran en el cuadro tienen en la industria un porcentaje de profesionales y técnicos que es entre 5,5 y 1,16 veces mayor que en la Argentina, esa relación se reduce considerablemente (entre 1,7 y 0,6) si se considera la población activa total. Esto demuestra que la baja absorción de técnicos y profesionales por la industria no se debe a su escasez en el país, como se dice muchas veces, sino a ciertas características intrínsecas de esta actividad, en particular las dos que señalamos antes: actitud empresarial y estructura de la industria.

3. OCDE, *Education, ressources humaines et développement en Argentine*, París, 1967.

La investigación tecnológica en la industria y el tamaño de las empresas

De acuerdo con una opinión muy generalizada en los países desarrollados, y ciertamente fundamentada por algunos expertos internacionales, la falta en la región de empresas industriales de gran tamaño, debido principalmente a la escasa magnitud de los mercados nacionales, es un elemento condicionante fundamental en la dificultad de realizar ID o de aprovechar sus resultados. Como ejemplo se cita una conocida estadística de los Estados Unidos,⁴ que indica que el 72% de los gastos totales de la industria en ID lo efectúan en ese país las empresas que emplean a más de 5.000 personas, y dentro de éstas, la mayor proporción corresponde a las grandes corporaciones que operan en escala internacional.

Desde el punto de vista de la *posibilidad de hacer ID en las empresas medianas y pequeñas*, sin embargo, las cifras que hemos citado son importantes, no tanto porque muestran el peso de las grandes corporaciones, sino más bien porque indican que el 28% de las inversiones totales en ID está a cargo de unidades de producción que emplean a menos de 5.000 personas, correspondiendo el 10% a las que tienen menos de 500 empleados. En otras palabras, muestran que una parte considerable de la ID es realizada por empresas medianas y pequeñas comparables, en cuanto a volumen de producción, a muchas de las firmas que operan en América Latina. Este hecho es particularmente significativo, por tratarse de un país donde el dominio de la producción industrial por las grandes firmas es muy notorio, y donde prácticamente no existe una política nacional que facilite específicamente el progreso tecnológico de las empresas pequeñas.

Los resultados de una encuesta realizada en la industria francesa en 1963, son también ilustrativos, sobre todo en lo que se refiere a las industrias tecnológicamente más avanzadas. Refiriéndose a éstas,

4. National Science Foundation, *Science and Engineering in the American industry*, 1956.

un documento de la OCDE dice:⁵ “En lo que concierne a la investigación, se piensa generalmente que las empresas medianas o pequeñas no pueden sostener un esfuerzo muy importante, y que su posición en la competencia con las grandes firmas se hace todavía más difícil. Sin embargo, la encuesta de 1963 revela que las empresas de dimensiones limitadas (con menos de 600 personas empleadas) no son siempre superadas por las grandes en lo que se refiere al porcentaje de la cifra de ventas afectado a la investigación. Esas firmas destinan a la ID más del 16% de su personal, mientras que las empresas que emplean a más de 1.250 personas destinan menos del 6% al mismo fin. Entre otras razones, la encuesta de 1963 explica este fenómeno por la situación que se encuentra en los sectores en evolución técnica rápida, donde las pequeñas sociedades deben realizar, a pesar de la debilidad relativa de sus medios financieros, los mayores esfuerzos de investigación para permanecer competitivas”. En los sectores tecnológicamente menos dinámicos de la industria, la participación de las pequeñas empresas en la ID es menos importante, pero aun así no es en absoluto despreciable: las empresas que emplean menos de 1.250 personas gastan el 20% del total de fondos destinados a investigación, y ocupan el 25% de los investigadores.

El Consejo Nacional de la Política Científica de Bélgica realizó un estudio exhaustivo del estado actual y de las posibilidades futuras de la ID en ese país.⁶ Sus resultados son particularmente importantes para nosotros, por tratarse de un país que, por su población, poderío económico, etc., es comparable a varios de los de América Latina. Según ese trabajo, el 41% de los fondos totales dedicados a investigación industrial son gastados por empresas que emplean menos de mil operarios. Además, esos fondos provienen en su casi totalidad de las mismas empresas, ya que el Estado sólo contribuye con el 5 al 10% de los mismos. Los datos analizados, en opinión del Consejo “tienden a probar que la empresa ‘mediana’ (de 100 a 500

5. OCDE, *Politiques nationales de la science: France*, París, 1966.

6. Conseil National de la Politique Scientifique, *Recherche et croissance économique*, vol. 1, Bruselas, 1965.

operarios) no está de ninguna manera excluida, por su dimensión, de una participación efectiva en las actividades científicas y tecnológicas creadoras. Las empresas medianas pueden entonces desempeñar un papel importante en el desarrollo de la investigación y colocarse a la vanguardia del progreso”. Finalmente, concluye “...los análisis... confirman que *la investigación es posible, rentable y eficaz a este nivel de dimensión* (100 a 500 operarios). *Es simplemente poco frecuente, pero esta frecuencia puede y debe ser multiplicada*”.⁷

Se podrían citar ejemplos de otros países, pero lo que hemos visto es suficiente para demostrar que el pequeño tamaño de las empresas no es, *por sí sólo*, un elemento *determinante* de atraso tecnológico. Por otra parte, la concepción de que la investigación en la gran empresa es, de cualquier manera, el motor fundamental e insustituible del progreso tecnológico proviene, como tantas otras en nuestro medio, de considerar las soluciones aplicadas en los Estados Unidos como las únicas posibles o, por lo menos, como las únicas dignas de tenerse en cuenta. En ese país, en efecto, el núcleo de la producción industrial lo constituye un grupo de grandes empresas que dominan el mercado nacional, y que compiten individualmente por el mercado internacional. La concentración de recursos, tanto humanos como financieros, de estos gigantes industriales, los convierte en los centros naturales de la investigación tecnológica en gran escala, no sólo debido a su propia disponibilidad de recursos, sino también porque el Estado, aprovechando las facilidades de que disponen, deriva hacia ellas gran parte de los fondos de investigación destinados a proyectos industriales de interés nacional. De esta manera, las grandes empresas se convierten en los instrumentos básicos de la política nacional de desarrollo tecnológico, de la cual son, además, los primeros beneficiarios.

Si consideramos en cambio a la Unión Soviética, la otra gran potencia industrial de nuestro tiempo, nos encontramos con un panorama totalmente distinto. En este caso la ID se lleva a cabo en organismos estatales especializados, que están separados de los establecimientos industriales tanto geográfica como

7. Conseil National de la Politique Scientifique, *op. cit.*, p. 91.

administrativamente. Estos institutos actúan generalmente en la órbita de los ministerios a los cuales pertenecen las industrias, pero son muchos los que dependen también de la Academia de Ciencias o de instituciones de enseñanza superior. La característica principal de este sistema es que permite una gran concentración de esfuerzos, con la consiguiente economía de recursos materiales y humanos, porque cada uno de estos organismos trabaja para todo un sector de la industria y no para una empresa en particular. Como consecuencia, los resultados de la ID son aprovechados igualmente por todas las unidades de producción, independientemente de su tamaño. Un dato que da una idea clara de la diferencia entre los dos sistemas es el siguiente: en Estados Unidos,⁸ alrededor del 70% del total de fondos destinados a la ID –tanto gubernamentales como privados– se gastan en los laboratorios de los grandes establecimientos industriales, mientras que en la Unión Soviética esta proporción se reduce a menos del 5%.⁹

En Japón, donde a pesar de la existencia de un grupo de grandes empresas, gran parte de la producción industrial depende todavía de pequeños establecimientos,¹⁰ el papel del Estado es también decisivo aunque, por supuesto, con modalidades distintas de las de la Unión Soviética.

La revolución modernizante de Japón, la Restauración Meiji de 1868, estableció firmemente el predominio del gobierno como principal innovador. Desarrollos posteriores, especialmente el crecimiento de complejos industriales modernos y su renovación tecnológica de posguerra han creado, por supuesto, importantes áreas privadas de innovación y

8. En 1965 Estados Unidos destinó un total de 20.470 millones de dólares a ID. De esta suma, 14.200 millones (7.760 gubernamentales y 6.440 privados) se invirtieron en los laboratorios de las grandes empresas (OCDE, *Review of national science policy: United States*, París, 1968, p. 34).

9. OCDE, *Science Policy in the USSR*, París, 1969, p. 410.

10. El 99,5% de las firmas japonesas tiene un capital menor de 50.000.000 de yens (139.000 dólares) y ocupan alrededor del 70% de la mano de obra industrial (OCDE, *Reviews of national science policy: Japan*, París, 1967, p. 48).

*liderazgo. No obstante, sigue siendo cierto que el proceso político contemporáneo está centrado principalmente en propósitos concebidos y articulados por las autoridades políticas.*¹¹

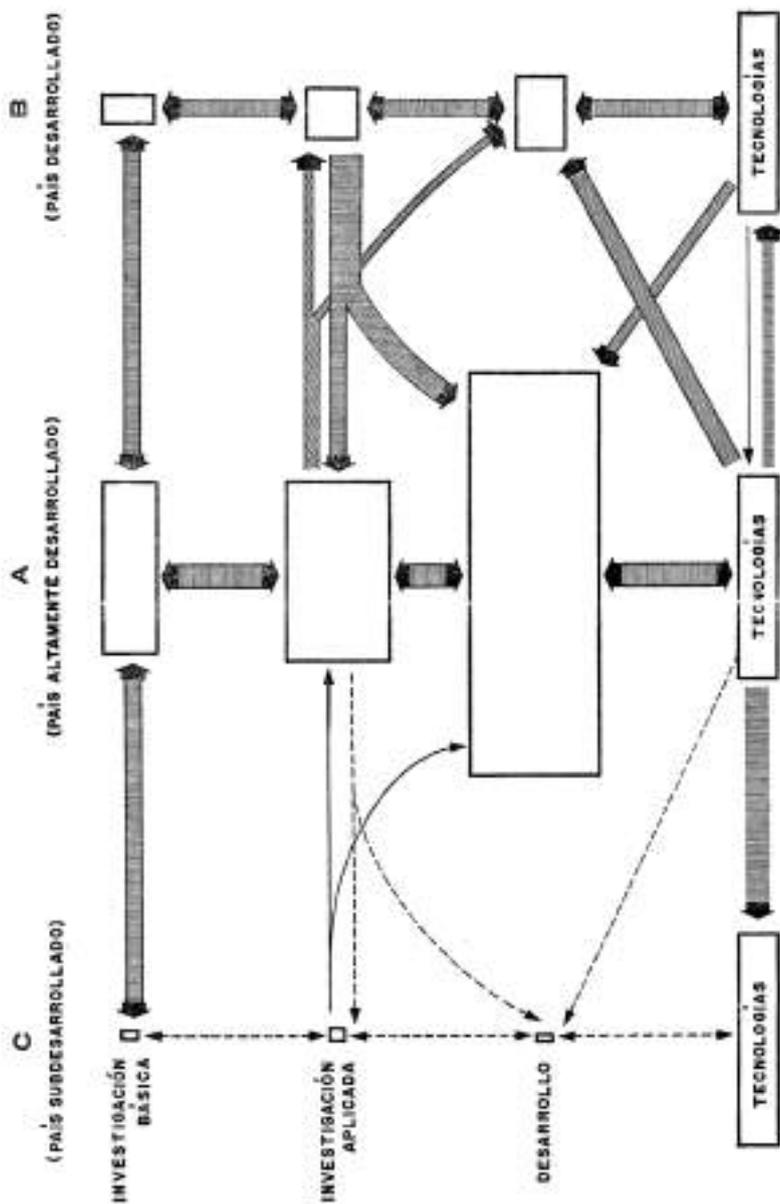
En el terreno científico, este liderazgo del Estado resulta en una estrecha colaboración entre los organismos oficiales y las empresas, que permite reforzar los sectores tecnológicamente débiles de la estructura industrial, y ha permitido al Japón convertirse en uno de los líderes de la producción industrial en prácticamente todos los campos.

En resumen, en los países desarrollados la importancia relativa de la gran empresa en la ID varía de acuerdo con la estructura de la industria, la organización política y social, los objetivos nacionales, etc. En América Latina es evidente que las empresas no pueden jugar, *individualmente*, el mismo papel dinámico en el progreso tecnológico que el que desempeñan las grandes industrias en algunos países avanzados. Esto, sin embargo, no constituye, como muchas veces se pretende, un obstáculo poco menos que insalvable al adelanto tecnológico; significa solamente que éste debe ser inducido por mecanismos y modos de operación distintos de los que se aplican en los países industrialmente más adelantados.

La transferencia tecnológica

En la mayor parte de las ramas de la tecnología industrial los países de América Latina no están todavía en condiciones de innovar mediante la investigación original, y ni siquiera de adaptar en forma eficiente las innovaciones que se producen en los países más adelantados. La tarea inmediata debe ser detectar aquellos sectores en que por las características de los procesos de producción y por la importancia que tienen para el país, sea más factible y conveniente obtener éxitos a corto plazo, y concentrar en ellos los esfuerzos de investigación.

11. OCDE, *op. cit.*, p. 79.



Esta acción tiene dos objetivos: establecer industrias verdaderamente dinámicas en sectores claves de la economía, y crear polos de creatividad tecnológica que obren sobre el resto por efecto de arrastre.

En los sectores en que no sea posible la innovación por medio de la investigación original a corto plazo, la investigación estará dirigida a crear la capacidad necesaria para adaptar en forma inteligente a las condiciones locales, los procesos de producción originados en el exterior. No debe olvidarse que Japón basó casi toda su industrialización en este proceso, pero para ello debió crear una capacidad propia de investigación de primer orden.

Existen grandes ramas de la tecnología, como energía atómica, computación, telecomunicaciones por satélites, etc., en las cuales nuestra región deberá depender por ahora casi totalmente de lo que se produce en los países más avanzados, pero que no obstante son ya de fundamental importancia para el adelanto de cualquier país. En este terreno el objetivo inmediato debe ser alcanzar el nivel de capacitación suficiente, mediante la investigación científica, como para poder orientar una política inteligente en la adquisición de los costosos bienes de capital que se producen en esos sectores de la tecnología. La compra de una central de energía atómica, por ejemplo, requiere no sólo un conocimiento exhaustivo de las condiciones locales, sino también de las características de operación de los distintos tipos de reactores que se producen en el mercado, y de los posibles desarrollos de la tecnología nuclear en el futuro próximo.

Este tipo de estrategia en la investigación industrial —investigación original en ciertos sectores, y aprovechamiento de lo que se produce en el exterior en otros— es la que también siguen los países industrializados porque, como ya hemos señalado repetidamente, ningún país moderno es autosuficiente en materia de ciencia y tecnología. La diferencia con los países subdesarrollados estriba, no tanto en la capacidad propia de creación original, con ser ésta muy importante, sino en el nivel y la modalidad con que se produce la transferencia de conocimientos generados en el exterior. Para comprender claramente este punto tan esencial, es necesario analizar

brevemente las características básicas de los procesos de creación y difusión de conocimientos tecnológicos.

La investigación científica se divide generalmente en *fundamental o pura, aplicada* y de *desarrollo*.¹² La diferencia entre investigación básica y aplicada es fundamentalmente de motivación; la primera se realiza con el solo objeto de adquirir conocimientos, mientras que la segunda se efectúa con el objetivo de contribuir —en forma directa o indirecta— a la solución de un problema práctico. Entre los dos extremos —investigación absolutamente desprovista de todo fin utilitario, e investigación estrictamente dirigida— se encuentra un amplio espectro casi continuo de posibilidades. Además, existe un intercambio continuo entre estas dos esferas de investigación; muchos descubrimientos realizados en el campo de la investigación fundamental encuentran luego aplicación práctica, y muchos hallazgos de la investigación aplicada contribuyen a resolver problemas teóricos importantes para el avance general de la ciencia. No debe olvidarse, además, que gran parte de la investigación dirigida se basa en la búsqueda de aplicaciones prácticas para descubrimientos realizados por la investigación fundamental.

El producto final de la investigación aplicada es el invento, definido como el establecimiento o la postulación de la factibilidad técnica de un producto o proceso nuevo o mejor. Para convertir el invento en una *innovación tecnológica*,¹³ es decir, para incorporarlo al sistema de producción, es necesario realizar estudios de factibilidad económica y técnica que suponen construcción de prototipos y plantas pilotos, determinación de insumos, evaluación de mercado, etc. Ésta es la fase de *desarrollo*, cuyo producto final —un nuevo producto o un nuevo proceso de producción— denominamos, en forma genérica, *tecnología*.

12. En los últimos años se ha desarrollado una compleja clasificación de los distintos tipos de investigación. La que utilizamos —investigación fundamental o pura, aplicada o dirigida, y de desarrollo— es sólo una simplificación de la misma, pero suficientemente clara para nuestro propósito.

13. Esta diferencia entre invento e innovación tecnológica, no siempre se establece con claridad. Véase OECD, *Gaps in technology. General report*, París, 1968, p. 14.

La figura (pp. 152) es una representación esquemática del proceso de creación tecnológica que acabamos de describir, y de la forma en que éste se difunde en el plano internacional. Se han tomado tres países tipo: uno (A) altamente desarrollado desde el punto de vista de la ID (podrían ser la Unión Soviética o los Estados Unidos, pero para este ejemplo hemos tomado a este último país); otro (B) con menos potencial científico y tecnológico, pero también altamente industrializado (puede ser una de las potencias de Europa occidental o Japón, por ejemplo), y un tercero (C) subdesarrollado, que corresponde a cualquiera de los países mayores de América Latina. Las áreas de los rectángulos que representan los subsistemas de investigación (básica, aplicada y de desarrollo) son aproximadamente proporcionales a la magnitud de éstos, medidos en términos de inversiones. El ancho de las flechas indica la intensidad relativa de las direcciones de intercambio.¹⁴

Considerando, en primer lugar, la relación entre los subsistemas científicos de un mismo país, el gráfico muestra que en los países desarrollados existe una fuerte conexión y un activo intercambio en todas las fases de la ID. Los conocimientos generados en la investigación fundamental que tienen posibilidades potenciales de aplicación práctica, contribuyen a la alimentación del subsistema de investigación aplicada. Los resultados de este último pasan rápidamente a la fase de desarrollo, y se incorporan finalmente al sistema de producción. En todas las etapas del proceso, la interacción recíproca es rápida y fluida.

En los países subdesarrollados se observa una muy débil conexión entre la investigación fundamental y la aplicada debido en gran parte, como ya hemos visto, a que la primera no tiene, en general, ninguna relación con la problemática del país. Además, la escasa producción de la investigación aplicada rara vez llega a la etapa de

14. Es muy difícil, con los datos existentes, cuantificar con alguna exactitud esas relaciones. El ancho de las flechas, por lo tanto, no es proporcional a valores numéricos. Sólo intenta dar una idea aproximada de la magnitud relativa de esas relaciones.

desarrollo, ya que faltan los medios y la capacidad técnica necesaria para implementar esta última.

Veamos ahora las modalidades de la transferencia tecnológica. Entre los países desarrollados el intercambio tecnológico se produce principalmente de dos maneras: por la transferencia de resultados de la investigación fundamental y aplicada, que luego se amplían y desarrollan en el país recipiente, y por la adaptación a las condiciones locales de tecnologías producidas en el exterior. El primer mecanismo es particularmente importante en el intercambio entre los Estados Unidos y los países de Europa occidental y Japón y, en general, opera con una marcada ventaja para el primero. Muchos productos y procesos desarrollados y comercializados por firmas de los Estados Unidos, se basan en los resultados de investigación básica y aplicada realizada en otros países. La tecnología básica del titanio, por ejemplo, fue desarrollada en Luxemburgo, y gran parte de la investigación fundamental de computadoras digitales fue hecha en Europa, particularmente en Francia, Inglaterra y Alemania. En mucho menor medida, algunos países industrializados aprovecharon también con éxito, para realizar innovaciones originales, resultados de investigaciones efectuadas en los Estados Unidos. Un ejemplo interesante es el avance del Japón en el campo de los equipos electrónicos, en base a investigaciones llevadas a cabo en Europa y los Estados Unidos.

La mayor parte de la transferencia tecnológica entre los países desarrollados, sin embargo, se efectúa a través de la adaptación a las condiciones locales de producción y mercado, de tecnologías desarrolladas en el exterior. En el caso que estamos considerando, este proceso permite a los países relativamente menos desarrollados compensar, en gran parte, el balance desfavorable que resulta de la transferencia en los niveles superiores de investigación aplicada y fundamental. La estrategia seguida por la industria europea y japonesa consiste —sobre todo en las industrias de alto insumo científico, que no son aquellas en las que Estados Unidos tiene un mayor predominio tecnológico— en entrar en el mercado una vez que la nueva tecnología ha sido bien establecida, y el papel de la

innovación original en la competencia es remplazado por factores más tradicionales, tales como el costo de la mano de obra, diferentes tipos de insumo, adaptación a diferentes mercados, etc. Como resultado de esta política de adaptación inteligente, estos países han podido en los últimos años aumentar su participación en el mercado internacional, aun en aquellos productos en los cuales la industria norteamericana tiene una mayor ventaja en cuanto a capacidad de investigación original.¹⁵

La transferencia tecnológica hacia los países subdesarrollados se efectúa en cambio —como lo indica el gráfico— casi totalmente a través de la adopción de tecnologías elaboradas en el exterior, sin ningún proceso previo de adaptación, mediante el clásico mecanismo de la compra de patentes y de saber técnico (*know how*).¹⁶ Este procedimiento tiene los siguientes defectos principales: a) Con las patentes se compran generalmente las tecnologías del “año pasado”, es decir, las que ya están a punto de ser superadas por productos más perfeccionados; como es lógico, las grandes firmas internacionales se reservan el monopolio de los últimos adelantos. Además, aun las tecnológicas más avanzadas se vuelven rápidamente obsoletas, sin un proceso continuo de mejoramiento para adecuarlas a los nuevos requerimientos del mercado; b) la mayor parte de las ventas de patentes contienen cláusulas que limitan el mercado, para evitar la competencia con la empresa que desarrolló la tecnología;¹⁷ c) en muchos casos el nuevo producto requiere insumos, sobre todo de

15. Véase OECD, *Gaps in technology. General report*, París, 1968, p. 18.

16. Por razones de claridad de representación, en el gráfico no hemos registrado las relaciones de transferencia entre el país subdesarrollado (C) y el desarrollado (B). Éstas son, evidentemente, iguales que las que unen al país subdesarrollado con el país altamente industrializado.

17. Según un estudio reciente (OECD, *Reviews of national science policy: Japan*, París, 1967, p. 144) que abarca hasta 1962, el 53% de los convenios de importación de tecnologías realizadas por la industria japonesa contienen cláusulas de limitación de mercado. Considerando los campos de producción, el 90% de los productos metalúrgicos, el 80% de las maquinarias, el 80% de los equipos de transporte y el 65% de las tecnologías de pulpa de papel incluidos en esos convenios, contienen cláusulas limitantes.

materias primas, de distinto tipo que las disponibles en el mercado local; como consecuencia de la falta de adaptación a éstas, se produce un aumento de la demanda de importaciones; d) la mayoría de las nuevas tecnologías se crean en función de la demanda de los países desarrollados. Su introducción en otros mercados de características distintas, sin una adecuada adaptación previa, puede provocar serias deformaciones en los mismos. El resultado, en América Latina, de este tipo de transferencia tecnológica, es el que conocemos bien: una industria atrasada técnicamente, de altos costos, incapaz de competir en el mercado internacional, y aun de satisfacer adecuadamente las necesidades nacionales.

La estrategia de los países de América Latina debe ser, en consecuencia, tratar de “elevar” el nivel de transferencia; pasar de la simple importación indiscriminada de tecnologías a la etapa de adaptación y, eventualmente, a la de creación original, a medida que se incrementa la capacidad científica.

Esta secuencia, sin embargo, no es un esquema único y rígido, sino una línea de acción general que debe adaptarse a las condiciones particulares de cada uno de los sectores de producción. En primer lugar, aun en aquellas ramas de la industria que por sus características admiten más fácilmente el trasplante de tecnologías mediante la adaptación, existen siempre campos favorables donde se pueden concentrar esfuerzos para generar los polos de creatividad tecnológica a que nos hemos referido antes. Estos campos deben seleccionarse teniendo en cuenta las necesidades, las posibilidades científicas propias, y el estado mundial de la tecnología, tratando de avanzar sobre todo en los sectores relativamente descuidados por los países más desarrollados. Esto no implica que estos sectores tengan menos interés o importancia potencial. La tecnología mundial no avanza en un frente uniforme; las “modas”, las demandas inmediatas del mercado y la necesidad de competir en ciertos sectores prioritarios, las necesidades estratégicas y de prestigio, etc., hace que adelante rápidamente en ciertos campos, mientras que otros, igualmente promisorios, van quedando relativamente rezagados. La importancia de explotar esos campos donde la creación original es

más fácil radica, además de en la posibilidad de competir ventajosamente en el mercado internacional, en el hecho de que esos centros de creatividad obran como núcleos dinámicos, que luego expanden su influencia a otras ramas de la tecnología cuyo desarrollo puede ser más importante para el país.

Existen otros sectores industriales, tales como los relacionados directamente con la explotación y transformación de los productos primarios, en los cuales es imperativa la creación de una capacidad de investigación propia en todos los niveles. Los recursos naturales de cada país o región tienen ciertas características específicas que requieren técnicas especiales de explotación o tratamiento; además, y como ya hemos visto antes, uno de los objetivos de la investigación en nuestros países debe ser el de “crear” nuevos recursos naturales, y afrontar los efectos del intenso esfuerzo de sustitución de los mismos que efectúan los técnicos de los países industrializados.

Veamos finalmente un aspecto de la transferencia tecnológica que no hemos examinado hasta ahora: el papel que desempeña la investigación básica. Es importante hacerlo, ya que es muy frecuente en nuestro medio la opinión de que, dado que nuestro problema inmediato es adaptar o crear tecnologías, debemos concentrar todos nuestros esfuerzos en la investigación tecnológica, dejando de lado por ahora la investigación fundamental. Para demostrar el error de esta posición, comenzaremos refiriéndonos de nuevo al gráfico de la figura 1. En él hemos indicado que la transferencia de los resultados de la investigación básica se realiza en los dos casos considerados (país desarrollado-país desarrollado; país desarrollado-país subdesarrollado) con la misma facilidad en ambos sentidos. En efecto, dentro del sistema total de investigación, el subsistema de investigación fundamental es el más “abierto”, en el sentido de que sus resultados se transfieren libremente a todos los países a través de publicaciones, congresos, intercambio de investigadores, etc. Sin embargo, el hecho de que la información se difunda con la misma facilidad hacia todos los países, no implica que todos ellos tengan la misma capacidad de recepción de los conocimientos contenidos en la misma. La producción científica moderna es sumamente compleja y sofisticada, y

sólo la pueden comprender y utilizar adecuadamente investigadores en actividad; en consecuencia, y pese a su libre difusión, sólo tienen realmente acceso a ella los países con una estructura de investigación fundamental bien desarrollada.

La importancia de este hecho radica en que esa información es esencial para que el proceso de transferencia tecnológica actúe con eficiencia en los niveles de investigación aplicada y desarrollo. En efecto, prácticamente todos los progresos importantes de la tecnología se basan en la utilización práctica de conocimientos que aparecen mucho antes en el campo de la investigación básica; sólo con un conocimiento muy profundo de sus resultados, direcciones y posibilidades futuras, se puede entonces elegir con acierto el tipo de tecnologías que conviene adaptar y desarrollar. Además, la investigación aplicada, aun la de adaptación, presenta problemas que requieren siempre el apoyo de especialistas que trabajan en las disciplinas relacionadas con las tecnologías en estudio. La experiencia de los países industrializados muestra que la estrecha colaboración entre el tecnólogo y el científico dedicado a la investigación fundamental, es precisamente una de las claves del éxito de la creación tecnológica. El establecimiento de esa relación, en la forma más efectiva posible, es uno de los problemas que más preocupa a los encargados de la política científica.

En conclusión, la estrategia de investigación industrial supone la necesidad de un incremento orgánico de la capacidad científica y técnica en todos los niveles. La política a seguir para lograr este avance, sin embargo, tiene modalidades distintas según se trate de investigación básica o aplicada. La investigación fundamental se lleva a cabo predominantemente en institutos de enseñanza superior, o en centros de investigación más o menos autónomos; mientras que la aplicada se efectúa en la industria o en organismos estrechamente relacionados con ésta. Por esta razón los trataremos por separado, aunque sin olvidar que forman parte de un sistema único, cuya eficiencia depende de la perfecta interacción entre sus partes.

El papel del Estado en la investigación industrial

La mayor parte de las empresas latinoamericanas, por las razones que ya hemos visto, carecen de la capacidad de innovación tecnológica que es un factor fundamental en el progreso de la industria moderna, con las consecuencias de estancamiento, altos costos de producción, etc., que son bien conocidos. En estas condiciones, es evidente que la política de investigación tecnológica esbozada en el punto anterior sólo puede ser llevada a cabo con una intervención muy activa y directa del Estado.

Esta política de apoyo directo del Estado a la investigación aplicada es, por otra parte, la que siguen los países más industrializados, como lo indican muy bien las cifras siguientes: en 1962 el gobierno norteamericano soportó el 66% de los gastos totales de ID y el 60% de los gastos de investigación industrial. En algunos sectores de la industria, como aeronáutica, eléctrica y telecomunicaciones, etc., esta participación sobrepasó el 80%. En Inglaterra la contribución del Estado a la investigación industrial fue del 68,5%, y en Francia del 70%. Solamente en algunos círculos dirigentes de los países subdesarrollados, y en particular de América Latina, se sigue sosteniendo que la libre competencia, con prescindencia total del Estado, es el mejor estímulo para desarrollar la capacidad técnica de la industria.

La modalidad de la intervención del Estado en la investigación tecnológica, sin embargo, no puede ser la misma en los países subdesarrollados que en los industrializados. En estos últimos, si bien el Estado soporta la mayor parte de los gastos, la investigación se realiza en gran parte en las empresas, mediante el mecanismo de los contratos de investigación. Así, en Estados Unidos los organismos públicos realizaron solamente el 15% de la investigación total, en Inglaterra el 34%, y en Francia el 43,2% (1959-60). Esto es posible por el alto grado de capacidad tecnológica de las industrias de esos países. En América Latina el Estado deberá no sólo financiar, sino también crear los organismos encargados de la investigación. Para determinar, por lo menos en sus rasgos principales, la acción que deberán cumplir estos organismos, conviene revisar brevemente los

tipos principales de investigación que se deben realizar en relación con la industria. Ellos son:

- a) Investigación fundamental orientada. Esta investigación se distingue de la fundamental, en el sentido más amplio, solamente porque está dirigida hacia un fin práctico, que es la utilización de los fenómenos naturales.
- b) Investigación de desarrollo o de aplicación comercial. Comprende actividades muy diversas, pero que tienden a la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos existentes a la puesta a punto de un producto o de un proceso de producción.
- c) La investigación de “servicio”. Comprende las investigaciones tendientes a mejorar las condiciones de producción, y que no se materializan en un nuevo producto o proceso. Sus resultados se pueden aplicar a todas o a un gran número de las empresas de un sector.

El primer tipo, es decir, la investigación fundamental orientada, no ofrece mayores dificultades en relación con la problemática que estamos considerando. Como sus resultados no son susceptibles en general de protección por patentes, es normalmente efectuada o financiada por instituciones gubernamentales. Sólo la realizan a su cargo, y excepcionalmente, algunas de las más grandes empresas de los países industrializados. En América Latina, naturalmente, deberá estar también a cargo del Estado.

En la investigación de desarrollo se pueden distinguir dos casos: las investigaciones de las cuales se espera obtener beneficios comerciales a corto plazo, y aquellas que exigen grandes inversiones, y que sólo se pueden traducir a largo plazo en nuevos productos o procesos. En los países desarrollados las primeras son financiadas por las mismas empresas, mientras que las segundas sólo se realizan, en general, con un fuerte apoyo financiero del Estado, que en algunos casos, como ya hemos indicado, puede superar el 80% del costo total del proyecto.

La investigación de servicio tiene problemas parecidos a los de la investigación fundamental orientada. Considerando que sus resultados se traducen en general únicamente en mejoramientos de los procesos de producción, sólo la pueden emprender aquellas empresas en las que, por el gran volumen de ventas, una disminución en los costos puede compensar las inversiones realizadas. Las empresas medianas o pequeñas deben recurrir a la investigación cooperativa, como sucede en Holanda y Japón, por ejemplo, o a organismos públicos, como en Bélgica e Inglaterra.

En América Latina, tanto la investigación de desarrollo como la de servicio deberá también ser efectuada, en casi todos los casos, por organismos estatales, por lo menos en el futuro próximo. Teniendo en cuenta la gama casi ilimitada de posibilidades de investigación tecnológica que existe en nuestros países, estos organismos deberán efectuar una selección muy rigurosa de los temas que merecen prioridad, dentro de los objetivos generales fijados por el plan de política científica de acuerdo con la metodología ya expuesta. No debe olvidarse que uno de los objetivos esenciales de los organismos de investigación tecnológica debe ser el de introducir y fomentar la mentalidad científica en las empresas.

La intervención del Estado en la investigación tecnológica no significa, por supuesto, que las empresas puedan desentenderse de esa actividad, limitándose a ser solamente los beneficiarios de sus resultados. Todas las empresas deberán contribuir a los costos generales de mantenimiento de los organismos de investigación en la medida de sus posibilidades, las que serán fijadas en función de su capital, ganancia, volumen de ventas, etc., según las modalidades de cada país y de cada rama de la industria. Además de esta contribución general, las empresas beneficiadas directamente por proyectos específicos de investigación deberán participar en la financiación de los mismos. Esta coparticipación en los riesgos de la investigación, es la manera más efectiva de interesar realmente a las empresas en la tarea de las instituciones que la realizan.

En cuanto a la organización y modos de operación de las instituciones estatales a que nos estamos refiriendo, éstos deberán

depender de las características de la estructura gubernamental de cada país; no obstante, es necesario que dependan de los organismos encargados de la política científica, ya que se trata de instrumentos fundamentales para su implementación.

Además de la acción directa del Estado que acabamos de describir, es necesario también fomentar la investigación tecnológica en las mismas empresas, en particular en las pertenecientes al sector público. En muchos países de América Latina el Estado controla total o parcialmente algunos sectores claves de la estructura productiva, como petróleo, siderurgia y energía. Estas empresas estatales, por su poderío económico y por la amplitud del mercado que controlan, son las que se encuentran en mejores condiciones en América Latina para iniciar una política propia de modernización a través de la investigación tecnológica. Esta acción serviría además de ejemplo y estímulo para el resto de la industria, comenzando por aquellas más directamente relacionadas con las estatales.¹⁸

Paralelamente, y en forma complementaria con la acción directa del Estado ya descrita, se pueden utilizar otros procedimientos para fomentar la ID en la industria. Uno de los medios que ha sido utilizado con éxito en varios países —entre ellos Francia, Japón e Inglaterra— es la investigación cooperativa. Esta consiste en la reunión de un grupo de empresas, generalmente pertenecientes al mismo sector de producción, para realizar o financiar en forma conjunta proyectos de investigación de interés común. En algunos casos los proyectos pueden ser lo bastante importantes y tener continuidad suficiente como para justificar la creación de facilidades propias de investigación; en la mayoría de los casos, sin embargo, las empresas participantes financian los trabajos, pero éstos se llevan a cabo en institutos científicos existentes, que pueden ser estatales, universitarios o privados. En nuestro medio éste puede ser un mecanismo efectivo para que los sectores más avanzados de la industria comiencen a intervenir en forma más o menos directa en los esfuerzos de creación tecnológica.

18. Sobre este tema el trabajo de J. Sabato y N. Botana, *La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina*, INTAL, Buenos Aires, 1968.

Para fomentar la participación de las empresas en la ID, ya sea en forma individual o cooperativa, uno de los mecanismos usados en los países industrializados es el otorgamiento de créditos con facilidades especiales, y la exención impositiva, parcial o total, de los fondos destinados a investigación. En nuestros países deben establecerse también estos mecanismos de apoyo financiero directo, pero teniendo en cuenta que ofrecen ciertos riesgos que, si no se contemplan cuidadosamente en la legislación, pueden llegar a falsear totalmente los objetivos buscados.

La naturaleza de este riesgo se ve claramente si se considera que el principal obstáculo actual directo a la ID —dejando de lado, por supuesto, la actitud misma de las empresas— es la falta casi total de investigadores tecnológicos en la región. Esto significa que, aun suponiendo que la acción de estímulo del Estado aumentara considerablemente los fondos que las empresas estuvieran dispuestas a dedicar a investigación, el ritmo del incremento de ésta estaría condicionado por la velocidad de crecimiento de la mano de obra capacitada disponible. Si no se pesa suficientemente este factor, y considerando la falta de experiencia en general de las empresas, se corre el riesgo de comprometer fondos en proyectos de investigación destinados al fracaso por la escasez o bajo nivel del personal empleado.¹⁹

La formación de personal, por otra parte, sólo puede hacerse en centros de investigación, en el contacto diario con investigadores activos. Por esta razón, es necesario tratar de evitar la dispersión de los escasos investigadores existentes, haciendo todo lo posible para concentrarlos en unos pocos centros bien equipados. Por este medio se lograrían grupos de trabajo lo suficientemente numerosos como para ser realmente efectivos, facilitando al mismo tiempo la formación de personal.

19. Otra posibilidad que no puede despreciarse, es que muchas empresas coloquen en el rubro de investigación gastos correspondientes a tareas de rutina, tales como control de calidad, mantenimiento, etc. De esta manera, las ventajas otorgadas a la ID, podrían convertirse en un instrumento más de evasión impositiva.

En consecuencia, el apoyo financiero directo a las empresas debe regularse teniendo en cuenta las siguientes condiciones: a) La ayuda debe otorgarse sólo para actividades que realmente constituyan I+D. El trabajo tecnológico de rutina, como control de calidad, resolución de problemas tecnológicos inherentes a la marcha normal de la empresa, etc., no deben ser incluidos en este rubro; b) debe darse prioridad a los proyectos que, de acuerdo con el plan nacional de política científica, resulten de mayor interés general; c) debe garantizarse que la investigación se realice en laboratorios que cuenten con personal adecuado, tanto en número como en calidad.

La investigación fundamental

La investigación fundamental o básica presenta algunas características diferentes de la aplicada o tecnológica, que deben ser tenidas en cuenta en cualquier política de estímulo o promoción. La investigación aplicada, por su misma naturaleza, se presta a una planificación más o menos detallada, ya que en última instancia está condicionada por objetivos económicos claramente establecidos. La investigación básica, por el contrario, necesita una libertad de acción mucho más amplia; es por su naturaleza creativa e inventiva, y prospera y progresa en gran parte a través de la libertad de acción y el desarrollo espontáneo.

Esto no implica, por supuesto, que la investigación básica deba ser librada totalmente a sus posibilidades de crecimiento libre. Esto no sería factible, aunque fuera deseable, porque como ya hemos visto antes, ningún país está en condiciones materiales de desarrollar con igual intensidad todas las líneas posibles de investigación científica básica. El problema, por lo tanto, es conciliar una adecuada planificación del esfuerzo científico en las direcciones más convenientes para las posibilidades y requerimientos de cada país, con la libertad suficiente para no interferir en la capacidad creadora de los investigadores. Esto pueden lograrlo los organismos encargados de la política científica estimulando las grandes líneas de investigación

que seleccionen como prioritarias, pero sin trazar planes detallados para la acción de los científicos o grupos de trabajo individuales.

Una objeción que se hace con frecuencia en América Latina a la planificación de la ciencia, es que ella traería como consecuencia la supresión de algunas líneas de investigación que se desarrollan en la actualidad, obligando a sus cultores a emigrar a otros centros más adelantados, o a reorientar su actividad a otros campos de trabajo con los cuales no están familiarizados. En el contexto de la política que estamos esbozando, este temor es completamente infundado, porque si bien se deben determinar áreas prioritarias en las cuales se tratará de alcanzar una capacidad propia de creación en un plazo razonable, es necesario también mantener, en todos los campos posibles, un nivel de investigación que permita, por lo menos, "estar al día" con lo que se hace en el resto del mundo. Teniendo en cuenta que la magnitud del esfuerzo científico que tiene lugar en la región es muy pequeña en relación con sus necesidades, esta política traerá como consecuencia inicial el estímulo de todas las actividades de investigación básica actualmente en marcha. Solamente en la planificación a mediano y largo plazo se presentará el problema de determinar en qué áreas se aplicará el mayor esfuerzo, pero esto no significará, de ninguna manera, suprimir líneas de investigación ya consolidadas.

El problema más importante en relación con la investigación básica, y que se discute con frecuencia en los medios académicos de la región, se refiere a los lugares en que esta actividad debe realizarse. Tomando como modelo ciertas instituciones de algunos de los países más desarrollados, muchos científicos sostienen que los investigadores de alto nivel deben trabajar en institutos dedicados exclusivamente a la investigación, para evitar la pérdida de esfuerzos que significa la tarea docente en las universidades, y aumentar de esta manera el rendimiento del personal disponible.

Antes de considerar las consecuencias que esta actitud puede tener para las condiciones particulares de América Latina, conviene ver cuáles han sido los resultados de su aplicación en los países que se toman como ejemplo. La realización de la investigación básica en

organismos separados de las universidades ha sido una práctica muy general en Europa; en los Estados Unidos y la Unión Soviética, en cambio, las universidades han sido siempre el centro de esa actividad. Para evaluar los méritos relativos de cada uno de esos sistemas, citaremos *in extenso*, una vez más, algunos conceptos expuestos por Lord Bowden en el seminario sobre política científica organizado por la OECD en Francia, en 1967:²⁰

En Gran Bretaña nos hemos consagrado a crear toda una serie de centros destinados expresamente a la investigación. Esta solución puede parecer lógica. La Royal Institution fue el primero, y durante muchos años el único establecimiento de este género. Creado hace 170 años, fue concebido simplemente como una institución que ofrece la posibilidad de hacer investigación. Más recientemente hemos fundado el gran centro de Harwell donde tratamos de desarrollar la energía nuclear, no solamente para la construcción de reactores nuevos y mejores para producir energía, sino también como un medio de estudios fundamentales sobre la estructura del núcleo. Como ustedes saben, en Ginebra existe el CERN, empresa cooperativa financiada por muchos de los países europeos. El CERN pone sus instalaciones, extremadamente costosas, a disposición de investigadores del mundo entero, que pueden venir y hacer experiencias de investigación fundamental. En Gran Bretaña hemos creado centros tales como Farnborough, consagrado a la aeronáutica, a la construcción de nuevos modelos de aviones, etc. Este sistema, que puede parecer conforme con la lógica y el buen sentido, se encuentra también, salvo algunos detalles, en los otros países de Europa.

En los Estados Unidos y en Rusia, en cambio, se adoptó un principio diferente. Para ellos no cabe duda de que todos los trabajos de investigación fundamental que se emprenden en el país se deben efectuar, hasta en sus menores detalles, en el sistema de enseñanza, y esto por la simple razón de que, en todo proceso de enseñanza, el problema más difícil consiste en “convertir al graduado universitario

20. OCDE, *Problèmes de politique scientifique*, París, 1968.

en ingeniero”, para retomar las palabras de Glen Seborg. Para conseguirlo, el graduado debe hacer una etapa de ingeniero, y trabajar en las mejores condiciones posibles bajo la dirección de un profesor experimentado, a fin de aprender mejor a poner en práctica los conocimientos adquiridos en la universidad. Es este sistema, y la tradición de los Land Grant Colleges, las primeras universidades creadas según los términos de la ley Morrill,²¹ lo que permitió a los establecimientos americanos de enseñanza superior desempeñar un papel de primer plano no solamente en la enseñanza, sino también en la investigación. De acuerdo con lo que he visto de los dos sistemas, el segundo me parece en muchos aspectos superior al que hemos adoptado en Europa, y esto por muchas razones.

En primer lugar, creo que los establecimientos de investigación creados para realizar un programa preciso, corren frecuentemente el riesgo de perder toda utilidad el día en que se termina la tarea para la que fueron concebidos. Se ven obligados a buscar febrilmente otros trabajos, lo que tiene un efecto desastroso sobre la moral de su personal y los condena, en general, a una ineficacia muy grande... Contrariamente a los establecimientos frecuentados por generaciones sucesivas de estudiantes, las instituciones muy aisladas de la colectividad no tienen la posibilidad de renovarse constantemente; tienden a deteriorarse y a no sobrevivir a sus fundadores. Algunas simplemente mueren, y las otras sufren por el envejecimiento de su personal, y por el hecho de que la tarea para la que fueron creadas ha dejado de ser relevante.

Si, por el contrario, como hacen los norteamericanos, los centros de investigación se establecen alrededor de las universidades, es mucho más fácil modificar la dirección de los trabajos de investigación y, además, la sola presencia de los jóvenes que estudian tiene un efecto enormemente estimulante sobre los investigadores.

21. La ley Morrill, dictada por el presidente Lincoln en 1862, crea en cada Estado de la Unión un grupo de universidades dotadas de terrenos otorgados por el gobierno federal. Desde su comienzo, estas universidades decidieron estudiar todos los problemas importantes de la sociedad.

Después de analizar brevemente el papel de las universidades norteamericanas y de algunas instituciones europeas, Lord Bowden concluye: “Y si se estudian los resultados de estas investigaciones, durante la guerra y, sobre todo, después de 1945, es indiscutible que, a la larga, el sistema norteamericano ha sido más efectivo, más rentable y más productivo”.

La opinión de Lord Bowden es compartida por los miembros más destacados de la comunidad científica mundial, como lo prueba el informe presentado por la Comisión Consultiva sobre la Investigación Fundamental²² a la reunión de ministros responsables de la política científica de los países miembros de la OECB, realizada en París en 1966. En este documento en el cual se analizan principalmente los problemas referentes a la organización y el financiamiento de la investigación básica, se expone la conveniencia de que ésta sea efectuada en las universidades, o en organismos estrechamente vinculados con ellas. Resulta interesante transcribir algunas de las razones en las que la Comisión Consultiva apoya su punto de vista:²³

No es inútil discutir brevemente las razones por las cuales el marco universitario, en las mejores condiciones, parece más propicio que cualquier otro para la investigación creadora. Entre las más importantes, citaremos las tradiciones que permiten al investigador elegir los problemas que le interesan y abordarlos a su manera, la libertad de publicación, que expone plenamente al científico tanto a la crítica como a la estima de sus colegas, y la ausencia de instituciones rígidas. La atmósfera de creación de la universidad tiene, sin embargo, un origen diferente y más sutil. El profesor o el director de investigación, cuyo papel es inspirar o mantener la

22. Esta Comisión Consultiva está compuesta por seis miembros, todos ellos científicos destacados y que ocupan cargos de responsabilidad en la conducción científica de sus respectivos países. Entre ellos figuran H. Brooks, decano de la Facultad de Mecánica y de Física Aplicada, de la Universidad de Harvard, y F. Lynem, Premio Nobel y director del Max-Planck-Institut für Zellchemie de Munich.

23. OECB, *La recherche fondamentale et la politique des gouvernements*, París, 1966.

originalidad de su escuela recibe, año tras año, olas sucesivas de investigadores jóvenes. Si es un investigador eminente atraerá a los jóvenes más destacados. En la investigación científica, como en muchas de las otras actividades creadoras, es frecuentemente el pensamiento inquieto y libre de convenciones de los espíritus jóvenes con talento, que llega a un enfoque nuevo e interesante en un problema difícil. La combinación de tentativas poco ortodoxas e intuitivas de los científicos jóvenes, con la experiencia y el juicio crítico de los investigadores más maduros, se realiza espontáneamente en el medio universitario, y ella favorece el mantenimiento de un alto grado de originalidad.

En América Latina, además de las que se dan en los países desarrollados, existe una razón muy especial para no aislar la investigación de la enseñanza universitaria. En nuestro medio la escasez de investigadores constituye el principal obstáculo a cualquier plan de desarrollo científico. Suponiendo que se den las condiciones políticas, económicas y sociales que posibiliten una verdadera acción positiva en ese terreno, la velocidad de crecimiento del sistema científico dependerá exclusivamente de la capacidad de formar investigadores, y éstos, como ya hemos visto antes, sólo se forman en el contacto diario con otros investigadores.

Se suele argumentar a veces, en relación con este problema, que esa tarea de formación la pueden desempeñar los investigadores dedicándose solamente a la enseñanza de posgrado, especialmente a la dirección de tesis. Esta posición, como lo saben quienes han participado activamente en las tareas universitarias, olvida algunos hechos que son determinantes en la formación de personal científico calificado. El gusto por la investigación se despierta en las primeras etapas de la formación universitaria, cuando el estudiante comienza a percibir la ciencia, no como una mera recopilación de conocimientos terminados e inamovibles, sino como un trabajo continuo de creación que pone en duda siempre todo lo adquirido. Este tipo de percepción, sólo la pueden transmitir quienes viven la ciencia como una actividad realmente creadora.

Capítulo VI

El costo de la ciencia

El costo mínimo de la ciencia

En el capítulo anterior afirmamos que el objetivo fundamental de la política científica de los países de América Latina, debe ser la creación de una capacidad científica que les permita tomar decisiones basadas en las propias necesidades y objetivos en todos los campos de la actividad social, utilizando la creación intelectual generada dentro o fuera de la región. Para alcanzar este objetivo es necesario poder crear un sistema científico que permita, por lo menos, estar bien informado de lo que sucede en el campo científico mundial, y encarar la resolución de los problemas específicos más apremiantes del país. Una vez definidas las características y el costo de este aparato científico mínimo, y teniendo en cuenta las amplias diferencias existentes en la disponibilidad de recursos entre los países de la región, podremos determinar en qué medida pueden éstos individualmente alcanzar, en un plazo razonable, el grado de autonomía científica a que nos hemos referido.

No existe ninguna experiencia mundial que permita determinar, en forma clara y objetiva, cuál debe ser la dimensión mínima de un sistema científico que permita orientar en forma racional la resolución de los problemas que plantea el desarrollo de un país. Trataremos, sin embargo, de hacer una estimación aproximada a partir de algunos criterios básicos bien establecidos. Los principales son los siguientes:¹

1. Los criterios fundamentales que utilizamos para calcular un sistema científico mínimo, los hemos tomado de los trabajos del físico argentino Carlos A. Mallmann, actual presidente ejecutivo de la Fundación Bariloche (véase *Consideraciones de la política científico-tecnológica a seguir para lograr el desarrollo. Criterios para evaluar el éxito de la misma*, Fundación Bariloche, San Carlos de Bariloche, Argentina, 1970).

- a) En casi todos los países, y muy particularmente en los pequeños, la mayor parte de los problemas tecnológicos del desarrollo se deben resolver mediante la aplicación de conocimientos generados en el exterior. El sistema, por lo tanto, debe tener grupos de investigación básica eficientes en los principales campos del conocimiento, por las razones que hemos ya expuesto al referirnos a la importancia de la investigación básica en el proceso de transferencia tecnológica.
- b) En cada país el desarrollo presenta problemas que no pueden resolverse meramente con el trasplante de tecnologías generadas en el exterior. Esto exige tener grupos interdisciplinarios de investigación aplicada y desarrollo que permitan resolver los problemas específicos de la región o, por lo menos, orientar en forma inteligente el trasplante de tecnologías externas.
- c) La relación, en términos de inversión, entre la investigación básica, investigación aplicada, y desarrollo, varía según los países. En Inglaterra y Estados Unidos, por ejemplo, esa relación es 1:2:7; en Francia 1:5:4 y en el resto de Europa occidental 2:4:4. El alto costo relativo de la investigación aplicada y el desarrollo en Estados Unidos, Inglaterra y Francia, se debe probablemente a que son los países que más gastan –tanto en cifras relativas como absolutas– en investigación militar.² En los países de América Latina la relación 2:4:4 parece ser la más apropiada, por lo menos en el futuro próximo, por las siguientes razones: en un primer período, probablemente en los próximos veinte años, la participación de América Latina en los campos más avanzados de la tecnología –aviación, espacio, energía nuclear, etc., que son los que requieren gastos más elevados de desarrollo– será relativamente menor que en otros más relacionados con su problemática inmediata, tales como agricultura,

2. OECD, *Politiques nationales de la science: Canada*, París, 1969, pp. 38-39.

salud, recursos naturales, industrias de base, etc. Otro factor importante es que, como ya hemos visto, la investigación aplicada, sobre todo en los sectores más avanzados de la tecnología, requiere un fuerte apoyo de investigación básica; como consecuencia, en los próximos años será necesario incrementar fuertemente la investigación fundamental para poder luego ingresar con éxito en los campos más sofisticados de la tecnología.

- d) Es un hecho bien conocido que la productividad de un grupo de investigadores aumenta, hasta un cierto límite, con el número de sus integrantes. Esto se debe esencialmente a que ningún investigador puede estar igualmente capacitado en todos los aspectos de un campo científico. A través del contacto directo, la experiencia y los conocimientos de cada miembro son compartidos y utilizados por todo el grupo. El tamaño mínimo óptimo de un grupo de investigación ha sido estimado empíricamente en Estados Unidos, y está constituido por unos 35 investigadores del nivel de doctorado o mayor.³ Para nuestro cálculo, consideramos que un grupo de “tamaño crítico” tiene unos 25 investigadores.
- e) Los grupos de investigación deberán incorporar el mayor número posible de estudiantes de posgrado trabajando en temas afines a los desarrollados por los miembros del grupo. El entrenamiento de estos estudiantes es una tarea fundamental, porque el sistema científico proyectado debe, además de preparar el personal para asegurar su propio crecimiento, proveer de personal capacitado al sistema de producción. En efecto, los resultados de la investigación no pueden difundirse adecuadamente si los usuarios potenciales –empresas, gobierno, etc.– no cuentan con científicos y

3. National Science Board, *Graduate education, Parameters for public policy*, Washington, D. C., 1969. Pierre Auger (*Current trends in scientific research*, UNESCO, París, 1963), calcula en 25 investigadores este “tamaño crítico”.

tecnólogos capaces de incorporarlos al sistema productivo. Los estudiantes graduados serán becados, y se les requerirá dedicación exclusiva.

Podemos ahora calcular la composición y el costo del sistema, comenzando por el subsistema de investigación básica. En el cuadro 9 se exponen los resultados para un grupo tipo de investigación en una disciplina.

Un subsistema mínimo de investigación básica como el que estamos proponiendo, requerirá la formación de unos 20 grupos de investigación.⁴ En consecuencia, *el costo total anual del subsistema de investigación básica será de unos 18 millones de dólares.*

Para proyectar el subsistema mínimo de investigación aplicada, casi inexistente en América Latina, debemos decidir primero sobre su forma de organización. En los países desarrollados la investigación aplicada se realiza en marcos institucionales y organizativos sumamente variados. Parte se realiza en grandes empresas, donde la temática puede estar restringida al desarrollo de unos pocos productos o procesos muy específicos que interesan a la firma, o más excepcionalmente, como sucede en algunas grandes corporaciones, puede abarcar grandes áreas de la tecnología con relativamente poca orientación explícita hacia la obtención de resultados económicos inmediatos. En otros casos se crean institutos destinados a la investigación en temas especiales, tales como las comisiones de energía atómica que ya existen en muchos países, o los organismos dedicados a la investigación aplicada y desarrollo

4. El número de disciplinas y subdisciplinas existentes es, por supuesto, mucho mayor. La cifra que damos es sólo una estimación aproximada, que se basa en la experiencia mundial y en la consideración de las necesidades de América Latina. Se supone, por ejemplo, que en biología, un país tipo de la región debe tener grupos de investigación por lo menos en bioquímica, microbiología, biología marina, ecología, botánica y zoología; en química, en química orgánica y química inorgánica; en ciencias sociales, por lo menos tres grupos (economía, sociología y ciencias políticas), etc. En algunos casos, un grupo puede comprender dos o más subdisciplinas muy afines. La estimación de veinte grupos de investigación básica es, de cualquier manera, muy conservadora.

CUADRO 9
COSTO ANUAL DE UN GRUPO DE INVESTIGACIÓN BÁSICA

	<i>Costo anual (dólares)</i>
<i>Investigadores</i> ¹	
Titulares	8
Asociados	6
Adjuntos	6
Asistentes	5

Total	25
Sueldo promedio: 600 dólares	180 000
<i>Personal auxiliar</i> ²	
50 ayudantes técnicos	
Sueldo promedio: 250 dólares	150 000
<i>125 estudiantes de posgrado</i> ³	
Sueldo: 200 dólares	300 000
<i>Gastos generales</i> ⁴	
Inversiones, gastos de financiamiento, administración.	
30% del costo total	270 000
Total	900 000

1. La distribución que damos de los investigadores por categorías es sólo un ejemplo de una distribución razonablemente equilibrada. Puede, sin embargo, variar algo, siempre que no se cambie sustancialmente la relación entre las dos primeras categorías y las restantes.

2. En los países avanzados el número de auxiliares técnicos por investigador, en disciplinas básicas, varía entre 1 y 2 aproximadamente. En este caso usamos la relación más alta, debido al número elevado de estudiantes graduados que también realizan investigaciones (véase OECD, *Politiques nationales de la science: Italia*, París, 1969, p. 104).

3. En las universidades de los Estados Unidos, los departamentos de más alta jerarquía académica tienen entre 3 y 7 estudiantes graduados por investigador de dedicación exclusiva (National Science Board, *op. cit.*, p. 96): "La proporción de cinco estudiantes por investigador es algo elevada para el comienzo, dada la relativa falta de experiencia de la mayoría de los investigadores en la formación de personal. Se supone que la proporción indicada se alcanzará cuando el grupo esté en, o cerca del tamaño crítico."

4. En los países desarrollados se estima que este costo —incluyendo inversiones en activo fijo— equivale a entre el 30 y el 40% del costo total. Usamos la cifra mínima, debido a que los costos de personal son comparativamente elevados por la inclusión de los estudiantes becados.

en ciertas ramas de la industria. A este mismo tipo pertenecen también las instituciones destinadas a la investigación médica especializada, tales como los centros de estudio del cáncer, de las enfermedades tropicales, etc. Por fin, existe un volumen considerable de investigación aplicada que se realiza en instituciones universitarias –frecuentemente en relación o como subproducto de la investigación básica– o en organismos estatales que tienen que ver con grandes sectores de la actividad económica o con servicios básicos de la comunidad –recursos naturales, industria, energía, educación, salud, etc.–.

En un capítulo anterior analizamos los problemas que crea esta organización anárquica del aparato científico en los niveles de ejecución –dispersión de esfuerzos, persistencia de barreras interdisciplinarias que cada día tienen menos sentido, etc. En América Latina, donde gran parte del sistema científico tiene que ser creado prácticamente de la nada, sobre todo en investigación aplicada, es posible aprovechar la experiencia de los países adelantados para lograr un aprovechamiento más racional de los recursos, tanto humanos como materiales. Uno de los medios más eficaces para lograrlo es crear los grupos de investigación alrededor de los grandes problemas que debe encarar la sociedad. La principal ventaja de este sistema, cuya eficacia ha sido ya probada en los grandes programas a que nos hemos referido en un capítulo anterior, es que la composición de los grupos se efectúa en función de los requerimientos del tema y no de encasillamientos disciplinarios más o menos arbitrarios. De esta manera es posible lograr esa cooperación interdisciplinaria que es tan esencial para resolver los grandes problemas que plantea el desarrollo de un país moderno.

La composición y el tamaño de estos grupos de investigación aplicada será naturalmente muy variable, debido a la diversidad de los problemas. No obstante, basándonos en la experiencia existente podemos estimar el costo y el tamaño de un subsistema promedio de investigación aplicada. Para ello, nos apoyaremos en las siguientes premisas:

- a) Los problemas en función de los cuales deben constituir los grupos o centros de investigación aplicada deben ser bien específicos, pero lo suficientemente importantes como para justificar la planificación científica a largo plazo. A título de ejemplo, ya que la variedad de los problemas hace difícil una tipificación genérica precisa, diremos que se trata de problemas tales como: agricultura de zonas tropicales; explotación e industrialización de recursos minerales; explotación e industrialización de los recursos del mar; agricultura de las zonas de riego; problemas económicos y sociales del proceso de urbanización, etc.
- b) En el estudio de cada uno de esos temas intervienen en forma directa, como promedio, unas cuatro disciplinas o subdisciplinas. En cada una de éstas es necesario tener un grupo de tamaño suficiente como para que se produzca la interacción de que ya hemos hablado al tratar de la formación del subsistema de investigación básica. En este caso consideraremos que el tamaño crítico está dado por 15 investigadores, porque la interacción de los grupos dentro de un sistema interdisciplinario aumenta su capacidad de intercambio. Cada grupo de investigación aplicada estará compuesto, por lo tanto, por 60 investigadores de nivel doctorado o mayor.

En el grado de agregación con que los estamos considerando, una zona de condiciones ambientales no demasiado heterogéneas –por ejemplo Uruguay, zona pampeana de la Argentina, sur del Brasil, algunos países de América Central, etc.– tiene, estimados en forma muy burda, unos 20 problemas del tipo que hemos caracterizado antes.⁵

5. En un estudio realizado en la Argentina para proyectar la creación de un centro de desarrollo científico en la Patagonia occidental, se encontró que ése es aproximadamente el promedio de problemas básicos que presentan las regiones de planificación económica en que ha sido dividido el país (véase *Consideraciones sobre el desarrollo científico y técnico de las zonas oeste de las regiones Comahue y Patagonia*).

Sobre la base de los criterios precedentes hemos calculado, en el cuadro 10, el tamaño y el costo del subsistema de investigación aplicada.

Falta ahora estimar solamente el costo de la etapa de desarrollo. Ésta es mucho más difícil de calcular en detalle que las anteriores, debido a que el costo del desarrollo varía dentro de límites muy amplios según la problemática considerada. Si se trata de introducir mejoras en los métodos de cultivo, perfeccionados en un centro de investigación agrícola, por ejemplo, el desarrollo puede consistir simplemente en la acción de extensionistas que enseñen las nuevas técnicas a los agricultores. En el caso de un nuevo producto o proceso industrial, el desarrollo puede implicar la construcción de plantas pilotos y otros equipos, y su costo es frecuentemente varias veces superior al de la etapa de investigación aplicada que lo precedió. En lo que se refiere a las instituciones donde se realiza, la variación también es muy amplia; en muchos casos el desarrollo se efectúa en los mismos centros donde tiene lugar la investigación aplicada. En otros, en cambio, esta etapa se realiza en establecimientos industriales completamente independientes de los centros de investigación aplicada. Otro problema adicional es que, en muchos casos, resulta difícil determinar con precisión dónde termina la investigación aplicada y dónde comienza el desarrollo. Se trata de una secuencia más o menos continua donde la división en etapas tiene siempre un cierto grado de arbitrariedad. (Véase el cuadro 10.)

Para estimar el costo y la composición del subsistema de desarrollo, en consecuencia, nos basaremos solamente en la relación de inversiones (2:4:4) que establecimos antes entre investigación básica, investigación aplicada y desarrollo. Según esta relación, la etapa de desarrollo es equivalente a la de investigación aplicada.

Resumiendo entonces las estimaciones que hemos efectuado, tenemos:

Posibles bases para una estructuración regional del desarrollo científico y técnico, Informe de la Comisión Asesora de la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, Buenos Aires, 1969). Esta misma cifra de veinte problemas básicos por región fue utilizada por Carlos A. Mallmann en un reciente estudio sobre el desarrollo científico de América Latina, realizado para el Banco Interamericano de Desarrollo, 1969.

	<i>Costo anual (dólares)</i>
Investigación básica	18 000 000
Investigación aplicada	40 000 000
Desarrollo	40 000 000
	98 000 000

CUADRO 10

COSTO ANUAL DEL SUBSISTEMA MÍNIMO
DE INVESTIGACIÓN APLICADA

<i>Costo anual de un grupo interdisciplinario de investigación aplicada</i>	<i>Costo anual (dólares)</i>
<i>Investigadores</i>	
Intervienen cuatro disciplinas con 15 investigadores cada una: 60 investigadores Sueldo promedio: 600 dólares	430 000
<i>Personal auxiliar</i> ¹	
180 ayudantes técnicos Sueldo promedio: 250 dólares	540 000
<i>180 estudiantes de posgrado</i> ²	
Sueldo: 200 dólares	430 000
<i>Gastos generales</i>	
Inversiones, gastos de funcionamiento, administración: 30% del costo total	600 000
<i>Costo total</i>	2 000 000
Suponiendo 20 grupos de investigación	40 000 000

1. En los países desarrollados el número de auxiliares técnicos por investigador aplicado, varía entre 2 y 7 (véase OECD, *Politiques nationales de la science: Italie*, París, 1969, p. 104).

2. La relación estudiante graduado-investigador es más baja en este caso porque el subsistema de investigación aplicada, dado que es mucho mayor que el de investigación básica, y existe poca tradición de investigación tecnológica en nuestro medio, será más afectado por la escasez de graduados calificados que caracteriza a la mayoría de los países de la región. El objetivo, sin embargo, es alcanzar la misma relación que en investigación básica.

Es decir, que *el costo anual de un sistema científico mínimo que permita orientar en forma racional la resolución de los problemas que plantea el desarrollo de una región, o de un país de condiciones ambientales relativamente homogéneas, es, en la actualidad, de unos 100.000.000 de dólares.*

En el cuadro 11 comparamos los costos unitarios de la investigación científica en América Latina que acabamos de calcular, con las de un grupo representativo de países desarrollados. Se puede ver que el costo *por investigador* estimado para América Latina es alrededor de un 26% más alto que el promedio para el grupo de países desarrollados, mientras que el costo *por persona ocupada en actividades de ID* (incluye investigadores, ayudantes, administrativos, etcétera) es aproximadamente 46% más bajo. Estas diferencias se explican fácilmente. En el costo por investigador influye marcadamente la proporción de éstos sobre el personal total (columna 4 del cuadro) la que a su vez depende, en gran medida, de los requisitos que cada país establece para considerar como investigador a un integrante del sistema científico. Estas exigencias son bastante variables, como lo demuestra la disparidad de los porcentajes de investigadores sobre personal total registrados en el cuadro.⁶ En el caso de América Latina el bajo porcentaje de investigadores (14%), que eleva el costo por investigador, se debe al elevado número de estudiantes becados incorporados al sistema. Si se efectúa el cálculo sin considerar a los estudiantes, el costo por investigador asciende a unos 22.000 dólares, y la proporción de investigadores sobre personal total se eleva a 26%.

La comparación de los costos por persona ocupada en ID es más significativa que la que se basa en el costo por investigador, porque elimina las diferencias nacionales de clasificación del personal. En nuestro caso influye el mismo factor que considerarnos

6. Parte de estas diferencias pueden deberse a variaciones en la relación entre personal que realiza investigación y auxiliares técnicos y administrativos. Los *costos por persona ocupada en ID*, sin embargo, son relativamente uniformes, lo que sugiere que la distribución de personal *por funciones* es bastante homogénea en los países avanzados incluidos en el cuadro.

CUADRO 11
COSTOS UNITARIOS DE LA ID

	PNB per capita	Investiga- dores	Personal total en actividad de ID	% de investi- gadores so- bre personal total	Costo anual por investi- gador (dólares)	Costo anual por persona ocupada en ID	Costo por persona ocupada PNB per capita
Japón 1 (1964)	622	115 000	289 000	39	7 756	3 300	5.3
Holanda 1 (1964)	1 385	19 500	43 000	45	16 100	7 285	5.2
Canadá 1 (1963)	2 109	13 400	37 500	35	31 716	11 330	5.4
Francia 1 (1963)	1 679	32 000	133 000	24	40 625	9 770	5.8
Italia 1 (1963)	897	19 400	42 000	45	15 460	6 810	7.5
Alemania 1 (1964)	1 777	33 400	187 000	18	43 000	7 680	4.3
Bélgica 1 (1963)	1 502	5 500	20 300	27	22 545	6 110	4
Suecia 1 (1964)	2 281	16 500	24 700	67	15 330	10 240	4.5
EE. UU. 1 (1965)	2 980					17 300	5.8
EE. UU. 2 (1966)	890					9 000	11
Promedio					31 500	8 900	
					25 000		
América Latina							
Sistema mínimo proyectado	2 900		20 800	15	34 000	4 800	5.9-71

antes pero en sentido opuesto, porque la alta proporción de estudiantes (aproximadamente el 47% del personal total) baja considerablemente las remuneraciones promedio. Si calculamos este costo eliminando los estudiantes graduados y los gastos que les son atribuibles, el costo por persona ocupada sería de unos 6.000 dólares, es decir, sólo un 25% más bajo que el promedio para los países incluidos en el cuadro.

En la columna 7 del cuadro 11 hemos incluido la relación existente entre el costo por persona ocupada en ID y el PNB *per capita*. Esta relación constituye lo que podríamos denominar *costo social* de la investigación y representa, en cierta medida, el esfuerzo o sacrificio social que el país debe realizar por cada persona que mantiene ocupada en ID. En los países adelantados, con ingresos *per capita* superiores a los mil dólares, este costo es relativamente homogéneo. En América Latina, por el contrario, este costo variará entre aproximadamente 6 (Venezuela y Argentina) y 21 (Haití) dependiendo del valor del ingreso nacional *per capita*. Esta gran variación en el costo social se debe a que los insumos fundamentales de la ID –personal científico, equipos y materiales de consumo– tienen costos que se rigen más por los precios internacionales que por la capacidad adquisitiva interna siendo, por lo tanto, relativamente constantes. Aun en el caso de que el personal trabajara con remuneraciones más bajas que las que hemos calculado, el resto de los costos permanecería más o menos constante, porque depende fundamentalmente de los precios industriales, y éstos, en el mejor de los casos, es muy difícil que puedan ser apreciablemente más bajos que los de los países desarrollados. Esto, sin contar con que gran parte del equipamiento y de los materiales deberá seguir siendo todavía importado por un tiempo considerable. Como ejemplo podemos señalar que si el costo del personal pudiera reducirse, por ejemplo, en un 30% sobre el que hemos estimado, el costo global de la ID se reduciría en un 21%, lo que no cambiaría significativamente su costo social.

El costo de la ciencia y las posibilidades nacionales

Podemos ahora plantearnos dos preguntas fundamentales con respecto al futuro de América Latina en el terreno de la actividad científica: a) ¿Cuáles son los países de la región que podrían tener, de acuerdo con sus posibilidades económicas, un sistema científico igual o mayor que el que acabamos de describir como el mínimo necesario para asegurar una razonable capacidad de decisión autónoma? b) Suponiendo un aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles, tanto humanos como materiales, ¿Cuál es la capacidad científica que los países de la región pueden alcanzar en los próximos años?

Aunque las dos preguntas están muy relacionadas, comenzaremos tratando de contestar la primera. Para ello, nos basaremos en las siguientes premisas:

- a) Tomaremos, como límite de nuestras previsiones, un período de veinte años. Esto se debe a que, aun suponiendo la existencia de recursos financieros adecuados, la creación de un sistema científico eficiente requiere un plazo relativamente largo, sobre todo, como veremos más adelante, por la dificultad de formar rápidamente los recursos humanos necesarios. Veinte años es un período razonable para una acción efectiva, y es un plazo más allá del cual resulta muy difícil extrapolar las tendencias actuales de crecimiento económico, costo de la ciencia, etc., en las cuales debemos basar nuestros cálculos.
- b) El costo del sistema científico que hemos calculado está referido a los precios actuales. Es bien sabido, sin embargo, que el costo de la ciencia aumenta continuamente. En los países más adelantados el costo unitario de la ciencia (costo por investigador) se duplica cada diez o doce años aproximadamente, es decir, crece a una tasa de alrededor del 6%. Para nuestra estimación supondremos que el costo crece a una tasa del 3%, teniendo en cuenta que América Latina, en el período que estamos considerando, deberá realizar todavía su mayor esfuerzo en los campos más “clásicos” de la

ciencia, que son también aquellos en los cuales el encarecimiento es menos acentuado. En consecuencia, el sistema científico mínimo que hemos diseñado, costará unos 135 millones de dólares en 1980, y 180 millones en 1990. El costo por investigador será de 45.000 y 60.000 dólares respectivamente.

- c) No existe ninguna teoría que permita calcular con exactitud qué proporción de sus recursos debe destinar un país a la ID. No obstante, la mayor parte de los países avanzados del mundo con recursos, tradiciones culturales, y sistemas políticos y sociales muy diferentes, invierten actualmente el 3% de su PNB con ese fin, o han establecido esa cifra como objetivo a corto o mediano plazo. Basándonos en la experiencia de esos países, tomaremos también esa proporción del PNB como objetivo de inversión en el período considerado. Es necesario tener en cuenta que se trata de una meta muy ambiciosa porque, debido al bajo ingreso medio de la región, esa inversión implica, para la mayoría de los países, un esfuerzo social mucho mayor que el de los países adelantados.
- d) Supondremos que durante esos veinte años el PNB de los países de América Latina tendrá una tasa de crecimiento del 6% anual. En los últimos 15 años esta tasa fue de alrededor del 5%,⁷ de manera que se trata de una previsión razonable.

En el proceso de cambio que hemos postulado como prerrequisito indispensable para que América Latina rompa realmente las estructuras del atraso, sin lo cual no es posible el progreso científico y tecnológico, este ritmo de crecimiento puede parecer muy modesto. Creemos, sin embargo, que en las primeras etapas de ese proceso la redistribución del ingreso será más importante que el crecimiento económico, e incluso puede actuar como un factor moderador de éste.

7. ILPES, *Elementos para la elaboración de una política de desarrollo con integración para América Latina*, Santiago de Chile, 1968.

CUADRO 12

CRECIMIENTO PREVISTO DEL PNB DE LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

	1970			1980			1990		
	PNB (millones de dólares)	PNB per capita (dólares)	% del PNB (millones de dólares)	PNB per capita (dólares)	% del PNB (millones de dólares)	PNB (millones de dólares)	PNB per capita (dólares)	% del PNB (millones de dólares)	
Brasil	83 200	240	36 000	340	1 100	64 000	480	1 900	
Argentina	22 700	780	32 000	1 170	960	57 000	1 870	1 700	
Colombia	5 200	280	9 400	380	280	16 500	560	495	
Perú	3 850	330	6 000	450	210	12 000	640	300	
Venezuela	7 600	850	14 000	1 200	420	24 000	1 700	720	
Chile	8 800	510	8 000	710	240	14 500	1 000	435	
Ecuador	1 000	190	1 800	270	54	3 000	380	90	
Bolivia	3 800	160	1 100	220	33	1 800	320	87	
Uruguay	2 800	570	2 900	850	87	5 100	1 140	153	
Paraguay	2 100	200	750	280	22	1 300	400	39	
México	44 000	470	36 000	600	1 100	64 000	940	1 900	
Cuba	2 500	320	4 500	450	135	8 000	640	240	
Guatemala	1 500	320	2 700	450	81	7 800	640	144	
Haití	4 500	70	250	98	16	1 000	140	30	
Rep. Dominicana	3 800	250	1 700	350	51	3 000	500	90	
El Salvador	3 000	270	1 500	380	45	2 600	540	78	
Honduras	2 400	230	930	310	28	1 600	440	48	
Nicaragua	1 700	330	1 000	460	30	1 800	680	54	
Costa Rica	1 500	400	1 100	500	33	1 900	800	37	
Panamá	1 300	500	1 300	700	36	3 000	1 000	60	

FUENTES: Población y PNB (1970): Finanzas y desarrollo, publicado por el PNB y el Banco Mundial, vol. 5, núm. 1, 1969. Las cifras correspondientes a 1970 son seguramente algo más altas, pero teniendo en cuenta el carácter puramente estimativo del cálculo, esta diferencia no afecta las conclusiones.

Para calcular el PNB y el PNB per capita en 1980 y 1990 se supone un crecimiento del producto nacional del 6%, y un crecimiento demográfico del 1,5% para Argentina, y Uruguay, y del 2,5% para los otros países.

Sobre las bases que acabamos de exponer hemos confeccionado el cuadro 12, en el cual se registran el producto nacional previsto para cada país en 1980 y 1990, y el valor del 3% del mismo para esas fechas. Sólo ocho países de la región –Brasil, Argentina, Colombia, Perú, Venezuela, Chile, México y Cuba– estarían en condiciones de tener, de acuerdo con las premisas fijadas, un sistema científico igual o mayor que el que hemos definido. Uruguay y Guatemala, aunque algo por debajo del límite, podrían considerarse también dentro de este grupo. El resto de los países de la región no tienen posibilidades de tener, dentro de un plazo razonable, el sistema científico mínimo que requiere un país moderno para su progreso.

Se puede sostener, por supuesto, que ese sistema científico mínimo se puede obtener simplemente invirtiendo más en ciencia y tecnología. Es necesario tener en cuenta, no obstante, que eso implicaría, para los países que están por debajo del “umbral” económico que hemos establecido, el tener que invertir, según los casos, entre el 6 y el 18% del PNB en ciencia y tecnología. Considerando, además, que casi todos estos países pertenecen al grupo de los de menor ingreso *per capita* de la región, esta inversión representaría para ellos una carga social muchas veces superior a la de los países más adelantados del área. No parece posible o razonable esperar un esfuerzo de esa magnitud.

La verdadera solución para estos países radica en la acción cooperativa, en el aunar esfuerzos para crear en conjunto, o según agrupaciones subregionales, sistemas científicos eficientes. En el próximo capítulo nos referiremos a este tema.

Los factores que condicionan el crecimiento de los sistemas científicos de la región

La segunda pregunta que nos habíamos planteado, –¿cuál es la capacidad científica que los países de la región pueden alcanzar en los próximos años?– requiere también, para su respuesta, la aclaración previa de algunos puntos claves. El solo hecho de disponer de

recursos financieros suficientes no asegura la creación de un aparato científico eficiente a corto plazo: es una condición necesaria pero no suficiente. La velocidad de crecimiento de un sistema científico, suponiendo que no existan restricciones financieras, está dada por la capacidad de formación de personal, en especial investigadores. Estos investigadores, por otra parte, sólo pueden ser formados por otros investigadores, de manera que el crecimiento del sistema depende fundamentalmente de dos factores: el número inicial de investigadores disponibles, y la tasa de crecimiento. Trataremos de cuantificar estos dos factores para el grupo de países de América Latina que están por encima del “umbral” económico a que hicimos antes referencia y que son, además, aquellos sobre los que, en general, existe mayor información.

En primer término, debemos aclarar que, *a los efectos de este cálculo de la capacidad de crecimiento interno del aparato científico*, entendemos por investigador a la persona capaz de realizar investigación científica o tecnológica en forma independiente —o bajo la dirección general de un investigador de alto nivel— en un nivel comparable con el alcanzado en el ámbito internacional por la especialidad que practica. Esto supone, y es lo más importante en este caso, que es capaz de participar activamente en la formación de investigadores jóvenes.

Para establecer, en cada país, el número de investigadores del nivel que acabamos de definir, consideraremos sólo el personal de dedicación exclusiva o de tiempo completo, ya que la experiencia mundial muestra que son muy pocos los investigadores realmente activos que trabajan con dedicación parcial. En el grupo de países que estamos considerando, sólo se dispone de información sobre el número de investigadores de dedicación exclusiva o completa en cuatro de ellos: Argentina, Brasil, Chile y Venezuela. En el cuadro 13 se consigna esa información, más los datos para Colombia, Perú y México. Estos últimos fueron estimados utilizando el siguiente criterio: en el cuadro 13 puede observarse que existe una notable uniformidad en el costo anual por investigador entre los países sobre los cuales se tiene información. La cifra algo más elevada para

CUADRO 13

INVESTIGADORES DE DEDICACIÓN EXCLUSIVA O COMPLETA EN
ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA
(CIENCIA Y TECNOLOGÍA)

	<i>Investigadores de dedicación exclusiva o completa</i>	<i>% del PNB dedicado a ID</i>	<i>Inversiones en ID (millones de dólares)¹</i>	<i>Costo global por investigador (dólares)</i>
Argentina	5 500 ²	0.2	35	6 500
Brasil	6 000 ³	0.2	40	6 700
Chile	1 450 ⁴	0.2	9	6 200
Venezuela	900 ⁵	0.1	8	8 900
México	4 800 ⁶	0.15	31	—
Colombia	1 550 ⁶	0.2	10	—
Perú	600 ⁶	0.1	4	—

1. Las inversiones fueron calculadas según los valores del PNB dados por el Banco Mundial y el FMI (*Fianzas y desarrollo*, publicado por el FMI y el BM, núm. 1, 1969).

2. Información de la encuesta nacional realizada por la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica de la Argentina (1970).

3. Del informe presentado por el Consejo Nacional de Investigación del Brasil a la segunda reunión de la Conferencia permanente de dirigentes de los consejos nacionales de política científica y de investigación de los Estados Miembros de América Latina (UNESCO, *Estudios y documentos de política científica. 14: La política científica en América Latina*, 1969).

4. Según un estudio reciente (*Bases para una política y planificación de la ciencia y la tecnología de Chile. II: Descripción y análisis del sistema científico-tecnológico chileno*, Centro de Planeamiento, Universidad de Chile, Santiago, 1969), en todo el sistema de enseñanza superior y en los organismos del Estado de Chile existen 2.214 investigadores de dedicación exclusiva o tiempo completo. El 65% de ellos (unos 1.450) tienen como tarea principal la investigación. La cantidad de investigadores formados es muy pequeña en la industria, por lo que no los hemos considerado.

5. Existen en Venezuela (1966) unos 1.750 investigadores. De ellos el 52% tienen dedicación exclusiva o completa. (Para equiparar con los criterios utilizados en otros países, hemos considerado como de dedicación exclusiva o completa a las personas que se dedican solamente a la investigación, y a las que comparten esta actividad solamente con la docencia, o con tareas administrativas en los institutos de investigación donde trabajan.) Véase Olga Gasparini, *La investigación en Venezuela. Condiciones de su desarrollo*, Caracas, 1969.

6. Cifras estimadas (ver texto).

Venezuela se explica por los costos considerablemente más altos que rigen en ese país. Para calcular el número de investigadores existentes en México, Colombia y Perú hemos considerado que el costo global anual por investigador es más o menos equivalente al costo medio de Argentina, Chile y Brasil, es decir, alrededor de 6.400 dólares. La inversión total de ID, se deduce de la proporción del PNB que se utiliza con ese fin.

Conociendo aproximadamente el número de investigadores en ciencia y tecnología existente en cada país, es necesario determinar ahora qué proporción de ellos está capacitado para la investigación independiente, y la formación de personal. Para ello podemos basarnos en algunos elementos de juicio existentes. En Argentina, por ejemplo, según la estadística ya citada, el 37% del personal de investigación pertenece a las categorías de “principiante” o auxiliar de investigación. En Chile, el 50% del personal de investigación tiene menos de cinco años de experiencia en su tarea, y en Venezuela el 35% de los investigadores se encuentra en esa misma situación. Esto significa que, como promedio, alrededor del 40% de los investigadores están todavía en la etapa de formación y no pueden, en consecuencia, participar activamente en la formación de otros investigadores. Considerando que el 60% restante engloba también varias categorías, es razonable estimar que, *como máximo*, sólo el 50% de los científicos incluidos en el cuadro 13 pertenecen a la categoría de investigadores independientes que hemos definido antes.

Para estimar la tasa posible de crecimiento de los investigadores, sólo podemos basarnos en la experiencia internacional. En los países más desarrollados muchos expertos estiman que no es posible, o es muy difícil, sobrepasar una tasa de crecimiento del 10% anual, lo que significa duplicar aproximadamente los efectivos cada diez años. Para fundamentar esta opinión, no parece haber realmente mucho más base que la comprobación del hecho de que ésta ha sido más o menos la tasa máxima de crecimiento del personal de investigación en esos países, particularmente en los Estados Unidos, la Unión Soviética, y las grandes potencias de Europa occidental. La prueba, no obstante, de que esta tasa no representa un tope, es que

Japón y China han registrado tasas de crecimiento mucho más elevadas en períodos recientes. Japón, en el período 1953-64 registró un incremento del número de investigadores equivalente a una tasa de crecimiento del 14% anual.⁸ En el caso de China es más difícil dar datos precisos, pero algunas cifras disponibles indican que en el período 1949-59 la tasa de crecimiento del personal de investigación superó holgadamente la que acabamos de ver para Japón.⁹

Es muy probable que en países con sistemas científicos muy desarrollados, y con un aprovechamiento relativamente elevado de sus recursos humanos, se vaya haciendo cada vez más difícil obtener tasas de crecimiento muy altas; en cierta manera se trata de la acción de la ley de los rendimientos decrecientes, tan conocida en economía. Además, en los países más desarrollados –con excepción de la Unión Soviética– la formación de investigadores no fue un objetivo prioritario explícito de la política científica –en el sentido de una acción orgánica y concentrada en el ámbito nacional– hasta hace muy pocos años. El aparato científico creció en función de la demanda interna –defensa, industria, etc.– y el sistema de educación superior fue capaz de formar el personal capacitado sin que se produjeran desajustes serios entre la oferta y la demanda. Apenas en los últimos años, y sobre todo en los países cuyas inversiones en ID han crecido más rápidamente, como los Estados Unidos, la escasez de nuevos investigadores se está convirtiendo en un factor de freno del crecimiento científico.¹⁰ Esto se debe, en buena medida, a que se está aprovechando una proporción muy alta de los egresados de la enseñanza superior, que tienen aptitudes para la investigación. En la actualidad, para incrementar el ritmo de formación de investigadores en esos países es necesario aumentar el número de egresados, es decir, ampliar el sistema educacional superior.

8. OECD, *Reviews of National Science policy: Japan*, París, 1967, p. 182.

9. *Notes et études documentaires...*, *op. cit.*, pp. 20-26.

10. Para un interesante análisis de este problema en los Estados Unidos, véase Harrison, Brown *et al.*, *The next hundred years*, The Viking Press, Nueva York, 1965.

En América Latina, por el contrario, se parte de una situación en la cual el aprovechamiento del potencial en recursos humanos para la investigación es insignificante. El aprovechamiento racional de la masa de graduados recientes y de los que produce anualmente el sistema de enseñanza superior, permitiría un ritmo de crecimiento, en los primeros años, sólo limitado por el número de investigadores existentes capaces de formar personal.

Es evidente también que, dada la poca capacidad relativa del sistema de educación superior de la mayoría de los países de la región, esta oferta de mano de obra intelectual será absorbida en muy pocos años por un plan intenso de formación de investigadores. Esto dará tiempo, sin embargo, para ampliar el sistema universitario de manera que pueda responder a la creciente demanda de egresados.

En base a las consideraciones anteriores podemos entonces suponer que, con una política enérgica e inteligente de formación de personal, es posible obtener una tasa de crecimiento del orden del 12% anual, lo que significa triplicar aproximadamente el número de investigadores cada diez años. Hemos elegida esta tasa, como un valor intermedio entre la que se considera “normal” en los países desarrollados, y la obtenida por países que han debido realizar un esfuerzo extraordinario de crecimiento.

En el cuadro 14 se registra el crecimiento previsto –utilizando las premisas ya expuestas– del sistema científico del grupo de países a que nos estamos refiriendo. Se supone que el crecimiento está condicionado solamente por la capacidad de formar investigadores, de manera que el sistema crece a una tasa del 12% anual. Las inversiones se han estimado teniendo en cuenta los costos por investigadores calculados antes (45.000 dólares por año aproximadamente en 1980, y 60.000 en 1990).

En el cálculo no se han tomado en cuenta algunos factores que, en la práctica, influirán fuertemente sobre el ritmo y la forma de crecimiento del sistema. Los más importantes son: a) el aparato científico proyectado requiere un número mucho mayor de investigadores aplicados que básicos, mientras que la disponibilidad actual

es precisamente la inversa; b) el desarrollo actual de las distintas disciplinas científicas es muy desigual notándose, sobre todo, un fuerte desequilibrio en favor de las ciencias médicas. Todo esto significa que deberá realizarse un gran esfuerzo para poder corregir estas distorsiones, sin afectar al mismo tiempo sensiblemente el ritmo de crecimiento del sistema global.

Para apreciar la diferencia, en términos de capacidad científica, con la situación actual, no basta comparar solamente el número de investigadores; es necesario tener en cuenta también la productividad. En el sistema científico proyectado hemos supuesto que la productividad debe ser equivalente a la de los países más desarrollados. Para tener una idea de la productividad actual de los aparatos científicos de América Latina, basta considerar que el costo anual promedio por investigador es de aproximadamente 7.000 dólares, en comparación con el costo promedio de 25.000 dólares para el grupo de países desarrollados incluidos en el cuadro 11. Aun teniendo en cuenta las diferencias de costos existentes –salarios, tipo de equipamiento, etc.– esta disparidad sólo se explica por una muy baja productividad por persona ocupada en el sistema científico del área.¹¹

Como puede verse en el cuadro 14, los países mayores de la región (Brasil, México y Argentina) podrían llegar a tener, en un plazo de veinte años, sistemas científicos de dimensiones comparables, en lo que se refiere al número de investigadores, a los que tienen actualmente Francia o Alemania occidental. La capacidad de producción será indudablemente mucho mayor, debido al continuo perfeccionamiento de los equipos científicos que es, por otra parte, el motivo principal del costo creciente de la ciencia. El resto de los países incluidos en el cuadro tendría aparatos científicos menores, pero por encima del mínimo que establecimos antes.

11. En la Argentina, que es el país del cual tenemos datos más completos sobre personal, el sistema de ID tiene unas 25.000 personas (investigadores, ayudantes, maestranza, administrativos). El costo por persona es, entonces, de unos 1.400 dólares por año, mientras que en los países industrializados del cuadro es, en promedio, de 4.500 dólares.

CUADRO 14
CRECIMIENTO PREVISTO DEL SISTEMA CIENTÍFICO DE ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA 1

	1970					1980							
	Inver- siones en ID (milio- nes de dóla- res)	% del PDB en ID res)	Inver- siones en ID per capita (dóla- res)	Inver- siones en ID por capita (dóla- res)	Inver- siones en ID por capita (dóla- res)	Inver- siones en ID (milio- nes de dóla- res)	% del PDB en ID res)	Inver- siones en ID per capita (dóla- res)	Inver- siones en ID por capita (dóla- res)	Inver- siones en ID por capita (dóla- res)			
Argentina	2 300	0,2	1,5	780	6 900	310	1	12	1 170	23 000	2,4	46	1 870
Brasil	3 000	0,2	0,5	240	9 000	400	1	3,7	340	30 000	1,800	14	480
Chile	600	0,2	1,1	510	1 800	80	1	7	710	6 000	360	26	1 000
Venezuela	450	0,1	0,9	850	1 350	60	0,63	5,2	1 200	4 500	270	1,1	1 700
México	2 400	0,15	0,7	470	7 200	320	0,9	5,6	680	24 000	1 440	2,2	940
Colombia	750	0,2	0,5	280	2 200	100	1	4,2	380	7 500	450	2,7	560
Perú	300	0,2	0,3	320	900	40	0,6	2,8	450	3 000	180	1,5	640

1. Para calcular la inversión en ID *per capita* y el PNB *per capita*, se tomaron los valores del PNB del cuadro 12, y se supuso un crecimiento demográfico del 1,5% anual para Argentina, y del 2,5% para los otros países. Para el cálculo del número de investigadores y de la tasa de crecimiento, véase el texto.

Es interesante señalar también que, aun dándose las condiciones más favorables de crecimiento, ninguno podrá invertir en los próximos diez años, *en forma productiva*, más del 1% aproximadamente de su PNB en ciencia y tecnología. En los próximos veinte años, sólo cuatro países –Brasil, Argentina, Chile y Colombia– se podrían aproximar a la meta del 3% del PNB en ID.¹²

En cuanto al resto de los países de la región, es decir, los que están por debajo de la capacidad mínima necesaria para desarrollar un sistema científico propio, los podemos dividir, a los efectos del problema que estamos considerando, en dos grupos. El primero es el compuesto por los países de América Central –Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Haití y República Dominicana– que por estar agrupados geográficamente

12. Debido a la insuficiencia de la información disponible, no hemos incluido a Cuba en los cálculos registrados en el cuadro 14. Un artículo del presidente del Consejo de Ciencias y Tecnología de Venezuela aparecido recientemente (Marcel Roche, “Notes on science in Cuba”, *Science*, vol. 169, núm. 3943, 1970), sin embargo, permite extraer conclusiones interesantes sobre el desarrollo científico de ese país. La inversión anual en ID efectuada en los últimos años, equivaldría aproximadamente al 1,2% del PNB (unos 30.000.000 de dólares) lo que significa que Cuba estaría realizando un esfuerzo relativo entre 6 y 12 veces superior al del resto de los países de América Latina. El número total estimado de investigadores es, para el año 1969, de unos 1.600; el costo anual por investigador sería, por lo tanto, de unos 19.000 dólares. Esta cifra, casi tres veces superior a la que hemos calculado para el resto de América Latina, confirma la observación de M. Roche, en el sentido de que la mayor parte de la inversión de los últimos dos o tres años ha sido destinada a construcciones y equipamiento. Otro dato significativo es el alto número de estudiantes incorporados al sistema científico. En el Centro Nacional de Investigación Científica, por ejemplo, trabajan en sus tesis 197 graduados dirigidos por 20 profesores, lo que significa una relación de 1 a 10 entre investigadores y estudiantes de posgrado. En otros centros de investigación, el autor destaca también la baja edad promedio del personal científico, lo que revela una política activa de formación de investigadores.

Aun suponiendo algún error en las cifras principales, es indudable que el sistema científico cubano es el único de América Latina que está creciendo a un ritmo comparable al que alcanzaron antes los pocos países que se incorporaron a la revolución científica en nuestro siglo. Más importante aún, es el primer país de la región que está logrando la integración efectiva del sistema científico con el resto de la sociedad, al orientar la investigación en función de las necesidades del desarrollo nacional.

y haber ya creado mecanismos efectivos de cooperación regional, están en condiciones ideales para implementar un sistema científico regional unificado. Estos países presentan la ventaja adicional de tener una problemática científica y tecnológica muy similar, debido a la homogeneidad de sus condiciones naturales. Este grupo de naciones podría trear en los próximos veinte años, utilizando el 3% de su producto nacional, un sistema científico común de dimensiones suficientes coma para alcanzar una capacidad efectiva de decisión en materia de ciencia y tecnología.

El segundo grupo está constituido por Paraguay, Ecuador y Bolivia, países que tienen pocas posibilidades de llegar a tener un sistema científico conjunto en razón de su escasa capacidad económica y de su separación geográfica. Estos países deberán buscar la solución a su problema mediante la cooperación de los países mayores del área, en el marco de un amplio plan de complementación y ayuda regional. En el próximo capítulo nos ocuparemos de este tema en particular.

Capítulo VII

La ciencia en la integración de América Latina

La capacidad científica potencial de América Latina

Para comprender la importancia del papel que la cooperación científica puede desempeñar en América Latina, conviene analizar primero brevemente algunas de las conclusiones a que llegamos en el capítulo anterior. Según esas conclusiones, aun suponiendo las condiciones más favorables –disponibilidad de fondos, una política enérgica y coherente de formación de personal, etc.– sólo los tres países más grandes de la región –Argentina, Brasil y México– podrían llegar a tener, en el futuro previsible, sistemas científicos de capacidad comparable a la de los que tienen actualmente los países industrializados de Europa occidental. Otros cuatro países –Chile, Colombia, Perú y Venezuela– podrían tener sistemas científicos menores que, si bien les permitirían orientar en forma racional la resolución de sus problemas de desarrollo, estarían muy lejos de otorgarles el grado de autonomía científica que caracteriza a los modernos países adelantados. Finalmente, los trece países restantes de la región no estarían en condiciones de crear, en el lapso que hemos considerado, ni siquiera la capacidad suficiente para estar adecuadamente informados de lo que sucede en el resto del mundo en ciencia y tecnología.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que la existencia en la región de una mayoría de países que no están en condiciones de crear sistemas científicos adecuados para sus necesidades de desarrollo, es sólo una parte del problema. La otra parte, tan fundamental como la primera para el futuro de América Latina, es que aun los países mayores de la región no podrán ingresar individualmente en los dominios de la gran ciencia, como se denomina en la actualidad a los campos más avanzados de la ciencia y la tecnología, tales

como energía atómica, aeronáutica, computación, espacio, etc. Esto es absolutamente evidente, si se tiene en cuenta que aun las grandes potencias industriales de Europa occidental deben recurrir a programas multinacionales para poder afrontar las grandes erogaciones que requieren esas ramas de la tecnología.

La participación en los dominios de la gran ciencia no es, además, una mera cuestión de prestigio o de estar “a la moda” en uno de los campos más sofisticados de la actividad intelectual moderna. La energía atómica, las grandes computadoras, las comunicaciones por satélites, etc., son herramientas que están contribuyendo a transformar nuestra civilización con una rapidez y profundidad que no tiene precedente en la historia. Una sociedad que no sea capaz de participar activamente en esta segunda revolución científica, estará condenada en el futuro a la misma situación de atraso y dependencia a la que estuvieron y están todavía condenadas, las que no fueron capaces de incorporarse a la revolución científica que acompañó e impulsó la Revolución Industrial que comenzó en el siglo XIX.

América Latina, por tanto, debe resolver el doble problema de alcanzar un nivel de desarrollo científico que capacite a todos sus países a afrontar los problemas materiales inmediatos de desarrollo y de crear las condiciones que le permitan, en un plazo razonable, participar activamente en los dominios más avanzados de la ciencia y la tecnología. Teniendo en cuenta que el primero de esos objetivos sólo puede ser logrado individualmente por una minoría de los países de la región, y el segundo por ninguno de ellos en forma aislada, es necesario examinar cuál es la capacidad potencial de América Latina en su conjunto.

Suponiendo un crecimiento del 6%, el PNB de la región será, dentro de veinte años, de unos 300.000 millones de dólares. El 3% de esa suma, que es lo que hemos supuesto como meta de inversión en ID, representa unos 9.000 millones de dólares. Para tener una idea de lo que esta cifra significa, baste señalar que en 1964, la inversión en ID del conjunto de Europa occidental, más Canadá y Japón, fue de unos 7.500 millones de dólares.

La masa de recursos permitiría tener —con los costos que hemos calculado para 1990, y suponiendo que, debido a las limitaciones en el crecimiento que puntualizamos en el capítulo anterior, sólo se puedan llegar a invertir para esa fecha alrededor del 2% del PNB conjunto de la región —un aparato científico con un total de 650.000 personas, de las cuales unas 100.000 serían investigadoras capaces de trabajar a nivel internacional. Si se mantuviera el crecimiento del 12% que postulamos, para antes del final del siglo se alcanzaría a invertir el 3% del PNB de la región, y las cifras citadas aumentarían a 1.000.000 y 150.000 respectivamente. Un sistema científico de esa magnitud, orientado mediante una política científica inteligente que dirija el esfuerzo de ID en función de las necesidades reales de la región, sería suficiente para augurarle a América Latina una autonomía científica comparable a la que poseen las sociedades más adelantadas del mundo.

Se puede argumentar, naturalmente, que durante los próximos veinte años los países desarrollados continuarán incrementando su capacidad científica y que, por lo tanto, la desventaja relativa de América Latina, lejos de disminuir, continuará aumentando. Como este razonamiento se usa muchas veces, en forma directa o indirecta, para tratar de demostrar el carácter casi inevitable de la dependencia de América Latina, conviene puntualizar brevemente los errores principales de las premisas en que se apoya.

En primer lugar, el crecimiento exponencial de los sistemas científicos de las grandes potencias industriales no puede continuar indefinidamente al ritmo de los últimos años. La mayoría de esos países han establecido el 3% del PNB como tope de inversión en ID, y es muy probable que una vez alcanzada esa meta el crecimiento continúe más o menos paralelamente con el incremento del producto nacional. La ventaja relativa de los países desarrollados comenzaría por lo tanto a disminuir, tendiendo a hacerse aproximadamente equivalente a las diferencias en los productos nacionales.

El punto más importante, sin embargo, no es el que acabamos de señalar, sino el hecho de que, para alcanzar la autonomía científica de que hablamos antes, es suficiente tener un sistema

de ID que, además de poder afrontar los problemas tecnológicos específicos de la región, esté en condiciones de usar y adaptar a sus propias necesidades la creación intelectual generada en todo el mundo. Para ello se necesita un sistema científico de suficiente tamaño, diversificación y calidad, como para poder participar activamente en la labor creadora de la ciencia en todos los dominios del conocimiento. El objetivo esencial, en consecuencia, no es competir en *volumen* de producción científica con las más grandes potencias, sino sobrepasar ese “tamaño crítico” en el sistema científico, por encima del cual es posible la plena participación en los beneficios que se derivan del progreso general de la ciencia y la tecnología. Aunque no es posible establecer con exactitud cuál es ese “tamaño crítico”, el sistema científico global potencialmente posible para América Latina está ciertamente muy por encima de esa dimensión.

Los prerequisites de la integración científica

La capacidad científica global de América Latina a que acabamos de hacer referencia es, por ahora, sólo potencial; para convertirla en actual es necesario, además del esfuerzo individual cuyos rasgos generales analizamos en el capítulo anterior, crear mecanismos efectivos de integración y cooperación científica regionales.

La integración de la actividad científica implica la existencia de políticas científicas armónicas y éstas, teniendo en cuenta el carácter instrumental de la ciencia y la tecnología en el progreso social, suponen el establecimiento de objetivos políticos, económicos y sociales comunes a todos los países de la región. Así como la integración económica debe ser la armonización y complementación de las políticas económicas nacionales, con el objeto de alcanzar ciertas metas comunes, la integración científica sólo tiene realmente sentido como proyección y ampliación de las políticas científicas de cada uno de los países de la región, trazadas en función de esas metas de interés general.

Los factores que impiden en la actualidad la concreción de una política efectiva de integración científica, son obviamente los mismos que han obstruido el progreso científico individual de los países de la región, y que hemos analizado muy someramente en el capítulo II. En tanto no se rompan las estructuras del atraso —dependencia externa, mecanismos internos de poder en manos de las minorías tradicionales privilegiadas, etc.— no existe ninguna posibilidad de romper realmente el estancamiento científico de la región. La superación de esas estructuras, es el supuesto sobre el que se apoya el breve análisis que sigue de las características que, en nuestra opinión, debiera tener el proceso de integración científica de América Latina.

Las formas de cooperación científica

La integración científica de América Latina es una tarea muy compleja, pero presenta dificultades mucho menores que la integración político-económica. En esta última, como es bien sabido, el diferente grado de desarrollo de los países, la estructura deformada y dependiente de sus economías, la heterogeneidad de las estructuras institucionales, etc., constituyen obstáculos cuya superación sólo podrá lograrse gradualmente, mediante un largo y sostenido esfuerzo. En el terreno científico y tecnológico, por el contrario, los obstáculos son mucho menores. Las estructuras de los sistemas científicos son similares en todo el mundo y, debido a la naturaleza misma del trabajo científico, existe una comunicación constante entre los investigadores que facilitará considerablemente la cooperación institucional.

De acuerdo con lo que hemos visto antes, la meta ideal de América Latina sería llegar a tener un sistema científico unificado para toda la región. Esta meta, sin embargo, sólo puede ser alcanzada a largo plazo, y como culminación de una serie de medidas parciales y coordinadas. El objetivo inmediato debe ser entonces crear mecanismos que, al mismo tiempo que permitan reforzar la capacidad científica de los países del área, vayan preparando las

condiciones apropiadas para llegar finalmente a un sistema global de ID de carácter multinacional.

La complementación científica de América Latina requiere varios tipos de acciones que, aunque tienen algunas características diferenciales que exigen modalidades distintas de implementación, son en lo fundamental complementarias. Las principales son las siguientes:

- a) Acción cooperativa entre grupos de países que por su ubicación geográfica y grado de desarrollo enfrentan una problemática común, y que individualmente no están en condiciones de crear sistemas científicos adecuados. Ésta sería la acción a desarrollar por los países de América Central, y equivale a la formación de un aparato científico subregional integrado a todos los niveles.
- b) Esfuerzo de ayuda y cooperación, por parte de los países relativamente más desarrollados, para incrementar la capacidad científica de los países de la región incapaces de crear sistemas científicos propios suficientes para sus necesidades pero que, por su ubicación geográfica, no pueden formar sistemas subregionales con países en condiciones similares. Éste sería el caso de Bolivia, Paraguay y Ecuador.
- c) Cooperación en temas de interés regional y subregional que, al mismo tiempo que permita aunar esfuerzos en beneficio de una acción más efectiva, contribuya a reforzar la capacidad científica de los países comparativamente más débiles en recursos humanos y materiales. Ejemplos de este tipo de cooperación podrían ser el estudio de los problemas que crea la vida en las altas mesetas, realizados conjuntamente por Bolivia, Perú, Ecuador, Chile y Argentina; la investigación de los recursos marinos de la cuenca pacífica, realizada en forma cooperativa por los países costaneros, etcétera.
- d) Cooperación regional en ramas de la ciencia y la tecnología que exigen unidades de investigación demasiado costosas para ser solventadas aun por los países más ricos de la región. Estos programas de gran envergadura, que son

los que permitirían ingresar a América Latina en los dominios de la “gran ciencia”, requieren en general la creación de organismos multinacionales encargados de su planeamiento y dirección. Como ejemplo del tipo de proyecto a que nos estamos refiriendo, se pueden citar realizaciones europeas tales como EURATOM (Comunidad Europea de la Energía Atómica), ESRO (Organización Europea de Investigación Espacial), CERN (Centro Europeo para la Investigación Nuclear), etcétera.

Es evidente que las cuatro formas principales de cooperación que estamos definiendo, no constituyen sino partes de un esquema de integración global progresiva, y como tales no pueden definirse como etapas o estadios separados, sino como fases simultáneas y complementarias de un mismo proceso. El éxito dependerá, precisamente, de que en cada una de las acciones parciales se tenga siempre presente su significación en el esquema total.

El modelo europeo de cooperación científica

Aunque existe una larga tradición de intercambio y cooperación científica internacional, ésta se ha efectuado siempre principalmente en el plano individual y, sobre todo, en los dominios de la investigación básica. Los proyectos de cooperación internacional orgánicos y en gran escala, relacionados con las necesidades de desarrollo científico y tecnológico de los países participantes son muy recientes, y sus principales, y casi únicos ejemplos, son los programas llevados a cabo en el marco del Mercado Común Europeo. Debido a esta circunstancia, existe una natural tendencia entre los científicos y políticos de los países subdesarrollados a considerar la metodología de esos programas como el modelo a seguir en todos los proyectos de cooperación científica regional. No cabe duda, por supuesto, que la experiencia del MCE puede tener una gran utilidad para una mayor comprensión de la compleja problemática de la integración

científica de América Latina, pero a condición de que sea analizada cuidadosamente y, sobre todo, teniendo en cuenta las profundas diferencias políticas, económicas, sociales y culturales que separan a los países de Europa occidental de los de América Latina.

Si bien este tema requiere un tratamiento en profundidad que no cabe en el contenido y extensión de este trabajo conviene, dada su importancia, tratar de determinar, por lo menos en sus rasgos esenciales, en qué medida el esfuerzo de cooperación científica realizado en el marco del Mercado Común Europeo puede servir de guía a una estrategia de integración científica en nuestro continente. Para ello conviene primero puntualizar las principales condiciones de contorno a las que deben adecuarse ambos proyectos de cooperación. Veamos en primer término el caso europeo.

Para comenzar, es necesario tener en cuenta que la creciente preocupación de los círculos dirigentes europeos por la capacidad tecnológica de sus países, no se refiere a una deficiencia en sentido absoluto, es decir, a una carencia que constituye un obstáculo esencial a su progreso económico y social, sino a un creciente retraso con respecto a la capacidad tecnológica de Estados Unidos, una de cuyas consecuencias es el progresivo dominio por parte de este país de los sectores más avanzados de la industria moderna, en especial electrónica, espacio y energía atómica. Como señala Gilpin:¹ “El conjunto de los recursos científicos, técnicos y económicos de Europa occidental, si se incluye a Gran Bretaña, es casi igual al de los Estados Unidos. El problema de Europa para equilibrar el poderío americano no es, en consecuencia, tanto de magnitud de los recursos europeos como de su uso efectivo”. Esto se ve muy claramente en el caso de la industria. Los países del Mercado Común Europeo poseen una industria altamente desarrollada, y con una larga tradición de progreso tecnológico. En algunos sectores, como automóviles y aviación, por ejemplo, puede todavía competir en el terreno tecnológico con la industria norteamericana. Su creciente

1. Robert Gilpin, *France in the age of the scientific state*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, 1968.

retraso con respecto a ésta en algunos sectores clave, parece deberse más a problemas de financiación, de gestión y de incapacidad de aprovechar el espacio económico del Mercado Común, debido a la falta de una legislación adecuada que impulse y facilite la formación de grandes empresas multinacionales, que a una inferioridad tecnológica fundamental.

Esta situación relativamente privilegiada de los países de Europa occidental ha condicionado todos sus proyectos de cooperación científica y tecnológica. En primer lugar, las potencias mayores de la región no han abandonado la esperanza de competir individualmente con los Estados Unidos, por lo menos en el área europea, y como consecuencia su participación en programas internacionales de cooperación científica ha sido motivada principalmente por el deseo de complementar programas propios, en aquellos campos del conocimiento en los que los solos recursos nacionales resultaban obviamente insuficientes.

El escaso éxito obtenido hasta ahora por la mayoría de esos programas de cooperación científica europea se ha debido principalmente, como lo han señalado recientemente, entre otros, S. Schreiber² y R. Gilpin,³ a esa interferencia de los intereses nacionales con los de la Comunidad en su conjunto.

Otra característica de los proyectos europeos de cooperación científica y tecnológica, es que la participación de cada una de las partes se determina en base a costos y conveniencia técnica, según el principio denominado de “justo retorno”, que supone que cada país participante debe recuperar, gracias a las órdenes y a las subvenciones de la institución internacional, sumas correspondientes al monto de su participación.⁴ Este principio del “justo retorno” revela claramente uno de los rasgos esenciales de los proyectos europeos de cooperación científica: se trata de sumar, en algunos sectores claves

2. J. J. Servan-Schreiber, *El desafío americano*, Empresa Editora Zig-Zag, Santiago de Chile, 1967.

3. R. Gilpin, *op. cit.*

4. J. J. Servan-Schreiber, *op. cit.*, p. 132.

de la tecnología, la capacidad científica actual de los miembros de la Comunidad, con el objeto de competir en el plano mundial; los países miembros se benefician del programa en función de su aporte, lo que significa que los países más adelantados no hacen ningún esfuerzo por elevar el nivel científico y tecnológico de los más atrasados, para que éstos participen plenamente de los beneficios del esfuerzo cooperativo. Como consecuencia, las desigualdades en capacidad científica y tecnológica entre los miembros de la Comunidad tienden a acentuarse en lugar de reducirse.⁵

Los caracteres en los proyectos de cooperación científica que hemos resumido tan brevemente —su carácter fragmentario, el predominio de los intereses nacionales sobre los de la Comunidad, la carencia de una verdadera política de cooperación técnica tendiente a elevar el nivel de los países más atrasados— encuentran su explicación en las circunstancias que los originaron. La mayoría de esos proyectos nacieron como consecuencia directa o indirecta de la necesidad de enfrentar el creciente predominio de los Estados Unidos en los sectores más avanzados de la industria, y no como respuesta a la necesidad de impulsar el progreso económico y social de los países de la Comunidad. Las dos sociedades implicadas en este proceso, la norteamericana y la de Europa occidental, pertenecen al grupo privilegiado de los países altamente industrializados y han alcanzado niveles de desarrollo comparables. La carrera tecnológica para decidir quién dominará en Europa el mercado de las computadoras, de los aviones supersónicos, de las telecomunicaciones espaciales, etc., no afecta el crecimiento continuo del nivel de vida de los pueblos de Europa occidental. En las palabras de J. J. Servan-Schreiber,⁶ refiriéndose al atraso tecnológico relativo de los países del MCE: “Esto no quiere decir que empobrecemos. Con toda probabilidad, continuaremos enriqueciéndonos. Pero seremos, a la vez, sobrepujados y dominados, por primera vez, por una civilización más avanzada”. Este problema sólo interesa, por el momento, a las élites dirigentes de Europa occidental.

5. R. Gilpin, *op. cit.*, p. 429.

6. J. J. Servan-Schreiber, *op. cit.*, p. 41.

En América Latina no se ha realizado todavía ningún esfuerzo significativo de cooperación científica cuyos rasgos distintivos y resultados puedan ser analizados como en el caso de Europa. Con lo que hemos visto se pueden enunciar, sin embargo, los principales caracteres del medio latinoamericano que deben condicionar y guiar cualquier proyecto de cooperación científica regional.

En primer término se debe tener en cuenta que la condición de América Latina de productora de materias primas y consumidora de productos manufacturados ha sido, y sigue siendo todavía en buena medida, una de las condiciones necesarias al progreso acelerado de los países industrializados. La penetración económica y tecnológica de las grandes potencias en América Latina se realiza entonces primariamente en función de las necesidades y conveniencias de esos países, y aunque inducen cierto progreso en algunos sectores de la economía, tienden esencialmente a mantener la estructura de dependencia que es una de las bases fundamentales de su atraso. Para los países de América Latina la creación de una capacidad científica y tecnológica propia es, por lo tanto, una de las condiciones indispensables para poder concebir y realizar su propio modelo de desarrollo. No se trata aquí, entonces, de impulsar la ciencia para competir por la vanguardia del mundo moderno, sino para poder aspirar a la posibilidad misma de ingresar a ese mundo.

En América Latina no existe, además, una base de desarrollo científico y tecnológico que pueda siquiera compararse a la de los países del Mercado Común Europeo. El objetivo no puede ser entonces el de sumar la capacidad científica de los países del área para conseguir resultados a corto plazo en ciertos campos específicos de la tecnología, sino el de realizar un esfuerzo común para crear esa potencialidad científica hoy casi inexistente, por lo menos en relación con las necesidades de la región. Los planes de cooperación en campos restringidos de la tecnología, destinados a resolver problemas específicos de interés regional, deben ser realizados de manera tal que sirvan también a ese objetivo más general. El principio del “justo retorno” europeo, aplicable cuando se trata solamente de alcanzar ciertos resultados concretos con los medios ya existentes, en la

forma más económica posible, no es aquí aplicable. Varios de los países de América Latina no sólo carecen casi totalmente de capacidad científica, sino que no están en condiciones de desarrollarla por sí mismos, fundamentalmente por razones económicas y de población. Una de las tareas básicas de la integración deberá ser ayudar a elevar el nivel científico y tecnológico de esos países sin exigirles, por ahora, una contribución equivalente a la ayuda que reciban.

Otro aspecto importante del problema es que en América Latina no existe, como ya hemos visto, una industria privada del volumen y la capacidad tecnológica de la de Europa occidental. Esto trae como consecuencia una diferencia básica entre el papel que el Estado deberá desempeñar en América Latina y el que le corresponde en Europa. En el Mercado Común Europeo la tarea del Estado, en lo que se refiere al progreso tecnológico, es esencialmente la de crear las condiciones generales —políticas, institucionales, jurídicas, etc.— que permitan a las grandes empresas industriales aprovechar en forma eficiente el nuevo espacio económico; colaborar en la financiación de proyectos que exigen grandes inversiones en investigación aplicada —como el proyecto Concord por ejemplo— y fomentar en las universidades e institutos científicos la investigación básica. En América Latina, como ya hemos señalado, la incapacidad de creación tecnológica de las empresas sólo puede ser corregida, por lo menos en el futuro próximo, por la acción del Estado.

Es evidente entonces que la experiencia de cooperación científica europea, si bien puede ser de mucha utilidad en algunos campos especiales, no puede aplicarse directamente, sin un análisis crítico previo, a la realidad latinoamericana.

Los mecanismos institucionales de cooperación científica

En las páginas precedentes enumeramos los cuatro mecanismos de acción cooperativa que consideramos más importantes para impulsar el proceso de integración científica de la región. Dos de ellos —acción cooperativa entre grupos de países que por su ubicación

geográfica y grado de desarrollo enfrentan una problemática común, y cooperación regional en ramas de la ciencia y la tecnología que exigen unidades de investigación muy costosas— implican, por su misma naturaleza, la creación de mecanismos institucionales bien definidos. En efecto, el primero de ellos supone la creación de un sistema científico unificado, que actuaría en lo fundamental como una sola unidad. El principal problema de los países participantes será el de crear cuerpos comunes de planificación y conducción científica que, al mismo tiempo que tengan un alto grado de autonomía operativa, mantengan una estrecha conexión con los organismos de planificación económica y social, tanto nacionales como regionales.

En el caso de la cooperación en los campos más avanzados de la ID, la experiencia de los países del Mercado Común Europeo, especialmente en programas tales como CERN y EURATOM, puede servir de base para los organismos multinacionales a crearse en la región, siempre que se tengan en cuenta los factores diferenciales que ya hemos señalado, para adaptarla a las características particulares de la región. Como en sus primeras etapas el objetivo de estos programas será principalmente el de elevar la capacidad de los países participantes en las áreas científicas escogidas, ya que por el momento no será posible competir con las grandes potencias en la producción de la mayoría de los bienes de capital que se basan en esas tecnologías, la tarea de cooperación se verá facilitada al no aparecer los elementos de competencia económica que tanto interfirieron en los programas conjuntos europeos. En una etapa más avanzada, el progreso de la integración económica regional permitirá aprovechar la capacidad tecnológica generada por esos programas, mediante la creación de complejos industriales multinacionales. Estas unidades de producción, organizadas probablemente como corporaciones públicas multinacionales, son las únicas que harían posible a la región competir con las grandes potencias industriales en las ramas más avanzadas de la tecnología.

Las otras dos formas de acción que enunciarnos —ayuda a los países comparativamente más retrasados de la región, y cooperación en temas de interés regional o subregional— no suponen mecanismos

únicos de implementación fáciles de definir, por lo menos en términos generales, como en los casos anteriores. Las formas concretas que puede adoptar la acción conjunta son tan variadas –ya que dependerán del tipo de problemas que encaren, de las necesidades y medios de los países participantes, de las formas institucionales que se adopten, etc.– que resulta prácticamente imposible intentar una enumeración exhaustiva. En consecuencia, nos limitaremos a indicar, a modo de ejemplos, algunas de las que consideramos más importantes:

- a) Centros de perfeccionamiento científico y tecnológico que deberán ubicarse en los países que hubieran alcanzado un mayor grado de adelanto en los campos respectivos, pero en los cuales pudieran participar, en igualdad de condiciones, investigadores de toda la región. Estos centros deberían depender de instituciones de enseñanza superior ya existentes, y su tarea fundamental sería el entrenamiento en el nivel de posgrado.
- b) Centros de investigación referidos a problemas específicos de la región que interesen a varios países. Ya hemos indicado algunos temas que son muy importantes para América Latina, pero que prácticamente no se estudian en los países adelantados, como los originados por la altitud, el clima tropical, etc. Estos centros tendrían esencialmente dos objetivos:
 - 1) Realizar investigación básica y aplicada, tendiente a resolver los problemas que plantean las condiciones particulares del medio ambiente de la región.
 - 2) Entrenar personal que pueda encarar esos problemas en sus respectivos países, y ayudar eventualmente a la constitución de centros nacionales de investigación de esos temas.

Dada la amplitud de la mayoría de los problemas que se estudiarían en esos centros, es evidente que requerirán una amplia gama de investigación en distintas disciplinas. Esto no implica que esos centros deban abarcarlas necesariamente

todas. En muchos casos, parte de la investigación se realizará mediante convenios especiales en otras instituciones científicas de la región. Un caso muy ilustrativo es el de los problemas sanitarios derivados de las condiciones ambientales: éstos pueden perfectamente ser estudiados en las instituciones de investigación médica que actúan en la región. Un criterio básico debe ser no duplicar innecesariamente facilidades existentes, sino aprovecharlas, coordinando su acción en ciertos campos mediante convenios de cooperación.

- c) Proyectos de investigación científica y tecnológica relacionados con planes multinacionales de desarrollo, como planes subregionales de desarrollo, planes subregionales de integración, planificación de cuencas fluviales, etc. Estos proyectos de investigación conjunta tendrán como meta resolver problemas tecnológicos específicos conectados con esos objetivos supranacionales. En la mayoría de los casos no será necesario crear institutos especiales de investigación, y las distintas fases del proyecto estarán a cargo de centros ya existentes en los países participantes. Un método de implementación que podría ser muy eficaz en este caso, lo mismo que en el anterior, es el de las “acciones concertadas”, al cual ya nos hemos referido al tratar las políticas nacionales.

Una consideración muy importante a tener en cuenta en estos casos, es que la adjudicación de tareas no debe estar influida por el deseo de obtener una distribución equitativa entre los distintos países, sino que debe hacerse exclusivamente sobre la base de la selección de los organismos más competentes del área para cada uno de los temas. Los países relativamente más atrasados participarán en el proyecto mediante el envío de técnicos a los centros encargados del mismo, lo que les permitirá ir formando personal capacitado para integrar sus propios institutos de investigación.

- d) Corporaciones públicas multinacionales. Cuando nos referimos a las políticas científicas nacionales, señalamos la importancia que las empresas estatales de América Latina pueden

tener en la promoción de la creatividad científica y tecnológica en sectores claves de la economía. En el plano internacional, estas empresas pueden ser también fundamentales en la creación de núcleos activos de integración tecnológica, en sectores tan importantes como comunicaciones, transportes, energía, petróleo y petroquímica, siderurgia, etc. La importancia de este enfoque radica en que en América Latina, por lo menos en el futuro inmediato, los sectores públicos son los que se encuentran en mejores condiciones para constituir empresas multinacionales de magnitud comparable a las de los países más industrializados. Esto se debe a que las empresas estatales son las de mayor poderío económico del continente, y a que las dificultades para la integración son menores que en la industria privada. En efecto, no debe olvidarse que el Estado tiene una capacidad para imponerse sobre estrechos intereses locales y sectoriales, del que carece por lo general en nuestro medio la actividad privada.

La constitución de estas unidades multinacionales de producción exigirá, de parte de los países de la región, un cuidadoso estudio de los instrumentos jurídicos e institucionales necesarios.⁷

- e) Centro regional de previsión tecnológica. La previsión tecnológica, referida a las grandes opciones estratégicas que plantea el desarrollo, requiere el concurso de los científicos y tecnólogos de más alto nivel de América Latina. La creación de un centro regional de previsión tecnológica serviría para enfrentar los problemas de previsión tecnológica a largo plazo que interesan a todos los países del área, y para estudiar y perfeccionar metodologías que puedan ser luego aplicadas por los centros nacionales.

7. Sobre este tema ver trabajo de Marcos Kaplan *Corporaciones públicas multinacionales: posible contribución al desarrollo y a la integración de América Latina*, Naciones Unidas, Consejo Económico y Social, 1970.

Conclusión

En las breves páginas de este trabajo creemos haber mostrado que América Latina tiene todos los recursos potenciales necesarios para crear una capacidad científica y tecnológica comparable a la de las naciones más adelantadas del mundo. Para transformar esa capacidad potencial en realidad deberá realizar un esfuerzo gigantesco, no tanto por su dimensión material, como por el hecho de que implicará la destrucción de las estructuras del atraso en las que se asientan los privilegios de las clases tradicionales dominantes.

Para muchos latinoamericanos, la posibilidad de realizar una tarea de transformación de esa magnitud no es más que una utopía. Olvidan que todos los grandes cambios históricos fueron impulsados por ideales “utópicos”, en el sentido de que fueron juzgados irrealizables por los hombres “prácticos” de su tiempo.

El atraso, con su secuela de ignorancia, opresión y hambre, no es ya una fatalidad histórica determinada por condiciones ambientales inmodificables. En un mundo que lo puede modificar prácticamente todo, con sólo utilizar los conocimientos generados por la revolución intelectual más profunda de la historia, el atraso reside más en la mente de los hombres que en las condiciones externas.

Índice de cuadros

1. Inversiones en investigación y desarrollo	53
2. PNB <i>per capita</i> de algunos países de América Latina	54
3. PNB <i>per capita</i> de algunos países del mundo	55
4. Estructuras de los gastos en actividades científicas	56
y tecnológicas, según sectores de ejecución (%)	
5. Población y analfabetismo (1966)	58
6. Porcentaje de matriculados y retención	59
escolar en la enseñanza primaria (1965)	
7. Personal científico y técnico en la población	60
activa civil total	
8. Profesionales y técnicos (%)	146
9. Costo anual de un grupo de investigación básica	177
10. Costo anual de subsistencia mínimo	181
de investigación aplicada	
11. Costos unitarios de la ID	183
12. Crecimiento previsto del PNB de los países	187
de América Latina	
13. Investigadores de dedicación exclusiva o completa en	190
algunos países de América Latina (ciencia y tecnología)	
14. Crecimiento previsto del sistema científico	195
de algunos países de América Latina	

Esta edición de 1200 ejemplares de
Ciencia y política en América Latina,
de Amílcar O. Herrera, se terminó de imprimir
en el mes de enero de 2015
en Al Sur Producciones Gráficas S.R.L.,
Wenceslao Villafañe 468,
Buenos Aires, Argentina.



Los documentos que integran la Biblioteca PLACTED fueron reunidos por la [Cátedra Libre Ciencia, Política y Sociedad \(CPS\)](#). [Contribuciones a un Pensamiento Latinoamericano](#), que depende de la Universidad Nacional de La Plata. Algunos ya se encontraban disponibles en la web y otros fueron adquiridos y digitalizados especialmente para ser incluidos aquí.

Mediante esta iniciativa ofrecemos al público de forma abierta y gratuita obras representativas de autores/as del **Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología, Desarrollo y Dependencia (PLACTED)** con la intención de que sean utilizadas tanto en la investigación histórica, como en el análisis teórico-metodológico y en los debates sobre políticas científicas y tecnológicas. Creemos fundamental la recuperación no solo de la dimensión conceptual de estos/as autores/as, sino también su posicionamiento ético-político y su compromiso con proyectos que hicieran posible utilizar las capacidades CyT en la resolución de las necesidades y problemas de nuestros países.

PLACTED abarca la obra de autores/as que abordaron las relaciones entre ciencia, tecnología, desarrollo y dependencia en América Latina entre las décadas de 1960 y 1980. La Biblioteca PLACTED por lo tanto busca particularmente poner a disposición la bibliografía de este período fundacional para los estudios sobre CyT en nuestra región, y también recoge la obra posterior de algunos de los exponentes más destacados del PLACTED, así como investigaciones contemporáneas sobre esta corriente de ideas, sobre alguno/a de sus integrantes o que utilizan explícitamente instrumentos analíticos elaborados por estos.

Derechos y permisos

En la Cátedra CPS creemos fervientemente en la necesidad de liberar la comunicación científica de las barreras que se le han impuesto en las últimas décadas producto del avance de diferentes formas de privatización del conocimiento.

Frente a la imposibilidad de consultar personalmente a cada uno/a de los/as autores/as, sus herederos/as o los/as editores/as de las obras aquí compartidas, pero con el convencimiento de que esta iniciativa abierta y sin fines de lucro sería del agrado de los/as pensadores/as del PLACTED, ***requerimos hacer un uso justo y respetuoso de las obras, reconociendo y citando adecuadamente los textos cada vez que se utilicen, así como no realizar obras derivadas a partir de ellos y evitar su comercialización.***

A fin de ampliar su alcance y difusión, la Biblioteca PLACTED se suma en 2021 al repositorio ESOCITE, con quien compartimos el objetivo de "recopilar y garantizar el acceso abierto a la producción académica iberoamericana en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología".

Ante cualquier consulta en relación con los textos aportados, por favor contactar a la cátedra CPS por mail: catedra.cienciaypolitica@presi.unlp.edu.ar