



El desarrollo por la ciencia

El desarrollo por la ciencia

*Ensayo sobre la aparición
y la organización de la política científica
de los estados*

Jacques Spaey
con la colaboración de
Jacques Dofay,
Jean Ladrière,
Alain Stenmans
y Jacques Wautrequin



Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid
Unesco, París, 1970

29.984

120

Publicado en 1970 por el
Ministerio de Educación y Ciencia
Alcalá, 34, Madrid
y por la
Organización de las Naciones Unidas
para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Plaza de Fontenay, 75, París 7.^e
Impreso por RUAN, S. A. - Alcobendas - Madrid (España)
© Unesco 1970 D. L.: M. 13.548-1971

Prefacio

El programa de política científica de la Unesco tiene por objetivo primordial el establecimiento de una cooperación intelectual activa entre los responsables y especialistas interesados en los problemas planteados por la simbiosis ciencia-gobierno, de la que depende en el momento actual el progreso socio-económico y la seguridad de todas las naciones del mundo, así como ayudar a los Estados Miembros que lo pidan a promover en el marco de la economía nacional el comienzo y propagación de un proceso innovador de desarrollo endógeno, basado en la aplicación de la ciencia y la tecnología modernas.

Los autores han analizado en esta obra las corrientes de pensamiento y acción que caracterizan las políticas científicas nacionales en Europa. Se evocan en ella los grandes problemas que preocupan hoy a los responsables del desarrollo de la ciencia.

La obra ha sido redactada por un equipo de especialistas bajo la dirección de Jacques Spaey, Secretario General de los Servicios de programación de la política científica del Primer Ministro de Bélgica. La versión original francesa ha sido publicada en 1969.

Las opiniones expresadas en esta obra, por supuesto, no comprometen más que a sus autores. La Unesco considera, sin embargo, que las tesis expuestas se sitúan en una perspectiva deliberadamente abierta sobre la esperanza y sobre lo universal. En este sentido merecen retener la atención de todos aquéllos que se esfuerzan en sus respectivos países a favor de una cooperación entre los pueblos.

Índice

Introducción	11
Primera parte	
La función y la dinámica de la ciencia en la sociedad contemporánea	15
Capítulo 1	
La ciencia, medio de desarrollo	17
Introducción	17
La ciencia y el progreso	17
El dominio del universo material	18
Conocimiento científico del hombre y de la sociedad humana	18
Elección de los proyectos colectivos	19
<i>La ciencia en la sociedad</i>	20
<i>Los factores del crecimiento económico</i>	23
Crecimiento simple	23
Crecimiento por acumulación de capital a técnica constante	23
Crecimiento por el progreso de la estructura y de la organización de la producción sin cambio técnico y con capital constante	23
Crecimiento como resultado de la innovación tecnológica y de su difusión	24
Crecimiento por innovación tecnológica ori- ginal	25
Conclusión sobre las formas de crecimiento	26
<i>El humanismo científico o la contribución de la ciencia a la calidad de la vida y de la so- ciedad</i>	28
Calidad de la vida	29
Calidad de la sociedad	31
Libertad del hombre y límites de la acción científica	33
Capítulo 2	
La mutación científica y técnica de la sociedad	35
<i>La ciencia como práctica eficaz</i>	35
Introducción: ciencia y poder	35
Unidad de la ciencia y de la tecnología: el proyecto de investigación	35
El proceso científico	36
Eficacia del proceso científico	38

	Práctica científica de la ciencia	41
	<i>La elección de los objetivos y el problema de las normas</i>	42
	Introducción: Cuestionamiento de las finalidades del comportamiento racional	42
	El problema de la determinación racional de los objetivos	43
	Hipótesis de una elección de las finalidades directas	44
	Hipótesis de una autofocalización de la ciencia	44
	Hipótesis de las finalidades biológicas o "naturales"	45
	La focalización "a priori"	46
	Invenición de las normas en la acción	47
	Justificación de las normas	49
	<i>Idea de la política científica: eficacia y responsabilidad</i>	50
	 Segunda parte	
	Los hechos	53
Capítulo 3	El marco social, cultural y económico de una política científica	55
	<i>El plan mundial y el plan nacional</i>	55
	<i>El contexto económico</i>	56
	Los Estados Unidos de América	57
	Otros países industrializados	61
	Países en curso de su primera fase de industrialización	63
	El estadio que precede a la industrialización	65
	<i>Los condicionamientos nacidos del contexto económico y social</i>	65
Capítulo 4	Los recursos consagrados a la investigación científica y al desarrollo experimental del mundo	69
	<i>Distribución de los recursos científicos del mundo</i>	70
	<i>Concentración de los recursos afectados a la investigación y al desarrollo experimental en los países más desarrollados</i>	72
	<i>La evolución en el tiempo de los recursos consagrados a la investigación-desarrollo</i>	75
	<i>Evolución en un largo período</i>	77
	Comentarios y conclusiones	78
Capítulo 5	Historia de la ayuda a la investigación y de las estructuras de política científica	80
	<i>El mecenazgo</i>	80
	<i>Academias y sociedades científicas</i>	80

<i>Las fundaciones de estímulo a la investigación</i>	83
<i>Caracteres comunes a las academias y a las fundaciones; el criterio del mérito</i>	84
<i>Intervención de los Gobiernos</i>	84
Instituciones científicas del Estado	84
Financiación pública de la investigación universitaria	85
Organismos gubernamentales de estímulo de la investigación	85
Contratos públicos de investigación-desarrollo	87
<i>Aparición de estructuras de política científica</i>	88
Reino Unido	88
Francia	90
Estados Unidos de América	92
República Federal Alemana	94
Bélgica	94

Tercera parte

La política de desarrollo por la ciencia 97

Capítulo 6	La política científica en la política general de la nación	99
	<i>Introducción</i>	99
	<i>La realidad actual: varias políticas científicas conducidas simultáneamente en los mismos países</i>	101
	<i>La política científica en la política general del Gobierno</i>	103
	Política científica y política de la educación	104
	Política científica y política económica	105
	Una clara apreciación del punto de partida y de las etapas previstas	106
	Política científica y política exterior	107
	<i>Conclusión</i>	109
Capítulo 7	Las funciones de una política de la ciencia	110
	<i>Introducción</i>	110
	<i>Primera función: la planificación</i>	111
	La elección de los objetivos	111
	Encuesta sobre la situación real	127
	La previsión	131
	Análisis presupuestario y elaboración del presupuesto	135
	Consulta y concertación	139
	<i>Segunda función: la coordinación interministerial</i>	144
	La función ministerial	144
	La administración de la ciencia	146
	El órgano director de la política científica	147
	Coordinación y normalización administrativos	148

	<i>Tercera función: El impulso de la investigación y financiación</i>	149
	Estimulantes generales	149
	Principales estímulos especiales: subvenciones y contratos	156
	Otros estímulos especiales: premios científicos y becas de investigación	168
	Organismos de financiación y de control	168
	<i>Cuarta función: la ejecución de las investigaciones</i>	171
	Tres sectores	172
	Necesidades propias de investigación-desarrollo de los tres sectores	172
	Elección del sector por el planificador	173
Capítulo 8	La cooperación científica internacional	175
	<i>Breve reseña histórica</i>	175
	Cooperación entre científicos	176
	Cooperación de los Gobiernos para la ciencia	177
	Cooperación de los Gobiernos en la fase actual	178
	<i>Formas actuales de la cooperación</i>	179
	Clasificación según la función cumplida	179
	Clasificación según el estatuto jurídico de las organizaciones	181
	Clasificación según el área geográfica en la cual se ejerce la cooperación	182
	<i>Balance actual de la cooperación científica internacional</i>	183
	Amplitud de la cooperación	183
	Motivación de la cooperación	183
	Orientaciones actuales de la cooperación	184
	Problemas actuales de la cooperación	185
	<i>Futuro de la cooperación</i>	191
	Algunos principios de cooperación científica internacional	191
	Factores de eficacia de la cooperación	192
	Formas de cooperación	194
	Voluntad política de cooperación	194
	Conclusión	195
	Conclusiones	196
	Bibliografía	199

Introducción

Esta obra constituye un trabajo de equipo en el más pleno sentido de la palabra. Es el testimonio de una acción concebida y llevada a cabo por un grupo del que los autores son portavoces autorizados, pero sin que sean los únicos realizadores. Por su parte, cada miembro del equipo ha inventado, nutrido y sostenido la acción que ha conducido a una reflexión común.

Han superado conjuntamente las dificultades, incluso las oposiciones que esta acción, como cualquier otra, debía suscitar, puesto que el progreso implica necesariamente cambio o una nueva orientación de las instituciones existentes y de las ideas recibidas.

La participación en esta acción y en esta reflexión se ha extendido a los diferentes medios interesados en la promoción de la ciencia y de la tecnología. Sus opiniones y sus críticas han permitido confrontar las ideas con las realidades de hoy y de mañana.

En fin, los trabajos que constituyen la base de esta obra han encontrado eco en un plano internacional. Los intercambios de puntos de vista que tienen lugar en las organizaciones internacionales, en especial en la Unesco y en la OCDE, sobre la política científica de los distintos países, han permitido precisar numerosos aspectos del papel desempeñado por la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad humana. Esta confrontación de experiencias y de ideas ha permitido dar a una reflexión, originariamente surgida de la experiencia de ciertos países, un carácter más universal y extraer métodos aplicables, *mutatis mutandis*, en otros países.

Una constante esperanza de progreso, aliada a la voluntad de superar los nuevos condicionamientos del desarrollo, ha inspirado tanto nuestra acción como nuestra reflexión. Estas se han fundado, al igual que todo proceso científico, en una hipótesis de base, a saber, que la ciencia, al tiempo que extrae su inspiración en la curiosidad de los hombres, se ha convertido al mismo tiempo en un factor esencial de desarrollo y de progreso.

En los países en que el estímulo científico queda al margen de las políticas de desarrollo económico y social, sufren importantes retrasos el ritmo y, sobre todo, la calidad del progreso, así como también su difusión. Por el contrario, en las naciones más desarrolladas el uso sistemático de los conocimientos científicos ha acelerado recientemente el proceso de innovación tecnológica, cuyas consecuencias para el progreso económico y social son incalculables. El hecho de que hasta hoy el uso

sistemático de la ciencia se haya centrado principalmente en objetivos militares políticos, no puede llevarnos a subestimar los resultados ya alcanzados en las actividades pacíficas.

La irrupción de la ciencia y la tecnología en todas las actividades humanas parece impartir un ritmo nuevo y una nueva dimensión a los problemas del desarrollo de las sociedades: numerosas observaciones hechas en los campos más diversos han dado lugar a esa hipótesis, fácilmente verificable por otra parte por la existencia de numerosos países en los que se procede sistemáticamente a organizar las actividades científicas y técnicas. La experiencia obtenida en ellos permitirá la corrección y adaptación de las interpretaciones y métodos aquí propuestos.

Esencialmente esta obra se consagra a desarrollar esta observación o, si se prefiere, a sostener esta hipótesis que constituye el núcleo mismo de nuestra acción y de nuestra reflexión. Se trata, en resumen, de una especie de teoría del desarrollo por la ciencia, cuyas condiciones y cuyos límites precisaremos de la forma en que se nos ofrecen hoy día.

Esperamos contribuir así a esclarecer un aspecto esencial de la «política científica» y a proporcionar a los dirigentes que asumen la responsabilidad en su país razones y métodos para emprender una vigorosa acción en este campo, pues el progreso de cada uno depende de la confrontación de las experiencias y de la cooperación de todos.

Como hemos dicho, esta obra es un trabajo de equipo y por ello es difícil personalizar la aportación de cada uno. Sin embargo, hay que precisar que el profesor J. Ladrière nos ha aportado una contribución original sobre el sentido de la mutación científica y técnica en el pensamiento y en la organización de la sociedad contemporánea. El señor J. Defay se ha consagrado en especial a definir la posición de las actividades científicas en el contexto económico y social, así como el papel de la ciencia en el desarrollo. El señor A. Stenmans se ha preocupado por definir las funciones de la política científica en el plano político y administrativo. El señor J. Wautrequin ha descrito el nacimiento y la evolución de los sistemas institucionales de la política científica en los diferentes países, los instrumentos de estímulo de la investigación y también los problemas de la cooperación científica internacional.

Expresamos, por último, nuestro agradecimiento a todos aquellos que, sin haber colaborado directamente en la redacción de los distintos capítulos de esta obra, han contribuido en la empresa que la soporta. Los señores J. De Meulder y J. Sommeryns han puesto a punto las técnicas de inventario y de análisis presupuestario que están en la base de una política científica. La señorita Dehoux, que administra el conjunto de nuestras actividades, ha coordinado constantemente los trabajos que han hecho posible esta publicación.

El plan de esta obra ha sido concebido de forma que el lector obtenga una información alternativamente concreta y teórica que le permita familiarizarse progresivamente con un tema bastante abstracto:

Primera parte. El primer capítulo rememora los objetivos que se dan habitualmente a una política nacional de desarrollo económico y social. Se extiende un poco sobre el crecimiento económico, el cual evidentemente ocupa un lugar central en los objetivos de tal política. Sin embargo, sitúa sus preocupaciones en los fines más elevados que constituyen el designio de civilización. El segundo capítulo trata de la mutación científica y técnica y de la exigencia de racionalidad que la caracteriza. Descripta como una práctica voluntarista de nuevo tipo que interesa a las colectividades humanas y a través de la cual el hombre elabora las finalidades de la acción.

Segunda parte. El tercer capítulo evoca las situaciones de hecho que constituyen el marco y definen el punto de partida de la acción de los gobiernos. Las situaciones nacionales son infinitamente variables. No obstante, ha sido hecho un esfuerzo de tipología para identificarlas según el estudio de desarrollo ya alcanzado por la nación en el momento en que la acción de desarrollo por la ciencia es concebida, decidida y puesta en práctica.

Plenamente conscientes del carácter arbitrario de toda tipología, no hemos perseguido otra meta en este capítulo que la de proponer un método de análisis de la situación de un país. Los resultados de tal análisis permiten identificar y escoger a continuación ciertos objetivos del desarrollo nacional.

El cuarto capítulo constituye una toma de contacto con algunas realidades expresadas en cifras. Permiten apreciar el orden de magnitud y la amplitud de la revolución científica en el mundo contemporáneo. En él aparecen los desequilibrios a los que será necesario enfrentar si queremos evitar una evolución disruptiva del mundo. Indican al mismo tiempo el alcance de los principales parámetros cuantitativos y de las variables que el especialista de la programación científica deberá tener en cuenta y de los que deberá servirse.

El quinto capítulo recuerda lo que fueron en el pasado los métodos y las instituciones de promoción de la investigación, y de qué manera ha tomado gradualmente forma y consistencia la política científica actual. Esta reseña histórica concluye el examen de los hechos esenciales que deben ser tenidos en cuenta para apreciar—y *a fortiori* para formular—una política de desarrollo por la ciencia.

Tercera parte. El sexto capítulo sitúa la política científica en el conjunto de la política gubernamental, mientras que el séptimo capítulo trata de definir sus funciones y sus instrumentos.

En fin, el capítulo octavo trata de la cooperación científica y técnica entre las naciones.

DR. JACQUES SPAEY



Primera parte

La función y la dinámica
de la ciencia en la
sociedad contemporánea

1. La ciencia, medio de desarrollo

INTRODUCCION

LA CIENCIA Y EL PROGRESO

Por el conocimiento a la acción: *saber* para *actuar*. He aquí el móvil primordial de la sociedad contemporánea.

Nobles y fecundas motivaciones impulsan desde hace siglos a los hombres de ciencia: entre ellas, y en lugar cimero, la búsqueda del conocimiento por sí mismo estimula su accionar hasta llegar a tener un matiz obsesivo en nuestros días. Actuar, actuar con eficacia, éste es el imperioso deber que los hombres de hoy se imponen a sí mismos, negándose todo fatalismo y toda pasividad. Crearse *problemas* por el gozo de resolverlos. Problema-Resolución: he aquí dos conceptos polarizantes de esa acuciante voluntad de acción.

No es, por cierto, la sola utilidad material el resorte ético de esa acción. Hay una evidente gratuidad en muchas de las aventuras de la ciencia actual: las grandes exploraciones del Cosmos, por ejemplo¹. Y si han podido reunirse ingentes medios económicos para esas conquistas, es porque tal actividad permite al hombre—revelándose a sí mismo—poner en juego toda su capacidad potencial de acción. El prestigio que surge de esas hazañas para las naciones que las emprendieron explica bien la resonancia habida por esos logros y adelantos en el corazón de todos los habitantes de la tierra.

De ningún modo nos proponemos aquí subestimar la parte que corresponde al ansia de poderío y a los móviles económicos y utilitarios en el dinamismo autoacelerado de ese torbellino de voluntad actuante desatado sobre los cinco continentes. Por el contrario, pretendemos simplemente hacer notar que, en nuestra ética, la acción ha venido a constituir un valor y, en consecuencia, una motivación tan poderosa como la búsqueda de la Verdad y la extensión del conocimiento. El profesor J. Ladrière sugiere, incluso en el segundo capítulo de esta obra, que es en la acción donde el hombre descubre, elabora y asume sus más auténticos fines.

¹ La National Aeronautics and Space Administration (NASA) atribuye, con razón, mucha importancia a los efectos económicos secundarios de la investigación espacial (las llamadas en francés “retombées” y “los efectos laterales”), y esta consideración es de tal naturaleza como para comprometer a otros países o grupos de países en la navegación espacial. Ocurre que la motivación económica no está en el origen de las decisiones americanas y rusas, así como, por otra parte, no lo son las motivaciones puramente militares.

Pero, sean sus móviles utilitarios o no, el hombre que posee voluntad de actuar necesita saber más para obrar eficazmente, y por ello la voluntad de acción alimenta y sostiene la sed de conocimiento.

No siempre ocurrieron así las cosas. La mera especulación fue por mucho tiempo el móvil que impulsó el ansia de saber, mientras que el perfeccionamiento de la acción tuvo solamente un carácter empirista. Artesanos, arquitectos, marinos, estrategas o médicos no hallaban en la ciencia ayuda alguna para solventar sus problemas ni ella prestaba al filósofo apoyo para su comprensión del mundo.

Resulta evidente hoy día atribuir a esta incomunicación entre la cabeza y los brazos—de tan larga data—la extrema lentitud con que se desarrolló el progreso técnico hasta nuestros días, y explicar, asimismo, la repentina aceleración de la historia hoy producida por la integración de aquellos valores en época reciente.

EL DOMINIO DEL UNIVERSO MATERIAL

Para los hombres de hoy la ciencia aparece, pues, como un instrumento utilizable para realizar sus propósitos. Ciertamente, los estrategas militares y los constructores de industrias han aprendido desde hace mucho tiempo a utilizar los descubrimientos científicos y las invenciones técnicas. Pero lo característico de nuestra época reside, en efecto, en la audacia de fundar planes de acción sobre verdades aún desconocidas y sobre proezas técnicas aún no realizadas. En el dominio de la competencia industrial, y más tarde en el de las rivalidades militares, es donde primero apareció la «política por la ciencia», hoy generalizada hasta el punto que ni las grandes potencias militares ni los grupos industriales importantes se atreverían a correr ahora el riesgo de dejarse superar por las aperturas tecnológicas surgidas en los laboratorios de investigación y talleres de desarrollo de sus principales competidores. Las naciones o las empresas que ponen en práctica suficientes medios de investigación y desarrollo y organizan al propio tiempo en forma eficaz el uso de los mismos, pueden contar en adelante con resultados decisivos.

Se sabe, además, que la probabilidad del éxito crece con la dimensión de los programas, en virtud de la compensación estadística de los riesgos. Constituyen asimismo factores positivos la calidad de la estrategia y de la prospectiva económica y técnica en la que esté basada la programación científica.

Si la ciencia se pone de esta forma al servicio de la lucha competitiva entre las firmas y las naciones, puede encontrar también su lugar en los planes de acción concebidos por las colectividades con el fin de vencer los obstáculos naturales que se oponen a su prosperidad y desarrollo y—¿por qué no?—en los planes de acción que pudiera proponerse la comunidad mundial. La aridez, la esterilidad de los suelos, las plagas y las enfermedades, la contaminación del aire y del agua son hoy objeto de grandes proyectos colectivos, aunque sea ciertamente lamentable que la utilización de la ciencia, como medio de una acción programada, no haya movilizad hasta ahora tantos recursos para sus designios sociales como para ponerse al servicio de enfrentamientos competitivos o defensivos. Hay que reconocer, sin embargo, que estos últimos han sido el motor de progresos científicos y técnicos espectaculares, cuyos resultados han llegado a estar disponibles para los fines pacíficos del progreso.

CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DEL HOMBRE Y DE LA SOCIEDAD HUMANA

Guiados por un espíritu inquisitivo y utilizando métodos científicos llegaron los hombres a comprender y dominar el universo material en una escala antes no soñada. Esta misma curiosidad y este mismo método fueron aplicados más tarde al estudio del mundo biológico, en el

que la humanidad se halla inserta. De este modo el hombre llegó a constituirse en objeto de investigación científica; el poderío de la acción —tal como ocurre con otros aspectos de la actividad humana— quedó así considerablemente acrecido por el aumento del saber.

Sin embargo, toda acción implica la existencia de un sujeto, un objeto y unos medios. En cuanto el objeto deja de pertenecer al universo material, surge el problema ético. El hombre, objeto de la acción, exige un respeto, y aquí se presenta el primer y más evidente condicionamiento.

Pero el medio que el sujeto utiliza para cumplir su designio puede ser igualmente una persona o un grupo humano. Al constituir esta persona o este grupo un instrumento del sujeto para la acción, el medio humano vendrá a ocupar un lugar preeminente: se habrá objetivado con respecto a esa acción, y aquella condicionante del respeto de la persona humana pasará, por tanto, a un segundo plano.

El problema ético del hombre-sujeto y del hombre-objeto no es ciertamente nuevo. Se ha planteado desde los tiempos más remotos de la humanidad. Se ha vuelto a plantear cada vez que las invenciones técnicas han aumentado el poder de los hombres, cada vez también que la especialización de las funciones operativas del individuo en la sociedad le ha hecho menos consciente de la finalidad de sus actos, viniendo a ser así, en cada etapa, cada vez más objeto y menos sujeto. El aumento prodigioso del poder de los medios de acción derivados de la ciencia plantea a nuestra generación el problema ético en toda su acuidad, esta vez a escala planetaria o incluso cósmica.

Es de toda evidencia necesario que sean fijados límites a los actos por los que el individuo y la sociedad lleguen a ser objeto de utilización y de manipulación: éste es el aspecto negativo del problema ético. Igualmente necesaria es la elección de los fines a cuyo servicio debería subordinarse esa nueva potencia de acción: éste es su aspecto positivo. La sociedad no puede sustraerse a la necesidad de definir estos fines desde el momento en que su futuro no se determina ya por el solo juego de fuerzas naturales, ininteligibles o incontrolables. Uno de los condicionamientos más trágicos de la condición humana —y uno de los más nobles— consiste efectivamente en esta responsabilidad que crece en la misma medida en la que se satisfacen la sed de saber y la voluntad de poder. No existe otra alternativa digna del hombre que la de asumir enteramente su responsabilidad.

El designio civilizador, cuya atribución incumbe a la sociedad contemporánea, quedará expresado entonces por la finalidad que otorguen los hombres a sus acciones colectivas sobre el mundo material y el mundo viviente, sobre la sociedad y sobre el hombre mismo, y también por la definición de los límites que ellos mismos fijan a sus acciones.

ELECCIÓN DE LOS PROYECTOS COLECTIVOS

Los objetivos de las naciones y de los gobiernos han sido durante mucho tiempo tan simples como evidentes: sobrevivir y, a ser posible, triunfar en la competición con otros pueblos; hacer frente a la penuria de los recursos o a las calamidades naturales; mantenerse en la vía del progreso.

En el curso de los últimos siglos, y sobre todo durante los últimos decenios, han aparecido proyectos más ambiciosos y más complejos que comportan, como primer objetivo, la edificación de una sociedad diferente, la aceleración deliberada del proceso de desarrollo e incluso la búsqueda de relaciones exteriores fundadas más sobre la integración y cooperación de los pueblos que sobre su rivalidad.

Ciertamente, pocos pueblos y gobiernos han formulado de manera consciente su designio de civilización. Pero todos se enfrentan hoy con una presión interna de aspiraciones no satisfechas y son conducidos a precisar gradualmente los objetivos que persiguen y los medios elegidos.

En efecto, la masas han tomado conciencia de las posibilidades universales que ofrece el proceso científico, el cual procede de conocimientos experimentalmente verificables para la creación del instrumento, modelo o método, y la consiguiente planificación de los medios así creados. Incluso cuando se trata de calamidades naturales, como las inundaciones o las sequías, los gobiernos ya no pueden como antaño invocar únicamente la fatalidad, porque los pueblos han dejado de atribuir al cielo los males que les abruman o la frustración de sus esperanzas; en adelante pedirán cuentas por ello a sus dirigentes. El poder que no se ha provisto de medios de acción o no los ha utilizado se encuentra así enfrentado a reproches de incapacidad y de mala voluntad o de veleidad. Uno y otro lo condenan ante una juventud educada en la ética de la acción y en el culto de la eficacia técnica.

He aquí por qué todos los gobiernos son conducidos, en fin de cuentas, sea por su propia iniciativa o por la impaciencia de su pueblo, a formular objetivos de desarrollo para su país, a definirlos en términos concretos y a concebir un plan para alcanzarlos. Tal plan no solamente reclama un conocimiento científico del objeto de la acción (la naturaleza, el hombre y la sociedad), sino también la creación de nuevos instrumentos y de nuevos métodos para la acción misma. La investigación se inserta, pues, en dos campos esenciales: conocimiento del objeto, creación del medio.

Entre los proyectos colectivos que los pueblos son llevados a elegir, los hay simplemente de orden material, como el aumento de la masa de bienes y de servicios disponibles por cabeza de habitante. Hay otros que son de un orden más elevado: son los que conciernen al desarrollo de los hombres en sí mismos, los progresos funcionales de la organización social y la mutación que el individuo y la sociedad deben llevar a cabo para que el acrecentamiento de su poder no se torne en detrimento suyo. Esos propósitos más elevados apuntan a la calidad de la existencia individual y a la de la sociedad.

El objetivo del crecimiento económico está, sin embargo, presente en todas partes. Ninguna sociedad contemporánea coloca sus objetivos de progreso cultural y social en la óptica de la pobreza y de la renunciación a los consumos naturales. Todos se proponen, en principio al menos, utilizar los recursos acrecidos resultantes del aumento de la producción con vistas al progreso cualitativo de la vida de los hombres, aunque la meta final pueda ser a veces perdida de vista en provecho del fin inmediato.

Como la lógica de la exposición obligará a tratar en primer término las relaciones entre la ciencia y el crecimiento económico, quede entendido desde ahora que este último no puede ser para sus autores un fin en sí.

LA CIENCIA EN LA SOCIEDAD

La conjunción hoy existente entre el conocimiento explicativo y la voluntad de acción data de unos tres o cuatro siglos. Es en la época del Renacimiento cuando los sabios comenzaron a aceptar el someter su saber teórico a la prueba de la experimentación y plegarlo así a la exigencia de los hechos. En esta época los prácticos han comenzado a medir, por su parte, la superioridad del proceso científico (caracterizado por la explicación teórica de los fenómenos de los que se quiere servir o pre-

servarse) sobre el proceso empírico que no progresa sino por la sucesión secular de los ensayos y los fracasos. La conjunción de la ciencia y de la tecnología es, pues, un hecho de convergencia y de integración de dos actitudes: el sabio ha llegado a ser experimentador y el hombre del arte ha llegado a ser hombre de ciencia buscando comprender los fenómenos para dominarlos. Después de realizada esta integración —ella no ha llegado a ser completa hasta mediados del siglo XIX—, la distinción entre *investigación fundamental*, *investigación aplicada* y *desarrollo experimental* ha perdido mucho de su significado en tanto que instrumento de programación. Pierde cada día más porque todos los grandes programas integran hoy las tres etapas del proceso.

La distinción subsiste, sin embargo, en el análisis, *a posteriori*, del esfuerzo hecho y en adelante se basa más sobre la motivación inmediata que sobre la naturaleza o el método de la investigación. El trabajador científico que se consagra a la *investigación fundamental* es aquel que no sabe de antemano lo que otros o él mismo sacarán de los nuevos conocimientos objeto de sus esfuerzos. La ausencia de esta preocupación le permite conducir sus investigaciones en cualquier dirección en que su curiosidad le empuje.

La *investigación aplicada* se propone, sin embargo, hacer inteligible las condiciones o las causas del éxito o del fracaso de uno u otro medio de acción o de determinado método bien definido. El conocimiento de estas condiciones debe permitir hacer la crítica de las soluciones existentes y concebir soluciones nuevas. La presión de una necesidad concreta constituye ciertamente un poderoso motor para el esfuerzo de investigación. Pero limita en la práctica la posibilidad de explorar todas las vías que se encuentran en el camino.

El *desarrollo experimental* es un proceso en el cual el investigador más bien trata de crear que de conocer y comprender. De su mente creadora surgen nuevas sustancias, nuevos procedimientos o técnicas, nuevos instrumentos, o mejora los que existen. El equipo que emprende un desarrollo experimental se ha asegurado de que su objetivo es factible gracias a la investigación aplicada llamada «exploratoria», cuyo objeto es conocer científicamente los fenómenos que se propone utilizar. También conoce los límites que debe fijar a su ambición y las condiciones de seguridad que debe imponerse. Las incertidumbres que subsisten serán superadas mediante el antiguo método empírico de la sucesión de ensayos y errores. Pero en la medida de lo posible éstos serán objeto de una gradación planificada: esbozo, prototipo o piloto de laboratorio, fábrica piloto, dimensión real.

Cada vez con mayor frecuencia la *investigación fundamental*, teórica o experimental, se sitúa en cabeza de la secuencia que acaba de ser descrita. Ha ocurrido así con la electricidad o con las ondas electromagnéticas, o ya sea con energía nuclear o con tantos otros fenómenos de tanta trascendencia. En un primer estadio un fenómeno insólito ha sido objeto de observaciones experimentales o ha sido pronosticado a partir de ecuaciones teóricas, sin que existiera en aquel momento alguna idea respecto a su aplicación. La pura curiosidad del espíritu y la libre actividad del investigador fundamental han presidido entonces los comienzos de estas investigaciones.

El papel que la investigación fundamental está llamado a desempeñar no cesa de aumentar a medida que la ciencia y la técnica penetran en niveles de fenómenos inaccesibles a los sentidos o a los instrumentos simples. La absoluta disponibilidad de espíritu que la caracteriza le permite abrir continuamente nuevas vías que los investigadores de programas de aplicación no hubieran entrevisto o, habiéndolo hecho, quizá no hubiesen podido ser explotadas en la medida en que no tuvieran una relación aparente con sus objetivos inmediatos.

Por su parte, los hombres que se consagran a la investigación aplicada y al desarrollo experimental aportan a la investigación no orientada un botín considerable de observaciones hechas durante su trabajo de aplicación, así como un gran número de instrumentos creados con este motivo. Le plantean también innumerables preguntas: peticiones de explicación, de las anomalías encontradas, de los fracasos, de los fenómenos perturbadores, etc. En efecto, su sed de conocimientos fundamentales es insaciable. Están en el origen de numerosos progresos de la ciencia fundamental. De esta forma, Kepler ha tomado sus observaciones astronómicas de los datos sobre la posición de los planetas en el cielo que Tycho-Brahe había reunido para los navegantes bajo la presión de sus necesidades. La filiación intelectual de Kepler o Newton, y de este último hasta los primeros triunfos del método científico en la explicación del mundo, demuestran el papel desempeñado por la investigación aplicada y por la voluntad de conocer para actuar en el desarrollo del pensamiento científico de Europa.

El conjunto integrado que resulta de ello ha recibido la denominación de *investigación-desarrollo*, abreviatura de *investigación científica y desarrollo experimental*. La expresión es semánticamente mediocre y poco elegante. Su única ventaja consiste en estar ampliamente aceptada. La palabra «investigación» designa, en esta obra, cuando es empleada sola, el conjunto de las actividades así definidas. La palabra «desarrollo», del mismo modo aislada, designa el progreso económico y social de una comunidad.

Fuera de la investigación-desarrollo toman una creciente importancia en la sociedad otras dos formas de la actividad científica. Se trata del *servicio público* y de la *preparación de las decisiones*.

El *servicio público científico* recoge, conserva, transforma y hace accesibles observaciones e informaciones de carácter científico sobre los astros, sobre la atmósfera, sobre el suelo y el subsuelo o sobre el mar; sobre las especies vivas y su ecología; sobre el hombre y la seguridad humana en todas sus manifestaciones; en fin, sobre el contenido de todas las publicaciones científicas y técnicas y la forma de obtenerlas. Somete, por otra parte, muestras o especímenes de todas las sustancias inertes o vivas, naturales o fabricadas, o de todos los órganos, organismos, partes o ensamblajes a pruebas y verificaciones normalizadas que permiten apreciarlas o identificarlas según los criterios más recientes de la ciencia. En resumen, se trata de investigación fundamental orientada, de carácter principalmente descriptivo, conocida antes bajo la denominación de «ciencias naturales».

Los hombres de nuestra época tienen una necesidad cotidiana de tales informaciones, tanto si actúan en la investigación como si lo hacen en una profesión operativa. A veces las reúnen ellos mismos. Cada vez más frecuentemente recurren al servicio público y la calidad de su trabajo depende de la de este servicio.

La *preparación científica de las decisiones* es la más reciente de las formas que adopta la actividad de los hombres de ciencia. No tiene por objeto el conocimiento en sí, ni la creatividad, ni el servicio público. Se propone reunir y tratar científicamente las informaciones pertinentes a las decisiones que es necesario adoptar en el gobierno de las actividades humanas. Su ambición es un comportamiento más racional, y por ello más eficaz, que el que resulta de una selección ocasional y empírica de los conocimientos científicos y técnicos, de la información e intuición, del razonamiento y del juicio personal. Se basa en la convicción de que las facultades intelectuales del hombre pueden ser multiplicadas cuando se prolongan mediante instrumentos, tanto como lo han sido ya sus facultades físicas o sus sentidos.

LOS FACTORES DEL CRECIMIENTO ECONOMICO

El crecimiento económico se encuentra a la cabeza de los objetivos de la mayoría de los gobiernos.

Sin embargo, ha llegado a ser tan evidente que para nuestros contemporáneos el hecho de que el progreso técnico constituya la base de la abundancia y que la investigación científica sea el fundamento de este progreso, que tenemos a veces la tentación de pedir a la ciencia soluciones a problemas económicos que podrían ser más fácilmente afrontados por otros medios y otras políticas. El entusiasmo por un nuevo instrumento da origen, fácilmente, a tales exageraciones.

Conviene, por tanto, analizar ahora esta noción de crecimiento, a fin de poner en evidencia las condiciones de una utilización eficaz de la investigación científica en una política general de desarrollo económico.

CRECIMIENTO SIMPLE

Una economía puede crecer por la simple multiplicación de las células de producción que son las empresas, sin que éstas cambien de dimensión o de técnica y sin evolución de la organización económica. Este caso ha sido frecuente en el pasado cuando se pusieron en cultivo nuevas extensiones de tierras vírgenes o cuando una artesanía urbana tradicional pudo encontrar, en la expansión de los mercados exteriores, el medio de incorporar el trabajo al aumento de la población.

El crecimiento simple se hace entonces añadiendo nuevas explotaciones del mismo tipo a las explotaciones agrícolas ya existentes, o a los talleres actuales nuevos talleres equipados y organizados de forma similar. Por esta razón es llamado a veces *crecimiento extensivo*.

Supone una población activa más numerosa, que puede resultar de un excedente de los nacimientos sobre las defunciones, de la existencia de una reserva de mano de obra anteriormente desempleada o de la inmigración. Evidentemente este modo de crecimiento encuentra su límite en la plena utilización de la fuerza de trabajo disponible.

CRECIMIENTO POR ACUMULACIÓN DE CAPITAL A TÉCNICA CONSTANTE

Pueden ponerse, asimismo, a la disposición de los productores más instrumentos o instrumentos más poderosos, sin que éstos tengan, sin embargo, un principio o naturaleza diferentes de los que utilizaban anteriormente. Por ejemplo, se puede arar con dos caballos en lugar de uno, lo que permite a un hombre cultivar más hectáreas o labrar más profundamente la misma tierra. Se trata en este caso de *crecimiento por intensificación*.

Este modo de crecimiento alcanza su límite cuando el suplemento de producción obtenido deja de ser superior a los aumentos de los insumos (*inputs*) (consumo de capital fijo, o sea, desgaste y depreciación de los bienes de equipo y consumo de bienes y servicios intermedios, tales como materia prima, energía, etc.), llegando en ese momento a la saturación de la economía en capital. Esta saturación no existe, naturalmente, más que en relación con las técnicas utilizadas, que suponemos no fueron modificadas.

CRECIMIENTO POR EL PROGRESO DE LA ESTRUCTURA Y DE LA ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, SIN CAMBIO TÉCNICO Y CON CAPITAL CONSTANTE

Quando la población y la tierra disponibles están enteramente comprendidas en la producción, y cuando las empresas están saturadas en capital, a menudo es posible aumentar todavía la productividad redu-

ciendo los esfuerzos ineficientes a los baches de producción, modificando, por ejemplo, el número y la dimensión de las empresas, así como la organización del trabajo. Se llega al límite de este modo de crecimiento cuando la utilización de la fuerza de trabajo disponible alcanza su nivel óptimo.

La ampliación de las unidades de producción aporta reducciones del coste, llamadas «economías de escala». Frecuentemente éstas se obtienen por una ampliación del mercado como consecuencia de medidas políticas, o de la disminución de los gastos de transporte, o también al aumento de la renta media de la población. En este último caso el crecimiento se mantiene por sí mismo. Por el momento este factor es más evidente en el sector de los bienes durables de consumo, donde son muy importantes las economías de escala.

La transferencia de mano de obra desde los sectores infraproductivos a los sectores de alta productividad constituye otro tipo de cambio de la estructura de la economía que permite un crecimiento importante sin cambio tecnológico. Edward F. Denison¹ ha podido medir a este propósito las reservas de crecimiento que varios países han encontrado en la sobrecarga de mano de obra que subsistía en ciertos sectores tradicionales de la economía. Esta sobrecarga o excedente es frecuente en la agricultura y en determinados sectores de la industria y de los servicios, en los cuales dominan las empresas familiares o artesanales (*self employment*). El desplazamiento del excedente de fuerza de trabajo desde estos sectores hacia otros aumenta el producto nacional. Los modos de crecimiento descritos hasta ahora, según habremos podido percibir, no emplean la ciencia como medio o instrumento de progreso económico, no ocurre lo mismo con los siguientes:

CRECIMIENTO COMO RESULTADO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y DE SU DIFUSIÓN

El progreso de los conocimientos permite imaginar otros medios de obtener los mismos productos o de crear otros productos o mecanismos para satisfacer las mismas necesidades. Una nueva técnica constituye un progreso cuando absorbe menos recursos (trabajo humano, bienes de equipo, bienes y servicios intermedios) por unidad producida. El progreso tecnológico es la fuente esencial de la continuación del crecimiento de las economías que conocen a la vez el pleno empleo de la mano de obra, la máxima utilización de capital y una estructura y organización óptimas de la producción. Indudablemente ninguna economía se encuentra en esta situación, pero algunas pueden aproximarse a ella hasta el punto de llegar a ser ampliamente tributarias del cambio técnico para su crecimiento ulterior.

La *innovación tecnológica* es el resultado de esfuerzos que tratan de utilizar otras materias u otros fenómenos naturales o de utilizar mejor los que ya existen. Implica, pues, a la vez una voluntad de conocimiento de la naturaleza y una voluntad de creación, cuya conjunción define, tal como vimos, la actividad de investigación-desarrollo. La expresión permanece aplicable incluso cuando la actividad en cuestión sea empírica y ocasional, como en el caso de los inventores, cuya historia industrial novelada y las tiras cómicas han convertido en un mito popular.

A diferencia de los precedentes modos de crecimiento, la innovación tecnológica en la fase actual supone una elevación del nivel medio de educación de los trabajadores: en efecto, la mayoría de los progresos técnicos sólo es aplicable en la industria, la agricultura o el sector terciario cuando los trabajadores han recibido una suficiente instrucción general.

Sin duda, por esta razón ciertos autores, entre los cuales E. F. Denison, ya citado, no han vacilado en calificar la educación como un factor autónomo de crecimiento, dando a la inversión intelectual la misma efectividad sobre la producción que la adquisición de máquinas. Sin embargo, parece claro que la educación no da origen de un modo directo a un progreso de la productividad más que cuando los trabajadores son inferiores a su tarea. Esta situación está lejos de poder ser generalizada. En toda una primera fase de la industrialización se ha visto declinar incluso el nivel de intelectualidad exigido a los trabajadores: el artesano urbano calificado fue reemplazado por un servidor de la máquina, frecuentemente iletrado y de origen rural.

Desde fines del siglo XIX la economía pide en casi todas las funciones operativas, del cultivador al jefe de empresa terciaria, una formación intelectual general más completa que antes y crea al mismo tiempo una mayor exigencia de la adaptabilidad.

Pero esta exigencia, ¿no es ante todo el resultado del cambio de los métodos de producción, es decir, de la innovación tecnológica? De ningún modo se ha demostrado que se pueda aumentar la producción sin cambiar los métodos y las técnicas, y se puede pensar, en consecuencia, que una economía estática no sabría qué hacer con una inversión en cerebros. Por esta razón es difícil considerar la educación como factor autónomo de crecimiento¹.

Por otra parte, la educación constituye sin duda uno de los medios más eficaces para generalizar el cambio de los métodos y las técnicas, y a este efecto vuelve a ser un vehículo de la innovación tecnológica. Asegura su difusión a través de todo el cuerpo social, haciendo inteligibles las razones y las ventajas del cambio. Tenemos por ello la tentación de considerar la generalización de la educación—ciertamente desde el punto de vista del economista—como una necesidad funcional resultante del tercer modo de crecimiento: la innovación tecnológica, y como un instrumento, entre otros, de la difusión de esta innovación.

Pero la actividad de investigación-desarrollo, aunque se encuentra siempre en el origen de la innovación, no tiene necesariamente lugar en cada una de las economías que utilizarán sus resultados para su crecimiento. La nueva técnica puede ser creada en un país y propagarse después en otros países. Se habla en este caso, para estos últimos, de innovación por transferencia de tecnología.

La actual facilidad de las relaciones entre los pueblos tiene por consecuencia la unificación tecnológica del mundo. Por esta razón, cuando se considera una economía nacional particular, la innovación por transferencia de tecnología tiende a superar hoy en importancia a la innovación tecnológica, es decir, aquella que resulta de las investigaciones ejecutadas sobre el suelo nacional.

CRECIMIENTO POR INNOVACIÓN TECNOLÓGICA ORIGINAL

Sin embargo, cuando una economía está utilizando las técnicas más productivas entre las ya conocidas en el mundo, no tiene otro medio de crecer si no es creando ella misma nuevas técnicas. La investigación científica y el desarrollo experimental de nuevos productos y procedimientos constituyen entonces la fuente esencial del crecimiento de las naciones más desarrolladas.

¹ Cuando la educación se desarrolla más rápidamente que las estructuras económicas modernizadas que deben procurar empleos a los jóvenes recientemente diplomados, aparece el fenómeno del llamado éxodo de cerebros (*brain drain*). Lejos de estimular el crecimiento, el desarrollo de las escuelas provoca entonces la emigración de la mejor parte de la juventud y deprime la economía. El fenómeno es particularmente sensible en las regiones no industrializadas de los países desarrollados.

No se debe sacar la conclusión de que estas naciones son las únicas en practicar la innovación tecnológica original. El país que va a la cabeza en término medio no es el primero en todo, y cada país, cualquiera que sea su grado de desarrollo medio, participa en la innovación tecnológica original a través de algunas de sus empresas o de sus laboratorios, y en particular en aquellas especialidades en las cuales dispone de puntos fuertes. Se observa constantemente, por otra parte, que es necesario un potencial de innovación tecnológica original para aprovechar adecuadamente la innovación ajena: si los investigadores no siempre encuentran lo que buscan, saben por lo menos lo que hay que encontrar, y lo ven pronto cuando otro lo encuentra. Una empresa o una nación que se propone crecer sobre todo por la transferencia de tecnología debe, pues, paradójicamente, sostener activos laboratorios de investigación para crear los intercambios intelectuales, mediante los cuales la transferencia se establecerá a su favor y por cuyo intermedio participará también, en cierta medida, en la innovación tecnológica original.

CONCLUSIÓN SOBRE LAS FORMAS DE CRECIMIENTO

La transferencia de tecnología y la innovación tecnológica original dependen evidentemente de la *estrategia científica y técnica* de las naciones y las empresas. En cuanto al progreso de la estructura y de la organización, que constituye el tercer modo de crecimiento, depende en ciertos aspectos de una de las más recientes especialidades multidisciplinarias: el análisis de los sistemas (*systems analysis*).

Esta nueva ciencia forma parte de la *preparación científica de las decisiones*, ya mencionada. Se sitúa en la encrucijada de la ciencia, de la tecnología, de la economía y de la sociología. Por la palabra «sistema» se designan los conjuntos funcionales (constituidos por equipamientos, hombres e información), que son las empresas, las ramas de la industria, las redes de transporte, las redes de enseñanza, etc. Se abordan bajo el ángulo de la optimización del rendimiento y de la eficacia (*effectiveness*), así como también de la adecuación del equipamiento, de las estructuras y del dispositivo de organización a las diversas funciones de producción, de servicio, de progreso, etc., que debe asegurar el sistema.

En último caso, la economía mundial y la de una nación en particular constituyen *sistemas* que deben ser *optimizados* de nuevo cada vez que la evolución de las técnicas o de otros factores llegan a modificar sus variables o sus parámetros, por ejemplo, los umbrales de dimensión, a partir de los cuales son válidas las unidades de producción. Galbraith en este sentido habla del *industrial system* para definir el funcionamiento de la sociedad americana actual. El conjunto de las instituciones científicas de una nación constituye, en el mismo amplio sentido, un *subsistema*, cuyas estructuras y vinculaciones internas y externas pueden ser estudiadas científicamente a fin de guiar las decisiones gubernamentales. Ello constituye, por otra parte, una de las funciones de los órganos de la política científica, de la cual se trata en la tercera parte de esta obra.

Mientras que todavía hace algunos años la expresión *reforma de estructura* designaba principalmente medidas de carácter jurídico o normativo, la teoría y la práctica de las reformas han tomado un nuevo sentido más concreto bajo el efecto del análisis de los sistemas. El enfoque del problema de las estructuras ha llegado a ser al mismo tiempo menos mecanicista y más dinámico —menos anatómico y más fisiológico—, porque se trata hoy de poner en evidencia los medios por los cuales un sistema asegura su autorregulación y su propia transformación a efectos de obtener, a la manera de un organismo vivo, una mejor adaptación a las circunstancias. Una de las manifestaciones de este dinamismo orgánico es el crecimiento.

Numerosos economistas han tratado de aislar desde hace unos veinte años el efecto de los diferentes factores de crecimiento, tratando de identificar una función de producción y de precisar sus variables y sus parámetros.

Las primeras tentativas, debidas a Cobb y Douglas, sólo tenían en cuenta los dos primeros modos de crecimiento y se esforzaban por ello en subrayar el crecimiento de la producción solamente a partir de los crecimientos de dos ingredientes (*inputs*): la *cantidad de trabajo* y la *cantidad de capital*.

En su forma inicial, la función de producción suponía entonces que las estructuras y las técnicas eran inmutables. Un modelo tal no ponía en claro, evidentemente, la evolución real de las sociedades. Se ha mejorado la imagen de la realidad que daba el modelo introduciendo en él un factor tiempo, pero esta tentativa suponía la hipótesis implícita de que el progreso de las estructuras y de las técnicas se llevaba a cabo por simple transcurso del tiempo. No podría revelarse útil este modelo porque la finalidad de la función de producción es ayudar a tomar las decisiones óptimas que afectan a la inversión, a la política de mano de obra, a las medidas propias para hacer evolucionar las estructuras y las técnicas, etc. Con este objeto se hace un esfuerzo en identificar el efecto de los diferentes ingredientes.

Los economistas se han esforzado en medir la influencia sobre el crecimiento de un tercer ingrediente: que sería el aumento de los conocimientos científicos y técnicos.

Si estos estudios han mejorado considerablemente el conocimiento que tenemos del proceso de crecimiento, han decepcionado a aquellos que esperaban encontrar en ellos indicaciones en forma de cifras en cuanto al nivel óptimo a dar al presupuesto de investigación o al presupuesto de educación.

Esta decepción parece que se debe a la concepción misma, demasiado mecanicista sin duda, de la noción de ingrediente. Se ve cada vez más claramente que la ciencia no es, como los bienes de equipo o el trabajo humano, un recurso que se puede inyectar en el proceso de producción en la proporción más conveniente. Esta concepción cuantitativa de la actividad científica no parece poder aplicarse más que a un pequeño número de sectores industriales «basados en la ciencia», donde el gasto de investigación-desarrollo es de un orden de magnitud comparable al de los demás ingredientes de producción y, en particular, al de las inversiones en capital fijo. En la mayoría de los sectores industriales y, *a fortiori*, en la economía considerada en su conjunto, el gasto de investigación-desarrollo es de un orden de magnitud muy inferior al de los demás recursos empleados en la producción. Es más un catalizador que una materia prima, y su efecto es cualitativo más que cuantitativo. No tiene entonces todavía el carácter de ingrediente macroeconómico, cuyo impulso a la economía no hay que esperar que se pueda medir o calcular. Se encontrará una prueba de ello en el hecho de que los Estados Unidos de América gastaban 0,2 por 100 aproximadamente de su Producto Nacional Bruto (PNB) en las actividades de investigación-desarrollo hacia 1920, al comienzo de un decenio de crecimiento y de mutación industrial particularmente rápida, cuya revolución técnica y científica constituía, sin embargo, el motor principal. Este ejemplo y muchos más indican que el efecto de la ciencia sobre la sociedad ni se identifica ni queda reducido al efecto de los presupuestos de investigación-desarrollo. El servicio público científico, la preparación científica de las decisiones (*management*), la transferencia de conocimientos, etc., acumulan sus efectos con los de la investigación-desarrollo para arrastrar el cambio de las técnicas y de las estructuras. La educación, vehículo de las nuevas tecnologías y del deseo de cambio, actúa en el mismo sentido. Varios de estos factores tienen ya efectos considerables a nivel de un gasto to-

davía limitado, en relación con el PNB. Resulta por ello que el crecimiento ulterior de las economías que conocen ya el pleno empleo y una fuerte capitalización depende sobre todo de una *aptitud al cambio de estructuras y técnicas* basada en una actitud científica frente a los problemas de producción, es decir, en un *proceso* o práctica científica difundida en el cuerpo social. No se trata esencialmente de una aportación de nuevos conocimientos.

La adopción de cualquier esfuerzo autónomo de investigación-desarrollo y su asimilación profunda por una determinada nación dependerá del interés concreto que en él se ponga y de su puesta en práctica a fondo —a ser posible, en su integridad, del comienzo al fin—, al menos en ciertos campos de acción. Este hecho hace resaltar la importancia que tiene dicho esfuerzo, ya que parece evidente que un pueblo no asimila bien sino lo que es capaz de crear él mismo, y esto supone consagrarse a actividades innovadoras de la misma naturaleza que los descubrimientos e invenciones extranjeras, cuyos resultados le es necesario asimilar.

En consecuencia, una política de crecimiento por la ciencia no alcanzará mejor sus objetivos creando un volumen arbitrariamente calculado de trabajos de investigación-desarrollo que importando masivamente conocimientos técnicos realizados en el extranjero. Tratará más bien de escoger y desarrollar los mejores puntos de impacto de la mutación científica en el substrato nacional. Estos puntos son aquellos en los cuales una suficiente concentración de científicos y de tecnólogos puede tener los más decisivos efectos de cambio sobre las estructuras y sobre las técnicas utilizadas e implicar en este caso la incorporación del saber-hacer extranjero en la práctica nacional. Esta incorporación tendrá efectos en profundidad si el proceso científico de estos hombres es vivido auténtica y completamente; es decir, si se extiende desde el conocimiento fundamental hasta la innovación tecnológica original y a la toma de decisión, y si es percibida como tal por todo el pueblo. Entonces puede llegar al máximo el efecto catalítico del gasto científico de la nación sobre su crecimiento económico, incluso si las especialidades elegidas como puntos de impacto no alcanzan a cubrir todo el vasto campo de los servicios y de las producciones.

EL HUMANISMO CIENTIFICO O LA CONTRIBUCION DE LA CIENCIA A LA CALIDAD DE LA VIDA Y DE LA SOCIEDAD

La liberación de la penuria por el desarrollo de la producción constituye todavía hoy, sin duda, un objetivo importante para todos los países del mundo, y ya hemos visto que ningún pueblo se aparta de estas perspectivas.

Pero los pueblos que han avanzado más sobre esta vía ya no pueden encontrar en ella una motivación exclusiva o dominante. Ha llegado a ser urgente para estas naciones dar forma y consistencia al resto de sus designios. Es prudente también que los demás pueblos vayan preparándose para ello.

Más allá de la cantidad fisiológica de calorías y sustancias alimenticias necesarias al hombre para no sufrir de hambre y aparte de un consumo mínimo de indumentaria, de medios de calefacción y de transportes, la utilidad y atractivo de los bienes materiales declina, en efecto, rápidamente. La aparición en algunos puntos del globo, a mediados del siglo xx, de una sociedad de consumo sucesora de milenios de pobreza generalizada pudo provocar un excesivo deseo, un poco infantil, de bienes materiales. Este entusiasmo ha sido ya ampliamente superado, porque la calidad de la vida individual es evidentemente más importante que la cantidad de los bienes consumibles. Igualmente la calidad de la sociedad

es **más** importante que el Producto Nacional Bruto (PNB) *per cápita*. Estas dos verdades están presentes en el fondo de la sabiduría secular que poseen todos los pueblos. Nuestra generación experimenta cierta vergüenza al encontrarla de nuevo después de un período de menos de medio siglo, durante el cual el entusiasmo por la demanda de la «sociedad de consumo» ha sido el tema de tantas propagandas y el origen de un sistema hartamente simplista de valores.

¿Puede la ciencia ayudar al hombre a aumentar la calidad de la vida individual y la calidad de la sociedad, como le ayuda a aumentar la cantidad de bienes materiales producidos por cada hora de trabajo? Si la respuesta fuese negativa, sería una aventura bien pobre la irrupción de la ciencia en la vida de los hombres.

Aunque nuestra aptitud para dar una respuesta científica al problema de la creación de felicidad sea manifiestamente menos satisfactoria que la demostrada hasta aquí en la producción de corriente eléctrica, de automóviles o de megatones atómicos, ningún hecho observable justifica un pesimismo fundamental.

CALIDAD DE LA VIDA

La calidad de la vida individual es susceptible de progresos considerables en un próximo futuro. El mejoramiento medio de la salud y la educación son ya evidentes.

Esta última no está, sin embargo, más que al comienzo de su desarrollo cualitativo. Nuestras técnicas en este campo apenas han empezado a progresar, y la formación general tal cual se dispensa en el conjunto del mundo a capas cada vez más amplias no es muy diferente de aquella que se daba a las antiguas élites de las sociedades preindustriales. Se ha añadido solamente un poco de ciencias naturales y matemáticas, sin modificar sensiblemente ni su espíritu ni su método. La eficacia de esta educación ha permanecido idéntica y se está muy lejos, incluso para los individuos más brillantes, del desarrollo integral de sus posibilidades mentales y corporales. Los niños y las niñas menos dotados terminan sus estudios mucho más lejos aún de su nivel óptimo. En lo que les afecta, las deficiencias de una técnica educativa mediocre se ven raramente compensadas por la receptividad y la creatividad propias del alumno. Qué decir entonces de los innumerables niños y adolescentes a los que no conviene la educación tradicional, o que han sido paralizados en su desarrollo y encerrados en sí mismos por deficiencias psicológicas o sociológicas de los adultos.

También debe señalarse la indigencia de la enseñanza de las artes, la cual, combinada con la reproducción mecánica de las obras, ha hecho de la creación artística un acto raro y excepcional, reservado a algunas decenas de profesionales hiperdotados. Según los casos, las obras de esta minoría se reproducen hasta el infinito o, por el contrario, se sitúan en santuarios de la cultura para ser veneradas ritualmente por el pueblo. ¿Acaso es insensato pensar que la participación en la creación cultural pueda un día ser reconocida como un medio de expresión personal necesario a todo hombre y mujer normalmente dotados, y que esta participación deba constituir—en este caso—uno de los objetivos esenciales de la educación?

Ningún ser humano puede ser feliz si no despliega plenamente las riquezas potenciales, de cuya presencia se siente consciente. Negarle una educación suficiente, así como la mala calidad de la que se le imparte, le impiden realizarse. Esta negación y esta carencia toman por ello un carácter agresivamente opresivo. De igual modo, el obstáculo económico, que resulta de la falta de ocio o de medios pecuniarios durante los años de juventud en los cuales el poder de adquisición intelectual y cultural

es mayor, es percibido por las capas populares como una grave injusticia. Cuando la sociedad dispone de recursos, que por otra parte se consagran a necesidades artificiales o a falsos valores, lo que no era más que injusticia llega a ser entonces una mutilación deliberada de una parte de la juventud. En fin, la indiferencia o el desprecio con que ciertas sociedades o ciertas clases acogen las aspiraciones populares de valorización por la educación y la cultura son percibidos hoy como ultrajes a la dignidad del hombre.

Hay que admitir que las situaciones de opresión, de injusticia y ultraje siguen siendo innumerables incluso en las sociedades más «desarrolladas». Sin embargo, salvo en casos de discriminación bien conocidos, estas situaciones no corresponden, aparentemente, a ninguna intención consciente de la sociedad en su conjunto frente a la juventud o a partes determinadas de ésta. Se trata más bien de supervivencias de las sociedades preindustriales, en las cuales la penuria y el régimen ancestral de distribución de la renta y del poder hacían de la ausencia de educación la regla general, mientras que el libre desenvolvimiento intelectual y cultural quedaba reservado a un ínfimo número.

La industrialización rompe hoy en todas partes estas limitaciones tradicionales—y ello no es su menor mérito—por la necesidad técnica que a causa de ella surge de una instrucción primaria generalizada, así como de una formación más elevada para un número rápidamente creciente de trabajadores. Sin embargo, pocas naciones han llegado hasta ahora en su esfuerzo educativo más allá de las necesidades objetivas de la economía, es decir, más allá de la proporción de operadores que requiere la máquina productiva y que vienen formados por la escuela secundaria y la universidad.

Sin embargo, al quebrar el marco social del subdesarrollo y al barrer simultáneamente sus condicionamientos de penuria, la industrialización hace nacer también la aspiración general a una educación que no conozca otros límites que las posibilidades del individuo, haciendo de él, no el operador económico que necesita la sociedad, sino un hombre plenamente desarrollado, capaz de llevar su vida al más alto nivel de calidad compatible con sus dones naturales. Las sociedades industrializadas no han creado hasta aquí ni las técnicas pedagógicas ni el aparato educativo capaz de satisfacer esta exigencia, y por ello se han puesto en un situación conflictual entre las generaciones y enfrentadas a la protesta. Esta se refiere efectivamente a los objetivos que se da la sociedad y los valores que profesa basándose en estos objetivos.

Fijar durante demasiado tiempo la meta en el aumento de la producción de los bienes materiales implica, como lo subraya Galbraith, una sobrevalorización de estos mismos bienes y de su posesión, del acto productivo que lo crea y de los actos comerciales que los difunden. La sobrevalorización social de la posesión de automóviles y de *gadgets* se hace evidentemente en detrimento de los demás objetivos que puede darse la sociedad, especialmente en el plano de la educación y de la cultura, ya que siempre va acompañada por una correspondiente desvalorización de las actividades ajenas a los circuitos productivos y comerciales y de las personas que se consagran a ellas: los políticos, los escritores, los religiosos, los artistas, los estudiantes y, en general, todos los intelectuales. La investigación en ciencias exactas y naturales o en tecnología, por la aportación directa que hace al crecimiento económico y al poder militar, es la única actividad del espíritu que encuentra un apoyo en la ética materialista¹. Se beneficia también, por otra parte, del prestigio y de las ventajas correspondientes.

Los estudiantes, que constituyen una categoría cada vez más numerosa, se condicionan, sin embargo, por esos mismos valores que les son enseñados, para reaccionar contra la *sobrevalorización del consumo*. Quizá se ven impulsados todavía más por el hecho de que la mayoría de ellos no llegan a acceder al paraíso del talonario de cheques. En efecto, incluso cuando les ha sido concedida una beca, la prolongación de sus estudios implica una renuncia a las alegrías del consumo abundante, tanto para el estudiante como para sus padres. En cuanto a la minoría de estudiantes procedentes de familias acaudaladas, no participan en la abundancia sino a través de una dependencia económica respecto a su familia. Esta dependencia se considera cada vez menos compatible con la dignidad de un hombre o de una mujer adultos.

Todas las condiciones para una revisión profunda de una sociedad global que sacraliza la producción y el consumo se encuentran así reunidas en el medio estudiantil. Sin duda, ello explica la agitación simultánea de este medio en sectores políticos muy diferentes. La crítica de las sociedades industrializadas hecha por sus juventudes puede tener efectos positivos en la medida en que puede ayudarlas a colocar de nuevo su sistema de valores sobre sus goznes; es decir, a adoptar como objetivo la calidad de la vida más bien que la abundancia de los bienes y a reformar en consecuencia el estilo y el tono de toda la sociedad.

Queda claro, sin embargo, que no se trata de una contradicción, sino más bien de una dificultad de adaptación, puesto que la abundancia de bienes materiales no se opone evidentemente a la calidad de la vida sino en la medida en que quiera ser un fin, en vez de servirla como medio.

CALIDAD DE LA SOCIEDAD

El objetivo de la calidad de la sociedad da lugar a análogas dificultades de adaptación. También aquí las sociedades más desarrolladas sufren la supervivencia de situaciones preindustriales, en las cuales un sistema complejo de jerarquización de las familias y de separación social estabilizaba la distribución del poder y, como consecuencia, la de la renta. La dialéctica orden-justicia ha dominado en ellas la vida política durante siglos, sin que esta contradicción haya sido nunca superada. Todos los demás aspectos de la vida social han estado de hecho subordinados a las peripecias de esta lucha.

Sin embargo, la industrialización contiene en potencia la superación de la *contradicción orden-justicia*, dado que ésta encuentra una de sus dos fuentes en la penuria de los bienes materiales y que el crecimiento económico, si llega a extrapolarse a los últimos decenios de este siglo, eliminará este factor en un futuro previsible.

Sin embargo, la segunda de las fuentes de la contradicción orden-justicia se encuentra en la desigualdad, la cual parece que ha sido reforzada más que atenuada por la complejidad de la sociedad industrial y su vulnerabilidad. En el momento en que una de las dos fuentes de contradicción se difumina, la otra se afirma, pues, cada vez más.

Desde hace algunos lustros hemos asistido de esta forma a una evolución convergente de las sociedades industrializadas hacia la *tecnoestructura* o la *burocracia*¹, es decir, hacia un tipo de sociedad en la

¹ *Tecnoestructura* es el término que utiliza Galbraith para definir el poder de hecho que detentan los estados-mayores técnicos de las grandes sociedades privadas.

Burocracia designa más bien el poder de hecho de la administración pública y de los partidos políticos que la controlan. Una y otra toman la forma de máquinas administrativas que escapan ampliamente al control de los detentadores de la legitimidad teórica (el pueblo y, en ciertos países, los accionistas), estando entonces tentadas de hacer de su poder un fin en sí.

que el objetivo central de los detentadores de la autoridad ya no es solamente la defensa de los privilegios del nacimiento o de la propiedad (estos privilegios pueden existir todavía, pero han llegado a ser menos esenciales), sino la defensa de *poderes de hecho* que aseguran la eficacia en la gestión. De la misma forma, el objetivo central de la protesta frente al poder ha dejado de ser la distribución de la renta (este objetivo, aunque sigue siendo pertinente, ha llegado a ser igualmente menos esencial). Se encuentra reemplazado cada vez más por una reivindicación de la *participación en las decisiones* o por un objetivo de *autogestión* todavía más radical.

La insistencia en querer participar en las decisiones o en tomarlas personalmente parece vinculada en primer lugar al hecho de que los designios colectivos de la sociedad tal como está establecida no corresponden a las aspiraciones de las masas, y especialmente de las nuevas generaciones.

Como segunda causa parecen actuar las frustraciones que nacen de la arbitrariedad, del abuso del poder, de la brutalidad o de la inercia—o, más simplemente, de la falta de inteligencia—, que frecuentemente caracterizan a las escalas inferiores de la tecnoestructura o de la burocracia. Estas escalas son aquellas por las cuales el hombre ordinario entra en contacto, en cada uno de los actos de su vida, con la sociedad moderna, ya sea como escolar o estudiante o más tarde como trabajador, inquilino, ciudadano, consumidor, turista, etc. En la sociedad preindustrial, en la cual dominaban la artesanía y la pequeña empresa, los contactos humanos no siempre eran satisfactorios ni mucho menos, pero se establecían entre dos individuos. Por el contrario, las relaciones burocráticas se establecen entre un hombre y una entidad administrativa.

La reivindicación de la autogestión o de la cogestión parece, pues, proceder, por una parte, del deseo de cambiar las opciones o los objetivos que persiguen la «caja», la «máquina» o el «aparato», y, por otra, de transformar las relaciones entre estas estructuras y los individuos.

Hace veinte o treinta años, una gran parte de la opinión democrática creía alcanzar estos dos objetivos a través del poder político democráticamente elegido, o ejerciendo al menos una presión o un control popular sobre los órganos gubernamentales. Resulta evidente que, desde el punto de vista de las relaciones humanas, el éxito no ha sido total en este *acercamiento por la cumbre*.

Las presiones actuales se sitúan mucho más cerca de la vida cotidiana. Se reivindica la autogestión o la cogestión a nivel de la empresa, del organismo o de la universidad. Nadie puede afirmar con seguridad que el *acercamiento por lo cotidiano* alcance a desalienar más que el precedente al hombre ordinario frente a estructuras que le utilizan para fines que él no aprueba o que lleguen a traspasar, en sus procedimientos frente a él, los límites por él admitidos.

Pero, desde luego, es en estos términos en los cuales se planteará cada vez más el problema de la calidad de la sociedad, a medida que ésta vaya superando la obsesión por el producto nacional bruto y por su reparto, al final de algunos decenios de crecimiento sostenido. Nuestras sociedades complejas deberán encontrar el medio de preservar la eficacia y la seguridad de su gestión, dando al mismo tiempo dos garantías al conjunto de sus miembros: la primera, de participar en la elección de los objetivos y en la fijación de los límites éticos (es decir, de ejercer plenamente su responsabilidad de hombre); la segunda, de ser liberado de las relaciones siempre deshumanizadas y frecuentemente brutales que las tecnoestructuras o las burocracias imponen a los individuos o a las masas cuando siguen su inclinación natural.

En conclusión, la contradicción orden-justicia no será resuelta por el crecimiento económico. Sin embargo, está en vías de serlo bajo uno de

sus aspectos. Corre el riesgo de transformarse, cada vez más, en una *contradicción entre la eficacia de la sociedad y el respeto del hombre*.

Esta contradicción llegará a ser cada vez más insostenible a medida que los bienes materiales, con los cuales se identifica, se desvaloricen por su misma abundancia.

LIBERTAD DEL HOMBRE Y LÍMITES DE LA ACCIÓN CIENTÍFICA

¿En qué medida puede la ciencia contribuir a la superación de esta contradicción bajo su nueva forma? Como se verá en un ulterior desarrollo del tema, que el lector hallará en el segundo capítulo de esta obra, ciertamente no debe pedirse a la ciencia que defina los fines de la acción con la objetividad que utiliza para explicar lo real o para optimizar los medios: la calidad de la vida y la calidad de la sociedad son finalidades subjetivas y no hechos sometidos a juicios cognoscitivos, únicos juicios que puede hacer la ciencia. Las elecciones colectivas pertenecen al orden político y no al orden del conocimiento. Pero la ciencia puede contribuir en la elección de etapas y de estrategias encaminadas a alcanzar los objetivos que los hombres se hayan asignado. Puede ayudar a concretar y a calificar los objetivos, a determinar si son realistas y coherentes. También permite crear nuevas técnicas para alcanzarlos. En una palabra, abre perspectivas hacia una racionalidad del comportamiento que, a decir verdad, todavía estamos bien lejos de entrever.

Si la aplicación de la ciencia a la solución de los problemas del hombre y de la sociedad no ha conseguido un mayor avance, se debe sin duda a que los fenómenos del comportamiento son los más complejos entre todos los fenómenos biológicos. Las tentativas para definir las leyes causales que ponen en juego un número limitado de variables han tenido que ser abandonadas en este campo. El instrumento matemático y la aproximación estadística han permitido ciertamente poner en evidencia regularidades que normalmente están disimuladas bajo los efectos de los innumerables factores que en ellos inciden y determinar, en consecuencia, si no leyes comparables a las del mundo inanimado, por lo menos asociaciones funcionales de fenómenos y de situaciones, dotadas de cierta permanencia. Otros progresos han sido hechos o previstos: como en otras ciencias, la teoría y la observación experimental avanzan dialécticamente. A este propósito, el poder prodigiosamente aumentado de los instrumentos que maniobran la información (ordenadores) abre a las ciencias biológicas y humanas perspectivas que no tienen parangón con las del pasado, por la posibilidad que ofrecen de manejar observaciones muy diversas y muy numerosas. Pero no será posible un uso verdaderamente válido más que en la medida en la que vaya progresando la teoría.

Sin embargo, las ciencias del comportamiento (etología) conocerán siempre los tres condicionamientos que las entorpecen desde sus comienzos: (i) la experimentación *in anima nobili* tiene un campo deontológico de acción muy angosto; (ii) incluso cuando es posible es muy difícil reproducir exactamente las condiciones de la experiencia controlando cada una de las variables que definen el individuo y su circunstancia; (iii) en fin, el comportamiento de los hombres se ve constantemente influido por lo que aprenden sobre sí mismos y sobre los demás, es decir, por las últimas adquisiciones experimentales de las ciencias del comportamiento y de las ciencias sociales mismas.

A título de ejemplo se puede imaginar que el ciclo económico llamado de Jurglar se desarrollaría de forma muy diferente si los productores y los compradores ignoraran la economía política. Si la ley de atracción de las masas descubierta por Newton fuera igualmente modificada por el conocimiento que tienen los hombres de la física, los pro-

gresos de la astronáutica, tan notables desde hace diez años, se verían frenados ciertamente.

Los obstáculos son evidentes. Ello no es motivo para dudar o desesperar sobre la aplicabilidad del método científico a la comprensión del mundo humano, condición primera para la creación de una tecnología de la educación, de la gestión, de la sociedad y del gobierno al servicio de las finalidades que los hombres se propongan. Por el contrario, en estas trabas deben verse razones para esperar: si el comportamiento de los hombres llega a ser modificado por lo que saben de ellos mismos y de lo demás, es decir, por el progreso de las ciencias biológicas, humanas y sociales, ¿no eliminarán espontáneamente los aspectos más negativos de su comportamiento cuando sus conocimientos sean ampliados y profundizados?

Por otra parte, si los acontecimientos psicológicos y sociológicos fueran tan perfectamente reproducibles como las condiciones de la caída de los cuerpos, los hombres podrían ser manejados tan fácilmente como los contrapesos de un ascensor o como los perros descerebrados de Pavlov.

El tercer condicionamiento conserva entonces al hombre su posibilidad de ser sujeto y no objeto. Ello compensa en verdad las dificultades suplementarias que haya que vencer por vía del conocimiento científico y de su utilización al servicio de la humanidad.

La libertad así salvaguardada debe utilizarse para señalar a la acción finalidades acordes con la dimensión de esta extraordinaria aventura colectiva como es la mutación científica y el nacimiento a través de ella de una sociedad mundial.

2. La mutación científica y técnica de la sociedad

LA CIENCIA COMO PRACTICA EFICAZ

INTRODUCCIÓN: CIENCIA Y PODER

Aunque el concepto de ciencia sea antiguo, la penetración de la ciencia en la práctica gubernamental y social es reciente. La mentalidad y el comportamiento científicos han invadido progresivamente, en el transcurso de este siglo, zonas cada vez más centrales de la actividad social; con la aparición de la tecnología militar de base científica y de la investigación industrial organizada, y más tarde de la política científica, la ciencia ha penetrado en la esfera del poder bajo su triple forma: militar, económica y política.

UNIDAD DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGÍA: EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Como hemos visto en el primer capítulo, este hecho se explica en general en una primera aproximación, diciendo que la ciencia ofrece un instrumento de conocimiento extremadamente preciso, que la utilización práctica de este instrumento implica una profunda transformación de la tecnología y que de esta forma la ciencia llega a ser la clave de la acción eficaz.

Este capítulo se propone analizar en profundidad lo que su título anuncia como una *mutación de la sociedad*, es decir, una transformación que afecta a todos sus valores y a todas sus estructuras. A estos efectos, es necesario recordar en primer lugar que la diferencia entre ciencia y tecnología tiende a desvanecerse, y que ha concluido la época, relativamente breve, por otra parte, durante la cual la tecnología consistió esencialmente en aplicación *a posteriori* de los descubrimientos científicos.

La investigación científica moderna se sirve de un complejo instrumental que deriva de las tecnologías más avanzadas, las cuales dependen de la solución de nuevos problemas teóricos. Por otra parte, la invención técnica se fundamenta en el uso de métodos racionales que son exactamente aquellos mismos que utiliza la investigación llamada «pura».

Se podría proponer una clasificación de las investigaciones en términos de *proyectos*. Existen proyectos de investigación que están orientados hacia el consumo individual (por ejemplo, la investigación de un nuevo sistema de televisión); ciertos proyectos están orientados hacia el servicio público (por ejemplo, la construcción de una red de carreteras o la organización de un sistema de medicina preventiva); otros tienen un objetivo militar (por ejemplo, la construcción de un dispositivo de

detección de los cohetes); y, finalmente, otros contemplan el conocimiento por sí mismo (como la instalación de un observatorio astronómico en un satélite artificial). Lo característico de la época contemporánea es la forma en que se define el proyecto de investigación y se organiza su realización.

La definición de un proyecto de investigación ya no consiste solamente en la traducción de una preferencia afectiva o de un juicio de valor, o de una toma de posición de la voluntad. Representa el resultado de un *proceso de decisión racional* basado en un reconocimiento preciso de la situación, recursos o estrategias posibles y en la determinación matemática del comportamiento óptimo.

La realización de un proyecto de investigación ya no consiste en la utilización de un saber-hacer o en el simple empleo de la ingeniosidad y el buen sentido. Se basa en la aplicación de un programa ajustado muy exactamente a la definición de los objetivos y en recurrir a métodos más apropiados de análisis e investigación experimental en cada etapa de este programa.

EL PROCESO CIENTÍFICO

El momento conceptual y el momento empírico

Habría que tratar de caracterizar el proceso utilizado en la investigación porque en él se encuentra la razón del éxito de la ciencia, tanto en términos de capacidad explicativa como en términos de eficacia práctica. En general, puede decirse que la ciencia constituye un saber crítico, es decir, un saber autocontrolado. Dado que el objetivo del saber es el conocimiento de la realidad, el control debe referirse al acuerdo entre el saber y lo real. Debe apoyarse entonces en una comparación entre nuestra representación de lo real y lo real mismo.

Sin embargo, un conocimiento de lo real que permaneciera vinculado a la subjetividad del investigador no podría servir de base a una práctica social. Una práctica tal exige que el acuerdo entre lo real y la representación sea intersubjetivo, es decir, que pueda ser reconocido por cualquier persona independientemente de su propia subjetividad.

Por otra parte, para que exista la comparación es necesario que lo real se entregue, que sea dado. Sin embargo, el único modo de *donación de lo real* que permite con certeza el acuerdo intersubjetivo es aquel que se encuentra en el conocimiento basado en la percepción (ya sea directamente por los órganos de los sentidos o indirectamente a través de los instrumentos que prolongan a éstos). Históricamente, no ha podido ser realizado ningún acuerdo intersubjetivo *a priori* y tampoco incluso sobre la posibilidad de una donación *a priori*. Por el contrario, se ha comprobado que es posible el acuerdo sobre lo que es dado *a posteriori*, es decir, sobre la *donación empírica*. Por esta razón el pensamiento científico acepta como postulado fundamental que el contenido del conocimiento está basado por entero en lo que es dado empíricamente.

Esto no significa, por supuesto, que podamos conformarnos con cualquier dato de observación. El acuerdo sólo es posible si las condiciones de la donación quedan especificadas con exactitud. Sin embargo, la manera en que la donación está especificada pertenece al campo del pensamiento: se expresa bajo forma de proposiciones, las cuales emplean conceptos y los conceptos son un producto de la invención intelectual. Nos encontramos en esta forma frente a un círculo: el conocimiento se expresa en proposiciones, y por ello en lenguaje conceptual su control requiere datos empíricos, pero estos mismos datos no pueden ser destacados, aislados y caracterizados con suficiente precisión, sino gracias

a una conceptualización elaborada. Parece entonces que el proceso científico implica dos momentos, uno conceptual y otro empírico, y que estos dos momentos están indisolublemente unidos.

*La articulación entre el momento conceptual
y el momento empírico*

Es necesario precisar, sin embargo, la naturaleza de la articulación entre estos dos momentos. Y esto exige en primer lugar que se establezca una distinción entre dos categorías de conceptos: los *conceptos teóricos* y los *conceptos empíricos*. Estos últimos designan cualidades directamente perceptibles en la observación y son utilizados para describir lo dado. Los conceptos teóricos, por el contrario, no corresponden directamente a la experiencia: constituyen los materiales de un edificio lógico que tiene su propia coherencia y en cuyos términos podemos hacernos una representación del sector de la realidad que nos interesa.

Claro es que la utilidad de estos conceptos teóricos dependerá de la posibilidad de trasponer el lenguaje que por su construcción les corresponde, al medio de expresión que se utilice para describir lo dado¹.

Por tanto, toda construcción teórica va acompañada de reglas de interpretación (por ejemplo, de una teoría de los procedimientos de medida) que permiten traducir al menos algunas de las proposiciones contenidas por ella en proposiciones que describen aspectos de la realidad percibida. Nos encontramos así en presencia de dos especies de lenguaje: un *lenguaje teórico* (acompañado de sus reglas de interpretación por sí mismas de naturaleza teórica) y un *lenguaje empírico*. La imagen científica del mundo se elabora en el nivel del lenguaje teórico, aunque éste no constituya por sí mismo toda la ciencia.

En el marco del lenguaje teórico es posible formular proposiciones que constituyen representaciones hipotéticas a propósito del campo estudiado. Estas hipótesis deben ser puestas a prueba mediante una comparación de sus consecuencias con lo que se puede observar efectivamente. En la medida en que la hipótesis resista a las pruebas a las cuales sea sometida, se dirá que está confirmada; si ciertos hechos la contradicen, queda invalidada y debe ser rechazada.

Lo esencial del proceso científico consiste entonces en la doble operación de *invención de hipótesis* y de *puesta a prueba de estas hipótesis* por confrontación con lo dado. Pero la puesta a prueba de una hipótesis exige frecuentemente el recurrir a hechos que no se presentan espontáneamente en la naturaleza y cuya aparición debe ser provocada mediante adecuadas maniobras. Este proceso se denomina experimentación.

Ahora bien, las maniobras experimentales presuponen ellas mismas, por lo menos a título provisional, el recurrir a ciertas teorías y por ello a ciertas hipótesis. Así la utilización de un aparato eléctrico presupone la teoría de la electricidad. La puesta a prueba de una teoría no será, por tanto, posible sino en la medida en que se acepte provisionalmente la validez de un cierto número de otras teorías. Por ello, nunca existe la posibilidad de aislar perfectamente el momento teórico del momento empírico.

Por otra parte, aunque la teoría (es decir, las hipótesis que formulamos por medio de nuestros conceptos teóricos) tenga por función procurarnos una representación de lo real, ocurre a menudo que sólo a través de transformaciones complejas se pase de la teoría a los datos empíricos y recíprocamente. Y si ocurre que la hipótesis venga sugerida

¹ Por ejemplo, el concepto teórico de campo gravitatorio solamente es útil porque se puede pasar al concepto empírico de aceleración, directamente perceptible y mensurable.

por ciertos hechos, una vez formulada, aventajará de alguna forma a los hechos, y constituirá una especie de cuestión relacionada con otros hechos posibles. Cuando se la pone a prueba nos esforzamos precisamente en hacer aparecer los hechos que se supone quedan implicados por ella. La teoría misma es en tal caso la que al ser probada guía a la investigación empírica.

Si hubiera que conformarse con acumular los datos al azar de los hallazgos se tendrían muchas dificultades para distinguir los hechos verdaderamente significativos de los demás, y en todo caso se perdería mucho tiempo en registrar hechos totalmente desprovistos de interés. Una investigación inteligente debe ser conducida por una idea. Dicho de otra forma: la investigación debe responder a problemas, solamente entonces pueden ser apreciados los hechos observados según su verdadero significado. Por ello, existe una prioridad sistemática de la hipótesis, es decir, de la teoría, en relación con la donación empírica. Desde el punto de vista histórico la hipótesis presupone el conocimiento de ciertos hechos; pero desde el punto de vista lógico y de la estrategia de la investigación, la hipótesis precede a los hechos experimentales y dirige su producción.

Estas precisiones esquemáticas sobre las relaciones entre el momento conceptual y el momento empírico de la ciencia hacen resaltar ya que la ciencia, lejos de ser un conocimiento contemplativo de lo real, es más bien una práctica en el sentido más taxativo del término.

Es verdad que una hipótesis es una representación presuntiva de la realidad, y su verdadero papel no consiste en ofrecernos un cuadro de ésta, sino en orientar la investigación y conducirnos así finalmente hacia la invención de otras hipótesis más fecundas y más adecuadas. Una hipótesis no es nunca más que una representación provisional. La vida de la ciencia está en el movimiento incesante que va desde las hipótesis a su puesta a prueba, y de ésta a la crítica de las hipótesis existentes y a la formulación de nuevas hipótesis.

EFICACIA DEL PROCESO CIENTÍFICO

Carácter operatorio de la teoría

En el contexto que nos ocupa importa, sin embargo, subrayar que la ciencia no es sólo una práctica, sino que quiere ser una práctica eficaz, y ello tanto en el momento teórico como en el momento empírico de su proceso. El lenguaje de que se sirve la teoría ha sido formalizado a estos efectos. Es cierto que no disponemos actualmente de una formalización completa que nos permita evitar todo recurso al lenguaje natural; seguimos empleando este último, aunque sólo sea para explicar el modo de empleo de las partes formalizadas del lenguaje. Pero a medida que se va afirmando el lenguaje teórico, la formalización puede llevarse en principio tan lejos como se desee. El lenguaje teórico formalizado incluye el lenguaje matemático. Pero también contiene términos que permiten expresar de manera formalizada proposiciones no matemáticas que desempeñan el papel de axiomas respecto al cuerpo de proposiciones que se quiere engendrar (por ejemplo, los axiomas de la mecánica). Como ya se ha indicado, estos términos deben ser interpretados; pero, gracias a los métodos de la semántica moderna, pueden ser por sí mismas formalizadas las reglas de interpretación.

Las primeras grandes teorías físicas se han servido del lenguaje del análisis infinitesimal, en su parte propiamente matemática, conforme al postulado metodológico que consiste en considerar las magnitudes estudiadas como magnitudes continuas, sometidas asimismo a variaciones continuas. Hemos sido conducidos así en forma natural a expresarlas

con números reales y a representar sus vínculos por funciones continuas de números reales.

Pero en la mayoría de las teorías más recientes el lenguaje se ha ampliado considerablemente, con lo que la herramienta algebraica viene a ser el instrumento privilegiado de la representación. Evidentemente, el álgebra hace resaltar mejor que el análisis infinitesimal el carácter fundamental del lenguaje formal que consiste en un lenguaje operatorio. Las investigaciones lógicas contemporáneas han puesto, por otra parte, en evidencia este carácter del lenguaje formal y han encontrado en el álgebra la herramienta por excelencia del análisis formal; en efecto, el álgebra es la ciencia de las operaciones en tanto que tales y de sus propiedades. Lo que caracteriza un campo, desde el punto de vista algebraico, no es la naturaleza particular de los objetos que forman parte de él, sino la naturaleza de las operaciones que se pueden efectuar sobre estos objetos¹.

La formalización representa precisamente el método que permite reducir el lenguaje a una práctica puramente operatoria, tal como aparece en las investigaciones de la lógica combinatoria, lo que viene a ser una verdadera formalización de la formalización.

Mientras que en el lenguaje natural el sentido de una expresión es dado por su referencia a elementos extralingüísticos que pertenecen al mundo físico o al dominio del comportamiento, en el lenguaje formal el sentido de una expresión es dado por la manera en que ésta puede ser manejada: su inteligibilidad es, en este caso, de naturaleza operatoria.

Tomemos, por ejemplo, el operador de inversión I , que se define por:

$$Iab = ba.$$

La utilización del término «inversión» se refiere evidentemente a un significado preformal tomado del manejo de los objetos en la vida corriente (por ejemplo, invertir la marcha de un coche). Pero, en realidad, su intervención es puramente extrínseca. Podríamos conformarnos con hablar del operador I . La verdadera forma de comprender el sentido de I consiste en referirse a su definición formal y efectuar la maniobra descrita. Aparentemente, la extensión de lo formal queda así estrechamente limitada a operaciones del tipo de las que se pueden realizar mediante *dispositivos algorítmicos*. Estos dispositivos se caracterizan por su factibilidad, y por ello pueden ser eventualmente representados mediante estructuras materiales, por ejemplo, gracias al empleo de ordenadores. Pero nada impide representar asimismo bajo un modo formal operaciones que tienen un carácter no constructivo, es decir, que no se pueden llevar a cabo en un número finito de etapas. En este caso, los resultados obtenidos no tienen ciertamente el mismo estatuto de efectividad que los de los procedimientos algorítmicos, pero pertenecen igualmente al campo de lo operatorio.

La virtud de un tal lenguaje consiste en ser enteramente una práctica: sustituye la comprensión por intuición, por analogía o por simpatía, por una comprensión por operación, por gesto, por cumplimiento de lo

¹ De esta forma la noción de grupo (tal como la utiliza el álgebra moderna) es independiente del sustrato sobre el cual es definido el grupo. Los números racionales forman un grupo en relación con la operación de multiplicación. Pero sucede lo mismo, por ejemplo, con las rotaciones de la esfera, en relación con la operación que consiste en combinar dos rotaciones entre sí. Este último ejemplo nos muestra, por otra parte, que los elementos de un grupo pueden ser ellos mismos operaciones.

que es significado. Este modo de comprensión podría denominarse una *inteligibilidad de cálculo*¹.

El cálculo puede darnos una clave para una comprensión eficaz de la realidad, en la medida en que esta misma realidad es esencialmente de tipo operatorio. Sin duda, esto no se puede plantear como una tesis absoluta; pero el recurso al lenguaje teórico formalizado se fundamenta precisamente sobre el postulado epistemológico, según el cual los aspectos decisivos de la realidad son de naturaleza operatoria.

Este es el postulado que aparece desde los primeros pasos de la física moderna. El cálculo de una parábola nos hace inteligible el comportamiento de una bala de cañón. Lo que importa comprender en este caso no consiste en cuál sea, en definitiva, la naturaleza de la gravedad, sino la forma según la cual opera la gravedad. Y cuando se consigue encontrar una función matemática que expresa su modo de acción (en este caso la función que caracteriza la parábola), se pueden analizar las propiedades de la gravedad examinando las propiedades de la función. Ciertamente todo nos lleva a creer que la realidad no se reduce a esta representación, sin duda arbitrariamente limitada y simple. Pero lo que justifica *a posteriori* esta limitación de la misma forma que el postulado relativo a la naturaleza operatoria de la realidad física, es que se han revelado fecundos, dando lugar a una representación de la naturaleza que permite actuar sobre ella.

Carácter operatorio de la experimentación

Evidentemente el momento empírico de la ciencia es, a la vez, esencialmente operatorio. Como ya se ha subrayado, la encuesta empírica no consiste en modo alguno en registrar pasivamente datos, sino en poner a prueba las hipótesis. Si la hipótesis es de naturaleza operatoria, su puesta a prueba debe tener necesariamente el mismo carácter. La experimentación consiste en hacer aparecer un fenómeno en condiciones que se puedan controlar de la forma más perfecta posible y que se puedan hacer variar de una forma sistemática. Consiste en formular una pregunta a la naturaleza siempre en la siguiente forma: ¿cuál será la reacción de la naturaleza si se le imponen tales o tales condicionamientos, no por necesidad naturalmente realizables, sino que se pueden crear artificialmente sirviéndose de fenómenos ya bien conocidos y suficientemente dominados? El razonamiento teórico describe con antelación un efecto esperado. La experiencia debe mostrar, en condiciones que reproduzcan las del razonamiento, si realmente se produce este efecto, es decir, si la naturaleza opera de la misma forma que el esquema teórico utilizado¹.

Superposición histórica de la práctica científica y de la práctica social

La penetración de la ciencia en las formas más variadas y centrales de la *práctica social* no constituye, por tanto, un hecho puramente accidental, imputable a la arrogada voluntad de algunos individuos o de

¹ Dando a la palabra cálculo el sentido preciso y a la vez muy extenso que le da precisamente la ciencia de los formalismos: no se trata únicamente del cálculo numérico o del cálculo algebraico clásico, sino de toda especie de manejo formal asociado a condiciones de efectividad.

¹ De este modo, los razonamientos que se pueden hacer sobre la base de las hipótesis de la mecánica ondulatoria nos llevan a la consecuencia que un haz de electrones difractado a través de una red cristalina debe dar figuras de interferencia. La experiencia consiste en someter efectivamente un haz de electrones a este tipo de condiciones. Contestando "sí" en este caso, a la pregunta formulada, los electrones realizan por su propia cuenta una operación que sin duda no es idéntica a la del cálculo, pero de la que se debe pensar en todo caso que le es análoga.

algunos grupos, o a un encuentro fortuito de preocupaciones y de métodos. Constituye un hecho históricamente necesario en el sentido de que traduce una *ley de esencia*.

La ciencia es intrínsecamente operatoria, incluso la única práctica verdaderamente racional que habrá de extenderse progresivamente a todas las esferas de la existencia. Se aplica en un principio a los problemas que le fueron legados por el primitivo saber, que eran de naturaleza bastante especulativa, como, por ejemplo, los problemas que habían sido planteados por la astronomía arcaica. Más tarde se extendió a campos que ya no pertenecían al orden del saber como tal, sino al orden de la acción. Hoy no se puede trazar ya una línea de neta demarcación entre estos dos órdenes.

Del mismo modo, la práctica social, en la medida en que se desprende del hechizo mágico, mítico o ideológico, quiere ser racional y en tal tenor debe transformarse obligatoriamente en práctica científica. En último caso ya no es posible, por consiguiente, disociar la práctica social de la práctica científica.

Esta superposición histórica tiene, por supuesto, un profundo significado: si tiene un carácter necesario es porque ella misma es la manifestación de un destino fundamental, la *emergencia progresiva de la racionalidad*. No podemos definir la racionalidad *a priori*, ni tampoco podemos definir su «telos» más que de una manera puramente formal. Para nosotros no representa otra cosa que aquello que nos revelan nuestras prácticas: la *conquista de la idea de racionalidad* es inseparable de la *conquista de los métodos* en los cuales se encarna.

Pero sabemos que estos métodos no se han formado en un solo día y que no se han fijado de una vez por todas. Su desarrollo sistemático engendra nuevos problemas, cuyo estudio hace aparecer métodos más precisos y más poderosos. Así, el desarrollo de los métodos matemáticos ha conducido progresivamente a una toma de conciencia cada vez más exacta de la naturaleza del formalismo y de sus posibilidades. Pero el desarrollo de la ciencia de los formalismos ha hecho descubrir, a su vez, problemas fundamentales aún lejos de resolución, pero cuya exploración permite entrever ya nuevos análisis profundos del mismo método formalista. Las exigencias mismas que aparecen a nivel de los métodos son las que determinan así desde el interior la *evolución de la racionalidad*.

La misma evolución está en marcha en la práctica científica y en la práctica social. De la misma forma que la razón científica se conquista poco a poco por reflexión del proceso metodológico sobre sí mismo, la práctica gubernamental y social hace emerger progresivamente en su propio desarrollo una *racionalidad de los comportamientos*, la cual, reflejándose sobre sí misma, conduce a un dominio cada vez más exacto de la práctica social.

PRÁCTICA CIENTÍFICA DE LA CIENCIA

Admitido esto, resulta natural que la ciencia aplique a su propio proceso el método que ha conseguido establecer con tanto éxito en la exploración de la naturaleza. Aquello que constituía, en el punto de partida, un procedimiento de investigación de una naturaleza dada exteriormente, llega a ser hoy la herramienta general de la acción. Y como la investigación misma es acción, se impone necesariamente la idea de un comportamiento racional del mismo proceso científico, es decir, de una organización científica de la investigación.

Ciertamente la preparación científica de las decisiones no puede adoptar en bloque los esquemas clásicos desarrollados por las ciencias naturales. El primero de estos esquemas es el del *determinismo mecanicista*, cuya eficacia en la exploración de los fenómenos físicos, y especialmente

de la mecánica celeste, ha asegurado el triunfo del método científico de los siglos XVII y XVIII. Este esquema admite a la vez la *univocidad de los valores tomados por las variables*¹ y la *simetría de la predicción y de la «retrodicción»*². El esquema *probabilista*, surgido más tarde y cuya fecundidad ha sido probada por el estudio de los fenómenos aleatorios, abandona la univocidad de los valores tomados por las variables, pero conserva la simetría de la predicción y de la «retrodicción».

En el orden de la acción, el método científico nos da el medio de predecir, tanto de forma unívoca como probabilista, los resultados que se pueden esperar a partir de elecciones iniciales determinadas. Partiendo de esto hace el inventario de las posibles decisiones en el margen de elección que efectivamente existe en las condiciones del problema considerado, y compara los resultados a alcanzar para cada una de estas decisiones. Pero, en general, no es posible «retrodecir» las elecciones iniciales a partir de los resultados, porque la misma situación final puede ser obtenida a partir de diferentes elecciones.

Habiendo llegado a ser la misma práctica científica objeto de ciencia, es posible construir instrumentos de apreciación de las diversas estrategias posibles de investigación y de acción.

La preparación científica de las decisiones de la práctica gubernamental y social conduce así a nuevos esquemas de causalidad, cuya justificación se encontrará, como la de los precedentes, en su fecundidad.

LA ELECCION DE LOS OBJETIVOS Y EL PROBLEMA DE LAS NORMAS

INTRODUCCIÓN: CUESTIONAMIENTO DE LAS FINALIDADES DEL COMPORTAMIENTO RACIONAL

La determinación formal de la acción óptima no es más que la expresión de una exigencia de eficacia que forma parte de la idea misma de racionalidad. Se puede decir entonces que es inseparable de la emergencia del comportamiento racional. Si existe una práctica científica de la ciencia, debe someterse necesariamente a condiciones de eficacia tan estrictas como sea posible, conforme a la idea misma de ciencia.

En toda práctica, mucho más que los métodos importan los resultados. La racionalidad del proceso no es fecunda sino en la medida en que permite anticipar los resultados y ajustar los comportamientos a los objetivos propuestos. Toda acción se inscribe en un proyecto y un método no tiene sentido sino en la medida en que se le supone conducir hacia un objetivo.

Debe hacerse entonces una primera elección: la del objetivo directo de la acción.

Pero todavía existe una segunda elección en el orden de los fines: en efecto, el mismo objetivo puede ser alcanzado de muchas formas que no son necesariamente equivalentes respecto a consideraciones como el coste, el plazo, el riesgo, etc. El comportamiento racional será entonces aquel que no sólo sea adecuado para alcanzar su objetivo directo, sino que constituya además el comportamiento óptimo frente a los fines subsidiarios que se habrán escogido como normas o criterios de optimización.

¹ Es decir, que cada variable posee, en cada momento, un valor único y bien determinado.

² Dando por conocido el estado del mundo o del sistema en el momento t , se puede calcular su estado en el momento $t + dt$. Recíprocamente, del estado del mundo o del sistema en el momento $t + dt$, puede deducirse su estado en el momento t .

Para poder determinar así la forma más racional de ir de París a Tokio, es necesario decidir primero si el viaje debe ser el más rápido, el menos costoso o el que presenta el mínimo de riesgos de accidente, o el mínimo de riesgos políticos e incluso el máximo de ocasiones de contactos comerciales para el viajero.

La noción de optimización, que desempeña un papel tan fundamental en la preparación científica de las decisiones, no tiene sentido sino en relación con una norma planteada *a priori*, frecuentemente en términos cuantitativos, bajo la forma de un principio de maximización de la utilidad social o de minimización del coste.

La acción racional queda entonces dirigida en dos formas o niveles: el primero —controlado por el segundo—, en cuanto a su contenido por los objetivos propuestos, y el segundo, en cuanto a su forma, por la norma que se impone.

EL PROBLEMA DE LA DETERMINACIÓN RACIONAL DE LOS OBJETIVOS

La elección de los fines subsidiarios que originan las normas de optimización es casi siempre evidente: el tiempo, el dinero y el material humano constituyen los recursos de más escasa disponibilidad, más o menos condicionantes según las circunstancias. Las dificultades en este orden de preocupaciones se presentan quizá mayores en lo que concierne a la fijación previa de un riesgo aceptable.

Pero la cuestión del origen de las finalidades directas, de los objetivos mismos, es indiscutiblemente la más espinosa. ¿Bastará con decir que la determinación de estos objetivos es asunto de libre voluntad y que procede de una elección política (si se trata de un movimiento) o de preferencias afectivas (si se trata de un científico independiente), o incluso de la motivación de beneficio (si se trata de una empresa)? Ciertamente no, porque habrá que preguntarse inmediatamente cómo se justifica la elección política o el móvil del beneficio, o cómo pueden ser explicitadas y eventualmente explicadas racionalmente las preferencias afectivas. Queda claro que la determinación de los objetivos directos no es puramente arbitraria y que obedece a normas de un orden distinto a las normas formales de eficacia antes mencionadas.

Incluso puede concebirse una acción que sea racional en sus métodos y totalmente irracional en sus objetivos. Sin embargo, esto parece improbable si existe efectivamente una evolución de la racionalidad en la acción, si ésta se desprende cada vez más, como se ha sugerido, de las representaciones de orden mítico o ideológico o de la brutal afirmación del yo personal o colectivo: la racionalidad constituye un todo, y no se podría calificar de racional una acción absurda racionalmente conducida. La cuestión que se plantea es la de saber de qué tipo de racionalidad depende la fijación de los objetivos directos. Vamos a pasar revista sucesivamente a varias vías que son posibles a este efecto.

HIPÓTESIS DE UNA ELECCIÓN EMPÍRICA DE LAS FINALIDADES DIRECTAS

En primer lugar, se podrían considerar los objetivos como hipótesis. La determinación racional de los objetivos consistiría entonces en poner a prueba, sucesiva o simultáneamente, varios objetivos y en retener aquel que mejor resista la prueba. Pero para aplicar este procedimiento sería necesario disponer de un criterio que permita juzgar del carácter aceptable de un objetivo. Cuando la puesta a prueba se aplica a un fenómeno físico, el criterio está disponible: es un *criterio de conformidad de lo real a la hipótesis*. Cuando se aplica a la acción el criterio constituye un problema por sí mismo: para apreciar el resultado de un comportamiento es necesario poder compararlo con un resultado con-

siderado como deseado. Y se deberá preguntar a qué se llama deseable o según qué *criterio de deseabilidad se juzgará*.

El recurso a nociones tales como las de utilidad social o de satisfacción resulta vano, porque tales nociones son o bien puramente formales y pueden servir para justificar lo que sea, o bien puramente subjetivas y no susceptibles de un acuerdo intersubjetivo.

La apelación directa al método empírico de control de las hipótesis no consigue entonces sino postergar el problema de los fines. Sólo permite escoger los objetivos de la acción cuando son dados los criterios de deseabilidad.

HIPÓTESIS DE UNA AUTOFOCALIZACIÓN DE LA CIENCIA

Es necesario destacar aquí que la ciencia, al desarrollarse, propone por sí misma nuevos objetivos a la investigación, y esto tanto en el orden teórico como en el empírico. En el orden teórico las dificultades encontradas en la utilización de las representaciones existentes de lo real plantean problemas teóricos precisos que es necesario resolver antes de seguir adelante. Las dificultades vinculadas a la electrodinámica de los cuerpos en movimiento han obligado así a la física a revolucionar el marco teórico de la mecánica clásica.

La utilización de la tecnología derivada de la ciencia crea, por otra parte, nuevos problemas, de los cuales no se puede esperar salir más que por un uso reforzado del método científico. Así, la industria moderna y el arte militar introducen en la biosfera desequilibrios que trastornan las regulaciones naturales y que deben ser compensados por nuevas acciones basadas en la tecnología científica. Se citará aquí el fenómeno de la superpoblación originada por la utilización generalizada de los nuevos conocimientos médicos. El desequilibrio engendrado de esta forma puede ser corregido gracias a una transformación radical de los métodos de producción de la nutrición; por ejemplo, bajo forma de síntesis artificial de las proteínas o mediante una modificación de la tasa de fecundidad de los matrimonios, y, aún mejor, mediante ambos métodos a la vez.

En una cierta medida la ciencia engendra así por sí misma, una vez puesta en marcha, sus propias finalidades. En un principio, éstas vienen dictadas por necesidades objetivas o por concepciones o preocupaciones pre-científicas, de naturaleza filosófica o ideológica. Pero una vez iniciado, el proceso se desarrolla por sus propios medios: genera inevitablemente exigencias que harán acto de presencia con los nuevos desarrollos, los que a su vez harán aparecer nuevas exigencias, y así sucesivamente. A este respecto se podría hablar de un *desarrollo endógeno de la ciencia* y, de forma más general, de la práctica racional.

Pero en la realidad esto significa simplemente que, una vez planteada la práctica científica, existen ciertas normas que son aceptadas de un modo tácito. Si se presta atención a los problemas teóricos, observamos de que no existe exigencia de reajuste teórico más que en relación con una *norma de eficacia de la teoría*, es decir, con un principio directo de naturaleza epistemológica. Este principio permanece, en general, subyacente y sirve de hilo conductor a la reflexión teórica.

De la misma forma, en el orden práctico, las acciones emprendidas para corregir los desequilibrios nacidos de las acciones precedentes o bien se encuentran subordinadas a los fines de estas últimas, o bien apelan a fines considerados por sí mismos, pero que, en todo caso, no vienen impuestos por la sola existencia de los desequilibrios. (Así, si el desarrollo de ciertas industrias provoca la contaminación del aire, se

estima que se debe luchar contra ésta por ser nociva para la salud de la población. La finalidad de salud no proviene como tal del solo hecho de la contaminación del aire.)

La autofinalización de la ciencia, y de una forma más general el desarrollo endógeno de la acción racional, no ofrece entonces solución al problema de los fines. Contribuye sin duda a la determinación concreta de ciertos objetivos, pero no puede hacerlo sino en relación con fines que, por otra parte, deben ser dados; su intervención permanece entonces subsidiaria.

HIPÓTESIS DE LAS FINALIDADES BIOLÓGICAS O «NATURALES»

En la práctica humana, de la cual la ciencia forma parte, la finalidad se deja reducir a veces a una exigencia de supervivencia.

Podría tenerse la tentación de reducir esta norma a consideraciones biológicas, más precisamente a la teoría científica, según la cual la vida tiende siempre a inventar formas de adaptación más adecuadas. Hace aparecer de esta forma una norma de optimización: el aumento de las posibilidades de supervivencia, ya sea a nivel de los individuos o al menos a nivel de las especies¹.

Como quiera que sea, la comprobación de una norma natural no se confunde con la adopción de una máxima para la acción. Si decidimos tomar por línea de conducta aumentar las posibilidades de supervivencia de la especie humana, transformamos por ello un principio normativo externo en uno interno, un principio de regulación natural en uno de comportamiento racional. Sin embargo, no existe una vía de paso analítica de uno a otro.

Las leyes naturales de la evolución (en la medida de su existencia) no son, de ningún modo, condicionantes para nuestra conducta. Pero sería entonces en nombre de un principio que podría ser así formulado: «debemos actuar de tal forma que las máximas de nuestra acción concuerden con lo que se puede saber de las leyes naturales de los procesos que nos conciernen». Tal principio no procede de ninguna forma de las leyes científicas sobre las cuales pretende apoyarse, ni del método científico mismo: entre una ley natural y una máxima de acción existe una heterogeneidad radical. Como se ha mostrado abundantemente, un juicio normativo no puede reducirse a un juicio de hecho. Y las proposiciones de finalidad que comprueban simplemente la existencia de un proceso de optimización en ciertos fenómenos naturales no son más que juicios de hecho, juicios cognoscitivos: no imponen nada a la acción humana.

El recurso a una norma de este tipo implica una cierta idea del comportamiento humano: la acción del hombre se representa, aunque sea de forma no temática, como una simple prolongación de los procesos naturales (físicos, biológicos), y propone como finalidad al hombre bien sea reproducir estos procesos a su nivel, como en imagen, bien sea favorecerlos interviniendo en los puntos en que se encuentran contrariados, en razón de interferencias con otros fenómenos juzgados parasi-

¹ Hay que destacar, por otra parte, que los principios normativos de este tipo son frecuentes en las ciencias naturales. Ya en la física, bajo el concepto de principios de extremum, se encuentran normas reguladoras que hacen aparecer una seudofinalidad (por otra parte puramente immanente) al nivel de los fenómenos mecánicos. Los comportamientos condicionados por normas reguladoras presentan, evidentemente, analogías con aquéllas que resultan de una finalidad.

tarios. El primer caso queda ejemplificado por la antigua concepción del arte que «imita la naturaleza», y el segundo por una cierta concepción de la medicina como acción antiparasitaria. Pero lo que precisamente nos muestra toda la experiencia de la práctica racional es que esta asimilación de la acción a un proceso natural es altamente discutible. Cuando la acción se modela sobre este o aquel proceso natural, es ella misma quien decide ligarse de esta forma, sin ser obligada a ello en modo alguno por una ley de la naturaleza. Y, por otra parte, la misma práctica racional modifica lo dado en el hombre y en su circunstancia, de tal forma que la acción llega a ser cada vez más capaz de poder disponer de las condiciones iniciales: ciertamente, los procesos siguen obedeciendo a las leyes de la naturaleza, pero las condiciones iniciales son determinadas cada vez menos por procesos naturales y cada vez más por otros actos humanos anteriores. Y al mismo tiempo la acción se abre a sí misma posibilidades siempre nuevas. Por ejemplo, a partir del momento en que se ha conseguido dominar la energía nuclear, su utilización ya no vendrá más condicionada por la «naturaleza». Cada vez se vuelve más ilusoria la solución que consistiría en buscar normas prácticas en los juicios de hecho, es decir, en la observación del curso natural de las cosas.

LA FOCALIZACIÓN «A PRIORI»

Las dos primeras hipótesis contempladas (selección de los objetivos a partir de una prueba empírica, autofocalización de la práctica racional) no resolvían el problema de la determinación de las finalidades. Invocaban una prueba de eficacia o la conformidad a criterios o finalidades dadas con antelación; por ello, hacían surgir de nuevo el problema que se supone debían resolver. La tercera hipótesis, de tipo «naturalista», intenta utilizar datos objetivos ofrecidos por las ciencias de la naturaleza. Tal proceso puede ser calificado de apriorístico. Sin embargo, como hemos visto, no parece satisfactorio. Esto parece sugerir que la determinación de las finalidades de la acción debe ser buscada en consideraciones que tienen un cierto carácter de aprioridad en relación con los datos naturales. Pero es importante precisar bien de qué aprioridad se trata.

Si se recurre a uno de los conceptos clásicos de lo apriorístico, se choca con dificultades bien conocidas. Según esos conceptos existen datos independientes de la experiencia empírica que pertenecen a la esfera de la subjetividad y que es posible poner en evidencia mediante un análisis reflexivo. Se trata, por ejemplo, ya sea de ideas innatas o de formas puras que determinan la estructura del sujeto, o bien de elementos afectivos o valores percibidos por intuición. La objeción fundamental que puede hacerse a los métodos que invocan datos *a priori* es que no han permitido nunca, por lo menos hasta ahora, un verdadero acuerdo intersubjetivo. Es cierto que los pensadores que han elaborado las teorías del *a priori* no son pensadores aislados: han tenido discípulos y todavía tienen partidarios. Pero aparte que otros pensadores niegan pura y simplemente la existencia de datos *a priori*, los métodos que proponen sus defensores no parecen capaces, como los métodos empíricos-formales, de hacer posible un acuerdo general e incluso provisional. Ello se debe justamente a que estos métodos no son de naturaleza operatoria. Hemos visto que si los métodos empíricos y formales hacen posible el acuerdo, es porque tienen la naturaleza de una práctica. El acuerdo no es identidad de visión ni participación de evidencia, sino convergencia en la acción. Además, las teorías del *a priori*, propuestas históricamente, han permanecido siempre en niveles de extrema generalidad formal, y por ello se han revelado muy poco fecundas en la determinación efectiva de los modelos de conducta.

INVENCION DE LAS NORMAS EN LA ACCIÓN

No parece que pueda prescindirse absolutamente de una cierta forma de aprioridad, ya que no es posible confiar completamente en las proposiciones de hecho. Pero, sin embargo, no se puede recurrir a un método que se limite a invocar un *a priori* subjetivo, que se supone perceptible de forma directa (por intuición o reflexión). Hay que distinguir, sin duda, dos momentos en el manejo de las normas: el momento de la proposición de las normas y el momento de su justificación.

El error de las doctrinas del *a priori* consiste, sin duda, en considerar la realidad humana como dada a sí misma una vez por todas y accesible —al menos en principio— a la reflexión, independientemente de su propia puesta en práctica, no sólo en su propia capacidad de pensar y actuar, sino incluso en su contenido. Desde este punto de vista, la acción no sería más que el despliegue de este contenido, presente en ella con antelación y por él mismo visible en una evidencia no empírica (por ejemplo, bajo la forma de una intuición intelectual o de una percepción pura de los valores).

Sin embargo, la experiencia histórica en todas sus formas, y particularmente en la del pensamiento científico, nos enseña que la realidad humana es invención perpetua de ella misma, sobrepasándose sin cesar hacia un futuro siempre inesperado. Una tal invención no puede hallarse *a priori* en la soledad de la reflexión, sino solamente después, ya comprometida en su actividad creadora. Enigma para sí misma, sólo puede descifrarse a través de lo que se manifiesta por sí, es decir, a través de sus obras. La acción es autorreveladora porque sólo manifiesta sus poderes poniéndose a prueba: no en el sentido en que el actor pone en evidencia potencialidades escondidas, sino en el sentido mucho más fuerte de determinar su futuro, afectándose el mismo de una forma irreversible. La acción no constituye solamente una pedagogía, sino que es verdaderamente una creación.

Esto queda perfectamente ilustrado por la práctica científica. El pensamiento científico no puede ser concebido como la simple puesta en obra de un conjunto de conceptos que hubieran estado disponibles anteriormente y una vez por todas, aunque sólo fuera de una forma no consciente, como si la virtud de la encuesta empírica consistiera sólo en hacer al pensamiento progresivamente consciente de sus instrumentos de inteligibilidad.

La investigación crea problemas sirviéndose naturalmente de los conceptos ya disponibles, pero sin tener la seguridad de que estos conceptos podrán servir para resolver la situación. En los casos más decisivos se pone en evidencia precisamente que el aparato conceptual existente no es adecuado y que se impone una transformación más o menos profunda. Son creados entonces nuevos conceptos, y aparece un nuevo encuadre de la inteligibilidad. Naturalmente, el nuevo aparato conceptual debe mostrarse capaz de retomar la virtud de los esquemas caducos, pero no se puede decir que estaba inscrito en ellos en potencia ni en modo alguno preformado.

Toda *invención conceptual* marca así un momento de ruptura: constituye verdaderamente la emergencia de una nueva forma de pensamiento. Tal creación no tiene nada de gratuito en verdad. En cierta forma está condicionada por la situación problemática de la cual surge, y sólo se justifica por su capacidad de recuperar lo adquirido, de resolver el problema planteado y de abrir nuevas vías a la investigación.

No ocurre de otra forma en la acción, es decir, en este comportamiento por el cual el ser humano se cuestiona a sí mismo, ya sea en lo individual o en lo colectivo, se arriesga y se juega, y se afirma afectando el medio que lo rodea. Así como el pensamiento forja sus conceptos

sobre las situaciones mismas en que se compromete, la acción forja sus máximas en las circunstancias mismas de su ejercicio. Así como el pensamiento no se constituye como tal más que en la invención conceptual, no se plantea la acción como tal más que en la *invención axiológica*.

Pero así como el nuevo concepto se impone, por así decirlo, al pensamiento a partir de una especie de lógica interna que excluye todo lo arbitrario, asimismo se impone la nueva norma a la acción a partir de un desarrollo autónomo que excluye toda gratuidad.

Existen rupturas en la invención conceptual, pero al mismo tiempo relaciones sistemáticas: un nuevo sistema no es totalmente exterior a los sistemas anteriores, retoma en sí todo lo que aquellos comportaban de válido, gracias a una radicalización de los fundamentos sobre los cuales se basaban.

Tampoco existe discontinuidad total entre los sistemas normativos. Incluso si existe ruptura siempre emerge después una nueva norma que constituye un análisis más profundo de las exigencias aportadas por las antiguas normas.

Por un lado, existe una evolución con todo lo que esto comporta de imprevisibilidad y de aparente contingencia. Por otro, existen relaciones que se pueden leer retrospectivamente como manifestaciones de una necesidad. No es, por tanto, *a priori* que la invención se efectúa en la pura reflexión, sino dentro de una problemática histórica concreta. Un acto digno de este nombre no constituye nunca la simple aplicación a una situación dada de una norma preexistente que bastaría invocar en el momento deseado. El acto es a la vez invención de una solución práctica para el problema planteado y de la norma según la cual es producida esta solución.

Existe, entonces, una *vida de las normas*. Cuando aparentemente es invocada una misma norma en momentos diferentes, lo es según modalidades particulares y múltiples que diversifican y enriquecen su significado. Podría decirse que el hombre se inventa en la acción, no sólo en lo referente a sus caracteres culturales y estructuras mentales, sino también en su humanidad, es decir, en cuanto a la calidad que él cree conferir a su existencia.

Cuando son fuertes los condicionamientos exteriores se restringe el *campo de invención axiológica*, limitándose éste a las relaciones interhumanas más inmediatas. Al aumentar las posibilidades de intervención en el medio exterior o interior, se extiende al mismo tiempo el campo de invención axiológica. Es lo que distingue a la época moderna de los períodos que han precedido a la mutación científica y tecnológica: el hombre fija cada vez con mayor libertad sus relaciones con su medio y la forma en que pretende asumir su vida.

Se ha podido tener la impresión de que lo esencial del comportamiento de la especie humana venía dictado por imperativos biológicos, que su más apremiante necesidad era sobrevivir y extender su dominio sobre el medio para mejor asegurar su seguridad. Pero no se trata aquí sino del aspecto más exterior de lo que está en cuestión, el más transitorio por otra parte, puesto que desde ahora la supervivencia de la especie no está ya inmediatamente amenazada por el medio natural.

Lo que verdaderamente importa al hombre es la forma en que valora la vida, en que la transforma y le da su sentido. La vida para él no constituye nunca un simple dato biológico. Representa lo que, a través de la realidad biológica, aparece y anhela desarrollarse: el reino de la palabra, es decir, la inteligibilidad, la comunicación, la presencia, la celebración.

Un término muy arcaico podría servir quizá para expresar lo que en la vida se propone como una exigencia que la sobrepasa y al mismo tiempo la expresa: el término armonía. En un primer sentido, la armonía significa un equilibrio, un funcionamiento feliz, un ajuste afortunado de la vida a sus condicionamientos, una adaptación juiciosa del medio exterior a sus fines. En un sentido más profundo, que por lo demás incluye al primero, designa un estilo de existencia en el cual todo es consonante y en el que la vida concuerda con la palabra y recíprocamente; en que uno se siente en íntima comunión con el mundo y se pone a prueba llevado por un surgir incesante de inspiración que lo llena de un profundo sentimiento de gozo.

Sin duda, es esta exigencia de armonía, que procede de lo más profundo de la vida y la impulsa hacia su realización, la que opera en la actividad de la conciencia que plantea normas. No existe nunca un sistema normativo acabado. El esfuerzo axiológico permanece siempre actuante. Lo que produce es siempre aproximativo e inadecuado. Pero está focalizado por una exigencia central que se va presentando a medida que se extiende el campo de las posibilidades.

JUSTIFICACIÓN DE LAS NORMAS

Si ello es así, se concibe lo que podría ser el momento de la justificación. En el dominio del pensamiento científico la justificación es doble: por una parte, debe mostrar la coherencia interna de las proposiciones teóricas, y, por otra parte, debe estar de acuerdo con los datos empíricos disponibles. En el dominio de la acción se encontrará de nuevo esta doble forma de la justificación: realización de una coherencia, acuerdo con las condiciones concretas de la acción. La justificación no invoca modelos preexistentes que se pudieran concebir independientemente de la acción misma. Y en este sentido no depende de un método puramente *a priori*.

La *condición de coherencia* concierne a la relación de la norma propuesta con las demás normas retenidas, bien se trate de normas anteriores y consideradas como siempre válidas o de normas propuestas simultáneamente en otros sectores de la acción. Esta condición es de naturaleza formal.

La otra condición, que se podría llamar *empírica*, dado que concierne a las relaciones de la norma y de la acción concreta, consiste en pedir que la norma haga la acción a la vez eficaz, fiel a sí misma y fecunda. Eficaz, es decir, realmente capaz de responder a la situación dada, en su particularidad. Fiel a ella misma, es decir, capaz de estar de acuerdo en su respuesta con el dinamismo que la impulsa, con la exigencia misma de la normatividad en ella o también con esta aspiración de armonía de que se ha tratado más arriba. Fecunda, es decir, capaz de prolongar este dinamismo hacia el futuro, de abrir nuevos campos a su creatividad, de radicalizar su exigencia interna.

La acción es fundamentalmente un dinamismo creador, cuya ley interna es una llamada permanente a la superación y a la expansión. Esta ley representa una exigencia infinita. Sobrepasando por su naturaleza misma a lo dado, no puede ser controlada por lo dado. La justificación de las orientaciones de la acción no puede consistir entonces en una comparación de la acción con alguna realidad exterior a ella (si bien debe tener en cuenta los condicionamientos empíricos), sino solamente en una comparación de la acción consigo misma. Dicho de otra forma: no es accesible más que a un método reflexivo.

Sin embargo, esta reflexión no constituye un intento de hacer visibles determinaciones innatas. Se trata de un esfuerzo para captar de nuevo las exigencias internas que la definen, en el ejercicio mismo de la acción, en los desafíos que le son propuestos y que ella se propone.

Hay que reconocer, sin embargo, que una justificación de esta naturaleza no puede ser asimilada a aquella que interviene en el orden científico. No está basada en pruebas empíricas en el sentido estricto, sino en una apreciación de la acción por sí misma; se expresa en juicios que pertenecen más al orden estético que al cognoscitivo, y por ello no se presta tan fácilmente como el proceso científico a un procedimiento de acuerdo intersubjetivo.

Sin embargo, tal reflexión no tiene nada de arbitrario o de irracional. Puede crearse sus conceptos y expresarse en proposiciones ofrecidas a la discusión. La justificación de las normas de la acción, aunque no depende de la racionalidad científica, no es ajena a la racionalidad. Al lado de la *racionalidad empírico-formal* desarrollada por el pensamiento científico, hay lugar para una *racionalidad de tipo reflexivo* encargada de controlar lúcidamente las orientaciones normativas de la acción.

IDEA DE LA POLITICA CIENTIFICA: EFICACIA Y RESPONSABILIDAD

Necesidad de un control racional de la evolución

Por su eficacia, la ciencia abre hoy a la acción humana campos inmensos, y todavía abrirá otros que son insospechados; por ello mismo aumenta considerablemente la indeterminación de la acción e impone a ésta elecciones cada vez más numerosas, algunas de las cuales, presentimos, están llamadas a tener un carácter absolutamente decisivo para el porvenir de la especie humana. Hasta aquí los progresos científicos y tecnológicos han sido el resultado de decisiones extremadamente parciales, más o menos anárquicas, en gran parte inconscientes de su verdadero alcance. Las decisiones de la práctica gubernamental y social se han basado, por otra parte, en finalidades muy sumarias de subsistencia o de predominio de clanes o naciones, al menos en una amplia medida. Nuestra época elabora métodos de organización y previsión que deben permitirnos tomar decisiones más coordinadas y conscientes de sus consecuencias a mediano y a largo plazo, cada vez más eficaces y al mismo tiempo cada vez más lúcidas.

Estamos embarcados entonces en un proceso de mutación que nosotros mismos hemos desencadenado y que no podemos evitar conducir hasta su término.

En efecto, en el estado actual de la mutación, ésta permanece inacabada y las consecuencias de nuestras decisiones parciales pueden engendrar evoluciones irreversibles e imprevistas mediante una especie de efecto de autofocalización y acorralarnos frente a catástrofes. Podríamos encontrarnos en un momento dado en la situación de un jugador que advierte bruscamente que se encuentra en la posición de jaque-mate sin haberse dado cuenta del alcance de las maniobras que le han conducido a ello. Es absolutamente urgente para nosotros retomar racionalmente el control de nuestro devenir. Este control debe ser doble: por un lado, debe hacernos conscientes de las consecuencias, incluso lejanas, de nuestras elecciones y, al mismo tiempo, conscientes de lo que verdaderamente queremos.

*La política científica, articulación racional de lo racional
y de lo razonable*

La política científica debe ser más que una utilización científica de la ciencia. No existe política, en el sentido completo del término, si no existe al mismo tiempo evaluación científica de las consecuencias de la elección y justificación de la elección misma en la reflexión racional. Por ello, no es solamente una práctica científica, sino también un arte de la elección; pertenece a su esencia querer ser un arte de la elección racional, es decir, ser a la vez esclarecido y responsable.

El proceso científico permite realizar elecciones esclarecidas. Esto no basta, sin embargo, para conseguir una elección perfectamente responsable. Porque aquel que decide no es verdaderamente responsable, ni es realmente capaz de asumirse él mismo y de responder por sí mismo ante su propio juicio y ante el de los demás (incluso el de aquellos que no han nacido todavía) más que en la medida en que verdaderamente intenta medirse con las exigencias más profundas de la acción.

Pero la acción no es ciega para sí misma; ella es capaz de percibirse en su lucha con el acontecimiento, en su propia inserción concreta, siempre particular, y por ello de reflejar la exigencia que la anima. Pero esta exigencia no es otra cosa que la voz interior de la razón. La acción tiene su riesgo en el riesgo mismo de la razón.

Quizá podamos poner claridad en sus premisas distinguiendo los términos de «racional» y de «razonable». El método científico es racional en tanto que mide el conocimiento como una norma intersubjetiva de adecuación y de eficacia, la cual define un ideal de saber operatorio. Las exigencias de la razón, es decir, de la armonía, o también de la libertad, definen el dominio de lo razonable, del que depende la justificación de las normas.

La política científica tiene por misión propia articular lo racional con lo razonable, poniendo al servicio de éste todos los recursos de la racionalidad bajo la forma de una *justificación científica de las decisiones* y a la vez de una *justificación reflexiva de las normas*, en cuyo nombre aquéllas son tomadas.

Responsabilidad de la ciencia

La política científica realiza una penetración de la ciencia en el ámbito del poder, acreciendo al mismo tiempo su responsabilidad. Ya no es posible hoy día considerar la ciencia como un simple instrumento exterior en relación a los fines propuestos. Ya no es dable distinguir entre los medios y los fines, y, tanto que nos guste o no, nuestro destino y el de nuestra razón están consustanciados con el desarrollo de la ciencia, que ya no puede ser más pensada en función del solo saber, sino en su responsabilidad. Su futuro se confunde con el propio devenir ético del hombre.

Ciertamente, este devenir concierne a todos los hombres: se necesita la participación, la discusión, el concierto y la complementación de las diversas perspectivas para que existan posibilidades de orientar la acción del modo más fecundo. Los conductores de la ciencia, puesto que saben mejor que los demás lo que está en juego y obran con eficacia, están cargados de una responsabilidad más específica. Su misión exige no solamente conocimiento, justa comprensión y pasión por el raciocinio, sino además sabiduría, visión armónica y pasión por lo razonable. Nada se consigue de un golpe, ni surge por sí mismo, ni está seguro para siempre. El hombre se inventa y se crea en la incertidumbre y en el riesgo. El mismo se fabrica sus admirables retos.

De él depende la solución: o bien traba su propio devenir aplicando su innata capacidad potencial a fines estériles—ya sea en el campo de la productividad por sí misma o en el ejercicio del poder, o en la pura diversión—, o, por el contrario, se entrega a una continua creación, superando lo existente en un impulso ascensional hacia la más auténtica realidad humana.

No seremos lo que la naturaleza, el ambiente o el destino insondable hayan hecho de nosotros, sino lo que nos hayamos propuesto ser. Esto es, al menos, lo que nos permite entrever la presente mutación—todavía no terminada, pero ya irreversible—de la sociedad.

Segunda parte

Los hechos

3. El marco social, cultural y económico de una política científica

EL PLAN MUNDIAL Y EL PLAN NACIONAL

La acelerada difusión de los conocimientos y técnicas que caracteriza a nuestra generación pone en evidencia la creciente universalidad de la aventura humana, y ya se avizoran tiempos en los que exista una política científica mundial que tenga el cometido de elegir y orientar en el campo de las más importantes investigaciones dirigidas a la realización de los grandes designios humanos y deducir, consecuentemente, las directrices para la consiguiente asignación de los recursos científicos del mundo.

¿No podría ser posible la existencia, ya en la actualidad, de un debate internacional permanente sobre la importancia respectiva que presentan para la humanidad la conquista del espacio, la curación del cáncer o la solución de los problemas de la nutrición o de la ciudad? Sin embargo, apenas se apunta todavía una época en la que tales debates lleguen a conducir a importantes decisiones políticas y financieras.

La política científica de hoy día tiene su principal vigencia en un plano nacional. Su objeto es aumentar y movilizar el potencial científico y técnico de un pueblo o de un Estado al servicio de los fines que persigue su propio gobierno. Cuando varios gobiernos comparten el mismo objetivo puede suceder que reúnan sus recursos. La cooperación científica internacional, que es objeto del capítulo 8, constituye sin duda alguna el comienzo de una apertura hacia un orden de motivaciones más amplio que el interés nacional. Pero es importante comprobar que, en la fase actual, los objetivos de esta cooperación son todavía estrictamente nacionales y que las instituciones para ella creadas no prosperan, por otra parte, más que cuando el interés nacional de los Estados participantes y cotizantes encuentra en ella su justa compensación.

Sin embargo, es evidente que la suma de los intereses nacionales, tanto en materia científica como en otros campos, no coincide con el interés de la humanidad y que, por ello, la suma de todos los presupuestos científicos nacionales no nos daría la imagen de un razonable presupuesto científico mundial. Todo el mundo sabe que las investigaciones con objetivos militares reciben una parte muy amplia de este total y que los proyectos motivados por la competición industrial y las luchas de prestigio absorben la mayor parte de lo que queda. En comparación bien débil es la parte reservada a la investigación médica, a la preservación del patrimonio natural y cultural, a los problemas del desarrollo eco-

nómico del tercer mundo, a los de la ciudad, de la educación, de la contaminación del aire y del agua, y de tantos otros problemas esenciales de la época en que vivimos.

El humanista lamenta esta distorsión, a la vez que considera inevitable que los gobiernos y las empresas se interesen menos por las investigaciones, cuyos resultados aprovecharán al conjunto del mundo que por aquéllas de las que esperan obtener poder, prestigio o beneficios en las rivalidades que les oponen. Por ello, incumbe a las Naciones Unidas y a las diversas instituciones que dependen de ellas, tales como la Unesco, satisfacer, dentro del límite de sus recursos, las necesidades más urgentes entre aquellas que son desatendidas. Dirigen por ello su esfuerzo esencial hacia la contribución concreta que la ciencia puede aportar al desarrollo económico, social y cultural de todos los pueblos. Es inútil subrayar hasta qué punto son desproporcionados los fondos actualmente disponibles para atender este orden de necesidades. El conjunto de actividades de las instituciones que pertenecen al sistema de Naciones Unidas será objeto en adelante de un «plan mundial para la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo» a efectos de racionalizar su uso hasta donde sea posible. En dicho plan se verá quizá el germen de una futura política científica a escala mundial, pero, sin duda, durante mucho tiempo no alcanzará a utilizarse en él más que una pequeña fracción de los recursos que el mundo consagra a la ciencia.

Las políticas nacionales acaparan hoy día el interés de las naciones. Resulta explicable, por ese motivo, el gran despliegue de actividades de la División de política científica de la Unesco, que tiene por finalidad ayudar a los Estados miembros a elaborar o perfeccionar su propia política. La Unesco ha adquirido en pocos años una notable competencia resultante del cotejo de las experiencias entre países pertenecientes a los más diversos estadios de desarrollo económico, social y cultural.

Resulta de ahí evidente que los objetivos, métodos y estructuras que conviene recomendar a un país para su política científica y técnica dependen primordialmente de la fase de desarrollo en que aquél se encuentra, no pudiendo ser entonces reducidos a una tipología simple universalista. Esta obra habrá cumplido su objetivo si sus lineamientos permiten a las autoridades de cualquier país analizar la situación, realizar más tarde una elección de los objetivos y racionalizar, por último, las estructuras y modos de acción gubernamental a partir de estas premisas.

EL CONTEXTO ECONOMICO

La situación de los países del mundo es infinitamente diversa y ninguno de ellos sigue exactamente en el devenir de su desarrollo económico las mismas etapas que los que en este aspecto le preceden. Cada país pasa, sin embargo, por una serie de etapas sucesivas que constituyen un encadenamiento lógico y necesario y similares a aquellas por las que otros países han pasado. Es útil referirse por ello a algunas situaciones típicamente comunes para analizar y apreciar la estructura y situación de una economía e iniciar una reflexión sobre los objetivos que el país podría perseguir y la política que en consecuencia podría darse.

Para la descripción de estas situaciones podría escogerse un orden de alguna forma «filogenético» que proceda desde el estado de desarrollo más simple al más complejo. El procedimiento inverso por nosotros escogido será quizá menos cartesiano, pero permitirá, en cambio, una más rápida captación de sus diferencias esenciales.

LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

El estadio más avanzado de aplicación de la ciencia al desarrollo se encuentra actualmente en los Estados Unidos de América. Este país ha alcanzado un producto bruto de cerca de 3.700 dólares por habitante.

La agricultura, como consecuencia de una fuerte mecanización, ocupa solamente a un 6 por 100 de la población activa. En la industria manufacturera la mecanización y la automatización liberan igualmente una parte de la fuerza de trabajo que llega al sector de los servicios, a medida que las necesidades esenciales de la población en productos manufacturados se aproximan a la saturación.

En el interior de la misma industria manufacturera, una parte de la población se desplaza gradualmente hacia la construcción mecánica y eléctrica, porque el acto productivo principal del trabajador industrial consiste cada vez menos en elaborar el producto o incluso en servir a la máquina que lo elabora, sino más bien en construir una máquina que lo elabore después automáticamente.

A esta profunda modificación de las estructuras de la actividad corresponde una transformación no menos profunda de la naturaleza del trabajo y de las calificaciones que exige. Por las razones que vamos a resumir, la evolución corresponde a la exigencia de una instrucción general más completa para una cada vez mayor proporción de trabajadores.

Consideraremos en primer lugar la agricultura, aunque este sector haya cesado de desempeñar un papel característico. Dado que el número de personas activas por empresa disminuye sin cesar, el trabajador debe alcanzar a cumplir toda una serie de funciones diversas, a pesar de su creciente tecnicidad. Se eleva entonces gradualmente el número y el nivel de los conocimientos necesarios al agricultor.

A diferencia del agricultor, el trabajador industrial no cumple más que un tipo de tareas, pero la proporción entre tareas simples y complejas aumenta considerablemente. Las tareas manuales más simples son las primeras en desaparecer, seguidas muy pronto en la mecanización por los trabajos manuales difíciles que constituían antes el orgullo del trabajador calificado. Las tareas intelectuales de rutina que exigían innumerables empleados de oficina se confían cada vez más a ordenadores. Las actividades técnicas de reparación y mantenimiento del material no disminuyen, sino que llegan a ser dominantes en la empresa. Sucede lo mismo con las actividades de gestión, venta y preparación del futuro. Sin embargo, el material se va haciendo más complejo, ya que el producto y el mercado cambian más aprisa. No se trata de trabajos estrictamente repetitivos, sino que exigen iniciativa y capacidad de juicio.

El sector de los servicios experimenta una evolución paralela a la de la industria manufacturera, a la cual se asemeja, por otra parte, cada vez más por el uso de las máquinas, la extensión del salariado y el decrecimiento del trabajo independiente.

Cualquiera que sea su profesión, un trabajador ya no puede pensar en cumplir a lo largo de toda su vida profesional el mismo tipo de tareas, puesto que los oficios han perdido su permanencia. Entre la entrada de un obrero o de un empleado en la profesión y la edad de su retiro, los progresos tecnológicos sucesivos habrán revolucionado muchas veces los métodos de producción. Los trabajadores deben adaptarse entonces una y otra vez a nuevas tareas, incluso si permanecen en la misma empresa o en el mismo sector, debiendo ser numerosos los que habrán de cambiar de sector en el curso de su carrera.

En las industrias basadas en la ciencia, de las que forma parte el sector de los bienes de equipo, el producto es objeto de cambios más rápidos todavía que en las otras industrias. Por ello, una parte cada vez más importante de la fuerza de trabajo de estos sectores no queda afectada a la producción corriente, sino a la preparación de las futuras

producciones: investigación científica, desarrollo experimental, innovación tecnológica y lanzamiento comercial de nuevos productos y procedimientos. El conjunto de estas operaciones ocupa un lugar cada vez más importante en la actividad de las empresas, cuyo producto no tiene más que una duración de vida comercial de algunos años. Tal es el caso especialmente de los productos químicos de síntesis, así como de las máquinas y aparatos: nuevos productos, nuevos modelos que resultan de la investigación están llamados a superar al cabo de pocos años a aquellos actualmente producidos y vendidos. La proporción del personal de estas industrias, cuyo trabajo exige un elevado nivel de formación intelectual general, tiende a crecer rápidamente.

En resumen, la decadencia de los trabajos físicos simples (obreros) ha sido seguida rápidamente por la de las calificaciones puramente manuales que se adquieren por aprendizaje (obreros especializados y artesanos calificados) y por la de las tareas ordinarias de oficina (empleados). La especialización sigue siendo igualmente necesaria, pero concierne más al caudal de conocimientos teóricos, sin los cuales el trabajador no puede ni formarse cómodamente para su tarea, ni ponerse periódicamente al día y todavía menos reconvertirse cuando debe cambiar de oficio. Por otra parte, el proceso de investigación-desarrollo, de innovación tecnológica y propagación de la innovación, que por sí mismo comporta un mínimo de tareas de rutina, no puede ser confiado más que a un personal intelectual. Lo mismo sucede con las actividades de gestión (*management*), las cuales toman amplitud a medida que la sociedad se complica y se diversifica.

La sumaria descripción que precede explica por qué la actual estructura económica de los Estados Unidos exige la escolarización en un nivel avanzado para una proporción importante de la población activa. La generalización de la enseñanza secundaria y el desarrollo de la enseñanza superior han respondido por tal motivo en este país a una necesidad directa del aparato de producción.

La necesidad estructural de instrucción se ve ampliada todavía por el hecho de que los Estados Unidos son conducidos a especializar cada vez más su comercio de exportación en productos de tecnología avanzada, llegando a ser en esta forma los abastecedores de equipos y de productos de síntesis respecto a una gran parte de las necesidades mundiales. Esta especialización resulta de las condiciones de competencia que reinan en el mercado mundial entre países cuyo producto bruto por habitante es muy diferente.

Se sabe que la remuneración media de los trabajadores es proporcional, en una primera aproximación, al producto medio bruto por habitante que se alcanza en el país en cuestión. En las industrias tradicionales de consumo, como la textil, o en las industrias de base, como la siderurgia, la competencia de países recientemente industrializados ha llegado a ser muy intensa para aquellos otros que pagan salarios elevados. La industria americana tiende entonces a desprenderse de estas producciones para especializarse en aquellas en las cuales su avance en tecnología y en educación le asegura una protección, ciertamente temporal, pero pasablemente estable: éstas son las industrias que tienen por base la ciencia¹. En efecto, los países en vía de desarrollo sólo llegarán

¹ Se designa así, globalmente, el sector de la construcción mecánica, eléctrica y electrónica, y el de la química.

Bajo ciertas formas, el artículo mecánico, electromecánico o electrónico ha llegado a ser ya objeto él mismo de una intensa competencia, sobre todo por parte de los países que han llegado a un nivel intermedio de desarrollo, como Europa y el Japón. Pero se trata sobre todo del artículo en serie, destinado a los hogares, cuya tecnología ha llegado a ser clásica. Es típico que incluso en tales sectores América se vea obligada, por la competencia de países con salarios medios, a ponerse al amparo de técnicas cada vez más avanzadas.

a alcanzar elevadas tasas de escolarización en el nivel secundario y superior al cabo de varios decenios, y únicamente en este momento dispondrán de los efectivos necesarios de trabajadores educados para desplegar a su vez una expansión cuantitativa de las industrias científicas en las que, por supuesto, se hallan ya iniciados.

El lugar que ocupan las industrias de base científica en la estructura económica de los Estados Unidos aparece así más grande que el que sería exigido por sus solas necesidades interiores, y las necesidades de la competencia impulsan a las empresas y al Estado americano a acentuar todavía más esta especialización, desplegando sus actividades de investigación científica y de desarrollo experimental en todas las orientaciones de la tecnología avanzada.

Se puede afirmar, entonces, que el estadio de desarrollo económico alcanzado por este país ha hecho nacer en él la *necesidad estructural* de un considerable potencial científico.

La coyuntura internacional que surgió de la «guerra fría» y de la competencia ruso-americana por la posesión de un potencial de aniquilamiento absoluto proporcionó al Gobierno americano las motivaciones para un esfuerzo financiero excepcional a favor de la ciencia. La «carrera del espacio» tomó más tarde el relevo de este impulso hacia 1957. La navegación espacial, aunque civil en su objetivo, exige proezas técnicas en propulsión y en automatismo, campos en los cuales saben los estrategas que puede ser peligroso para su país no ser más que el segundo. La motivación de prestigio y la de prudencia ante los progresos técnicos de la potencia rival han podido motivar la política seguida en este campo.

Se ve, por tanto, que más bien son razones políticas que económicas las que han determinado un esfuerzo sin precedente de financiación de la investigación industrial por el Estado. Tal financiación coincidió, sin embargo, con la necesidad estructural antes evocada, necesidad que J. F. Galbraith ha analizado magistralmente en *The new industrial State*. Las motivaciones políticas llegaban a punto para dar un nuevo impulso a la economía americana.

Los grandes programas públicos orientados hacia la energía nuclear, las computadoras, la aeronáutica y el espacio han podido servir así de «locomotoras» para el conjunto de las industrias basadas en la ciencia. Han obligado a la mayor parte de los subsectores a realizar a su vez aperturas científicas y tecnológicas a causa de los nuevos problemas que se les planteaban. El caso del subsector de los instrumentos científicos es característico de este efecto de arrastre. A la inversa, el caso de la industria automóvil es típico de la lentitud de la evolución técnica en ausencia de tal estímulo.

En este sentido es necesario reservar un puesto particular a la electrónica y a sus aplicaciones más nuevas y espectaculares: los ordenadores. Bajo el impulso de los grandes programas públicos y bajo la presión de las necesidades de la investigación nuclear, militar y espacial, urgiendo la primera para sus fines una gran potencia de cálculos, compeliendo la segunda la miniaturización y la máxima confiabilidad de los circuitos lógicos, y habiendo justificado la tercera la construcción de grandes ordenadores rápidos, la electrónica ha experimentado dos mutaciones tecnológicas en diez años: el transistor y el circuito integrado. Los efectos colaterales de estas nuevas técnicas, no solamente sobre el conjunto de las industrias pioneras, sino también sobre diversos sectores de los servicios, han sido ya decisivos y continúan todavía cumpliéndose a un ritmo rápido de importancia progresiva, a medida que el uso de los ordenadores se perfecciona y se generaliza.

No resulta aventurado afirmar que aquellos poderosos medios puestos al servicio del progreso científico de la economía americana hayan sido causa, en los últimos diez años, del despegue de un cierto estancamiento anterior y de la ulterior conquista de posiciones muy firmes en

los mercados mundiales, incluso por la vía de las inversiones directas en la economía de muchos países.

Este ejemplo de los Estados Unidos nos permitirá ahora intentar definir los caracteres del potencial científico de un país en el curso de su segunda fase de industrialización.

Estos caracteres serían los siguientes:

1. La investigación tecnológica es de primordial importancia en las industrias de base científica. La investigación fundamental en física y química, que es un eslabón esencial del proceso innovador en estos sectores, constituye igualmente el objeto de un gran despliegue de actividades y recursos científicos.

2. El Estado toma a su cargo una sustancial proporción del coste de estas investigaciones, fundamentales o tecnológicas, al realizar sus grandes programas nacionales; una estrecha cooperación resulta de esta forma entre las empresas y el Gobierno, asumiendo este último, en lugar de las primeras, la mayor parte de los riesgos de la innovación tecnológica por medio de un abundante y constante flujo de contratos de investigación-desarrollo y demanda de materiales avanzados.

3. La enseñanza superior y técnica ha tomado la enorme extensión que exigen, por una parte, las necesidades de la economía en personal aplicado, provisto de una amplia educación general, y, por otra, la de los laboratorios en personal de investigación. La Universidad ocupa ya desde ahora un puesto crucial en la vida nacional. A su papel de formación de los cerebros añade, por otra parte, el de ser centro de ejecución de una parte importante de la investigación fundamental orientada y de la investigación aplicada: siéndole acordada una importante financiación bajo contrato por las agencias que administran los grandes programas gubernamentales.

4. En la economía decrece la importancia relativa de la agricultura y de sus industrias de base; su precaria rentabilidad incita a las empresas de este sector a reclamar protecciones y subvenciones.

5. El hábito de insertar importantes presupuestos de investigación en los programas de acción se extiende, por contagio natural, desde los sectores de la defensa e industrias basadas sobre la ciencia donde se ha desarrollado, en primer lugar, hacia todos los otros sectores de la vida nacional: en ellos da lugar a los «estudios de sistemas» y a la «previsión tecnológica», que constituyen una tentativa de generalización de la aplicación de la ciencia al desarrollo. Se han establecido métodos administrativos para «organizar el cambio» o «planificar la innovación tecnológica». La ansiedad que hace nacer entre muchas personas la incertidumbre del porvenir se disipa cuando este porvenir se precisa y se va adquiriendo la seguridad de poder dominar o compensar sus consecuencias mediante una cierta programación. La actitud respecto al futuro llega a ser entonces más firme y positiva.

En resumen, las industrias basadas en la ciencia y, por vía de consecuencia, la ciencia misma y las instituciones a ella adscritas han llegado a ocupar un puesto privilegiado en la economía y en la sociedad. La investigación y el desarrollo absorben más del 3 por 100 del producto nacional bruto. Existen ya tres investigadores por cada 1.000 habitantes; cursa estudios superiores un tercio de los jóvenes de veinte a veinticuatro años. El interés científico tiende a generalizarse en todas las actividades. Los «estudios de sistemas» y la planificación del cambio constituyen el hecho cultural más característico de este impacto.

Ciertos autores han extrapolado esta evolución e imaginado una sociedad en la cual la industria (incluso en sus formas más científicas) hubiera cesado de ocupar la escena y donde el centro de gravedad de

los gastos científicos se hubiera desplazado hacia la aplicación del método científico a los objetivos que hemos definido en el primer capítulo como vinculados a la calidad de la vida y de la sociedad: control del medio, tecnología urbana, biología aplicada, sociología aplicada, actividades económicas terciarias. Se ha llamado a este tipo de sociedad «civilización post-industrial». Es evidente que se trata de una visión de futuro: la realidad americana de hoy, tanto en el interior como en la escena mundial, permanece ciertamente dominada por las necesidades y las preocupaciones de la industria.

OTROS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS

La descripción que sigue esquematiza la situación de los países de la Europa occidental y de la U. R. S. S. Estos países presentan muchos caracteres comunes con los Estados Unidos, si bien no están todavía completamente afirmadas algunas estructuras de la nueva fase en que han entrado. El Japón debe ser considerado desde varios puntos de vista como un país de este grupo, con el que se asimila cada vez más por la rapidez de su crecimiento y de su evolución.

Se trata de países que han acabado su primera revolución industrial y cuya población, ampliamente urbanizada, está ya enteramente escolarizada a nivel primario. Cumplen en este momento su segunda fase de industrialización.

Las industrias basadas sobre la ciencia están en ellos en plena expansión y ocupan una parte creciente de la población activa, mientras—desde este punto de vista—la agricultura continúa su regresión a un ritmo rápido. Los servicios se desarrollan en ellos al mismo ritmo. Y aunque se generaliza el consumo en masa de automóviles y aparatos eléctricos como consecuencia de rápidos progresos en la vía de la automatización industrial, el centro de gravedad de la economía se encuentra a menudo todavía en las industrias de base y en las tradicionales industrias de consumo (textiles, etc.).

La producción por habitante crece rápidamente, aunque permaneciendo sensiblemente inferior, por término medio, a la de los Estados Unidos (orden de magnitud: 1.000 a 2.000 dólares por habitante). Una menor productividad es resultado a la vez de la persistencia de estructuras industriales inadaptadas, de una menor existencia de capital fijo por trabajador y de una gestión más sumaria o más tradicionalista de las empresas, sobre todo en lo que concierne a la innovación tecnológica. Las técnicas utilizadas no son por eso menos avanzadas de las que se encuentran en los Estados Unidos—se citan incluso ejemplos de lo contrario—, pero la incorporación de los progresos recientes marcha en ellas a ritmo más lento. El número de ordenadores constituye un índice sorprendente de tales retrasos.

A la par que los Estados Unidos, estos países son exportadores de bienes de equipo en el comercio mundial. Algunos de ellos han sustituido, sin embargo, a América en el mercado mundial como abastecedores de semiproductos industriales y textiles, a la espera de ser a su vez desplazados de este mercado por la siguiente ola de países que cumplen su primera fase de industrialización. La competencia de estos últimos es muy intensa y obliga ya a los países europeos a inversiones de racionalización, las cuales conducen a la supresión de numerosos empleos en los sectores industriales clásicos. La situación social que resulta de ello obliga a estos países a acelerar la reconversión hacia las industrias mecánicas y químicas, que, por otra parte, es requerida por la evolución de sus necesidades vitales.

En el mercado mundial de las máquinas, vehículos y aparatos, la industria electrónica europea y japonesa sostiene bien la competencia en

cuanto a los materiales que ya han llegado a ser clásicos, tal como los automóviles, los navíos, los aparatos domésticos, etc., gracias a un coste menos elevado de la mano de obra que en los Estados Unidos. Cuando la importancia y organización de las empresas son adecuadas, consiguen incluso superar por completo a la competencia americana, sobre todo en diversos campos de la «pequeña tecnología», donde este competidor reinaba hace veinte años. Pero estos países resisten menos a los Estados Unidos en lo que concierne a materiales más avanzados de la «gran tecnología»: centrales y combustibles nucleares, aviones, ordenadores, etcétera, y en lo que respecta a todos los equipamientos y componentes, cuyos progresos constituyen una consecuencia directa de los programas nacionales de investigación-desarrollo y de innovación tecnológica (aparatos científicos, circuitos electrónicos integrados, metales raros o especiales, etc.).

La estructura del potencial científico de Europa y del Japón presenta ya muchas de las características propias de la estructura americana, pero con un menor grado:

1. El desarrollo de nuevos productos en los sectores de la química y de la electromecánica absorbe ya más de la mitad de los recursos. Sin embargo, el peso todavía notable de la agricultura y de las industrias tradicionales en la economía se traduce en importantes instituciones de investigación especializadas en estas producciones: estaciones del Estado o centros de investigación cooperativa, cuyas actividades absorben una parte todavía importante de los recursos científicos y son causa de un repliegue más moderado de estos sectores a medida que va disminuyendo su rentabilidad.

2. Los grandes programas nacionales de investigación-desarrollo juegan un importante papel en ciertos países como la U. R. S. S., Francia, Reino Unido y, más recientemente, la República Federal de Alemania y el Japón. Pero en los países industrializados de menor *status* económico, los programas nacionales son poco importantes. Sin embargo, la potencia financiera, incluso de los grandes países (con excepción de la U. R. S. S.), alcanza menos a soportar el coste de una política de gran tecnología y a valorizar sus resultados industriales. Las empresas de tecnología avanzada sufren por el avance más rápido de los competidores norteamericanos, quienes son apoyados más eficazmente por su Gobierno y usan, por otra parte, más eficazmente los métodos científicos de preparación de las decisiones. La segunda fase de industrialización pierde velocidad y surgen problemas de desempleo. Las empresas mecánicas, electrotécnicas y químicas americanas establecen entonces en estos países numerosas e importantes filiales cuando lo consiente el Gobierno local (este es el caso en Europa occidental, menos frecuente en el Japón, pero nulo en la U. R. S. S.). Este tipo de industrialización no se ve acompañado de un fuerte crecimiento de la actividad de investigación, porque en general ésta continúa haciéndose al otro lado del Océano en las casas matrices. Este fenómeno se acentúa más a tenor de la limitación de los recursos nacionales.

3. La enseñanza superior y técnica superior conoce una súbita expansión desde 1950, lo que no puede hacerse por otra parte sin experimentar la consiguiente crisis de crecimiento y adaptación; el proceso de escolarización de las masas se ha iniciado a un nivel elevado de educación.

La situación que acaba de ser descrita es la de los países en que ha comenzado ampliamente la segunda fase de industrialización. Añadamos una palabra igualmente sobre éstos que apenas la han abordado o que se encuentran al fin de su primera fase de industrialización. Se trata

en general de países de pequeña o mediana dimensión¹. Su potencial científico parece orientado a primera vista—si no se consideran más que los porcentajes—hacia la ciencia fundamental o hacia las ciencias con finalidad humanitaria, como la medicina o la sociología. Pero esto constituye una ilusión que proviene del débil volumen de las actividades de investigación en la industria, así como también de la ausencia de grandes programas nacionales. En efecto, las investigaciones desinteresadas no absorben en ellos más recurso que en otras partes.

PAÍSES EN CURSO DE SU PRIMERA FASE DE INDUSTRIALIZACIÓN

Un número muy grande de países del mundo se encuentra actualmente en la primera fase de industrialización.

Para muchos de entre ellos esta fase de su desarrollo se ha iniciado tras un período de puesta en contacto con el mercado mundial bajo el estatuto colonial, del que habían nacido corrientes comerciales exclusivamente orientadas hacia el exterior: exportación de materias primas, importación de todos los productos industriales necesarios al país (bienes de consumo, intermedios o de equipo).

La *primera fase de industrialización* trata principalmente de reemplazar por la producción local las importaciones de bienes de consumo y de bienes intermedios. En el curso de esta fase el país permanece entonces ampliamente tributario de la importación para los bienes de equipo que exige la construcción de su industria y para las materias primas químicas primordiales. Paga estas importaciones mediante las divisas que le proporciona la exportación de materias primas de origen vegetal o mineral, pero también, y en una creciente proporción, por exportaciones de bienes intermedios (acero, metales no férreos, cemento, vidrio, productos químicos primarios, etc.) producidos por la joven industria nacional. Llega también a ser importador de ciertas materias primas que no produce y de las que su industria tiene necesidad.

En el curso de la primera fase de industrialización, la tecnología industrial se importa esencialmente, en general, del extranjero: bien sea que el país permita el establecimiento de empresas extranjeras o que compre patentes o licencias, o incluso que estipule contratos con constructores de fábricas mediante entrega «llave en mano» en los que se convenga la puesta en marcha de la instalación y la formación técnica de un personal indígena. El esfuerzo nacional de innovación tecnológica original, susceptible de justificar programas de investigación-desarrollo, consiste sobre todo, por consiguiente, en adaptar técnicas extranjeras a las características de las materias primas nacionales o a lo gustos y hábitos del cliente local. Cuando la producción se destina a la exportación, llega a ser una necesidad imperiosa un esfuerzo de investigación orientado hacia la *mejora de la calidad* como consecuencia de la competencia que domina en el mercado mundial.

Por otra parte, se observa constantemente que la *transferencia en un plano horizontal de la tecnología* no se efectúa en buenas condiciones, sino por el intermedio de los equipos de investigación del país receptor. Los países en curso de primera industrialización se ven entonces conducidos a mantener un potencial de investigación en todas las ramas de la tecnología que han decidido implantar, incluso sin necesidad de desplegar un esfuerzo creador de gran envergadura. Este papel se encarga frecuentemente a los centros de investigación cooperativos que agrupan a todas las empresas de un sector o a los institutos de tecnología.

¹ Contingencia puramente fortuita, ya que los restantes grandes países (Brasil, India, Indonesia, Pakistán) todavía no han alcanzado este estadio.

Con esta reserva, el principal esfuerzo de investigación aplicada de los países en vía de industrialización afecta en general a la *agricultura*. La agronomía experimental, que es extremadamente tributaria de las condiciones locales de clima, de suelo y de entorno biológico, se presta, en efecto, menos a la transferencia tecnológica horizontal, puesto que la mayor parte de los países científicamente avanzados pertenecen a la zona templada, mientras que los otros corresponden a la zona árida o tropical húmeda.

Aparte de las estaciones agronómicas y de algunos centros de tecnología industrial, el potencial científico de los países en curso de primera industrialización se encuentra concentrado sobre todo en las universidades y escuelas de medicina y en los institutos superiores de tecnología y agricultura. Los científicos gozan del prestigio un poco sacralizado que rodea las actividades intelectuales en las sociedades tradicionales. Este prestigio se ve frecuentemente asociado a un cierto refinamiento cultural, ligados ambos, por otra parte, a una estratificación social bastante rígida.

Mientras que las universidades de los países en los cuales las industrias electromecánicas y química han tomado ya una posición central en la ciencia y en la economía se ven conducidas a aumentar su interés por la ciencia aplicada gracias a constantes contactos con estas industrias, las universidades alejadas de tales contactos se ven atraídas, por el contrario, por los aspectos más teóricos de la investigación pura que frecuentemente exige pocos instrumentos costosos. Las universidades de los países en vía de desarrollo alcanzan a veces un elevado nivel y, gracias a alguna distinción internacional de gran prestigio concedida a uno de sus investigadores, llegan a honrar a su pueblo, dándole confianza en su creatividad intelectual. Sin embargo, una gloria ocasional apenas contribuye al desarrollo nacional. En efecto, los descubrimientos fundamentales así realizados no podrán ser valorizados por el país que los ha hecho: no posee ni los equipos de investigación aplicada, ni de desarrollo experimental, ni las empresas capaces de industrializar y de comercializar una invención decisiva. En la práctica los autores del descubrimiento son honrados por el hecho de que alguna gran revista americana publica sin retraso sus resultados. Estos últimos serán retenidos después por varios laboratorios industriales de este país, atentos a examinar las revistas de ciencia fundamental y a encontrar en ellas la base de fecundas innovaciones tecnológicas. Los directores de estos laboratorios dispondrán con el estado-mayor de su empresa los planes de una operación industrial y comercial. Ulteriormente, el país de origen comprará quizá la licencia de las aplicaciones de su descubrimiento, o bien recibirá una filial de la sociedad extranjera que la haya puesto en valor...

Si la aportación de la universidad al progreso industrial nacional es entonces limitada, su aportación al progreso intelectual y cultural tampoco es siempre tan efectiva como debiera serlo: los escalones intermedios mediante los cuales los conocimientos y las actitudes modernas son transmitidas al cuerpo social, entre una *élite* científica del más alto nivel y una masa aún parcialmente iletrada, son todavía insuficientes y poco nutridos. Por otra parte, los prejuicios políticos, religiosos y sociales acentúan en ciertos países ese aislamiento académico.

Varios países han conseguido, sin embargo, hacer participar más al mundo académico en el progreso general de la nación, a favor de una política que oriente a la universidad no solamente hacia los más altos resultados de la ciencia pura, sino también hacia la formación masiva de cuadros calificados de nivel superior o incluso de nivel medio para la industria y la economía. Dado que la primera industrialización exige importantes efectivos de ingenieros, técnicos, economistas, etc., ha parecido preferible a estos países confiar su formación a la universidad

más que a escuelas técnicas superiores. A veces se ha conseguido elevar así el nivel de la enseñanza de las ciencias aplicadas y crear un mejor contacto entre la universidad y la fracción más modernizada de la nación.

Hay que destacar igualmente que, durante la primera fase de industrialización, las *instituciones científicas de servicio público* están llamadas a jugar un papel considerable, dado que constituyen la infraestructura que requieren todas las actividades de tipo moderno, bien sean industriales u otras. La cartografía del territorio y el inventario de sus recursos naturales, sobre la base de los más modernos métodos de la geología, la geofísica, la hidrología, la sismología, la climatología, la pedología, la geografía humana, la etnología, etc., tienen evidentemente una importancia decisiva. Estas ciencias ofrecen, en efecto, los datos indispensables para el establecimiento y la ejecución del plan nacional de desarrollo industrial y agrícola. Una biblioteca nacional y su consiguiente red de información científica y técnica constituyen, por otra parte, una *infraestructura de instituciones científicas* auxiliares esencial para la transferencia «horizontal» de tecnología procedente de países más avanzados y para la penetración de la ciencia en todas las esferas de la vida nacional. En fin, la metrología, la normalización científica y técnica y los laboratorios de análisis, de ensayo y de control constituyen un tercer sector de la infraestructura de las instituciones científicas necesarias a un país industrial durante su fase de crecimiento acelerado. Esta infraestructura está lejos, sin embargo, de ser siempre completa y suficiente.

EL ESTADIO QUE PRECEDE A LA INDUSTRIALIZACIÓN

Como ya hemos recordado, este estadio económico se caracteriza por la exportación de materias primas de origen minero y agrícola o forestal y por la importación de casi todos los productos industriales que necesitan las minas o los pozos de petróleo, las plantaciones, el Estado y los grandes propietarios. Las bases sobre las que se funda el poder de estos últimos constituyen frecuentemente un obstáculo para la industrialización en su primera fase y para el desarrollo agrícola, ambos característicos del tercer grupo de naciones.

Estando entonces limitada la necesidad de cuadros en la economía nacional por el subdesarrollo de la industria manufacturera y del sector terciario, la enseñanza superior se encuentra poco desarrollada y se orienta más hacia las formaciones literarias y jurídicas o hacia la medicina, aunque a veces se encuentran asimismo en ellas algunos núcleos de ciencia pura. En suma, las estructuras académicas son análogas a las que existían en Europa hasta el siglo XVIII.

Este grupo de países, por una cierta cortesía, ha sido llamado «en vías de desarrollo», expresión creada de hecho para definir la situación del tercer grupo de naciones.

LOS CONDICIONAMIENTOS NACIDOS DEL CONTEXTO ECONOMICO Y SOCIAL

Evidentemente no es posible hacer que una nación franquee en diez años todo el espacio que separa el cuarto grupo del primero o incluso del segundo: no solamente sería necesario crear estructuras de producción y un equipamiento cuyo coste no se corresponde con el producto bruto actual de una tal nación, sino que, por otra parte, habría que transferir casi toda la población hacia actividades para las cuales no ha sido intelectualmente preparada. Se trataría entonces de una verda-

dera culturación repentina respecto a situaciones y a comportamientos propios de la civilización industrial. Sería necesario, a estos efectos, que fuera escolarizada cerca de la mitad de la población activa en un nivel secundario y un décimo en un nivel superior. El plazo que ello supone es infinitamente más condicionante que los problemas planteados por la acumulación de capital fijo, dado que los bienes de equipo pueden ser producidos en el extranjero o ser objeto de programas de asistencia técnica, de préstamos o de inversiones directas. De hecho, ningún método actual de educación de adultos permite recorrer la totalidad de la ruta en menos de una generación completa. En realidad, podemos afirmar que aún los países que cuentan en la actualidad con un desarrollo más acelerado consagrarán a esta etapa más de veinticinco años de labor.

Se puede prever razonablemente que el producto nacional bruto—*per cápita*—de los países en vías de desarrollo se elevará según una curva exponencial en el curso de los próximos decenios, mientras que la población activa se modificará en su estructura de empleo y en su nivel de educación a medida que la naturaleza de las producciones dominantes o características se modifiquen y se eleven a la par el nivel de consumo de la población. En el curso de este proceso el potencial científico de la nación deberá acrecentarse considerablemente y la red operativa de instituciones científicas y técnicas del país deberá cambiar de dimensión, de estructura y de destino. Tales parecen ser los condicionamientos, a los cuales no podrán escapar los Gobiernos de los países en vías de desarrollo, si deciden impulsar al máximo el ritmo del progreso económico y social.

Existen, sin embargo, otros obstáculos que estos países podrán superar sin dificultad gracias a una política apropiada, ya que no afectan a los fundamentos mismos del proceso de desarrollo, sino más bien a superestructuras inherentes a las diversas fases de industrialización. Este es el caso de las resistencias psicológicas, sociales o políticas ante ciertos tipos de cambios y, especialmente, de la persistencia de estructuras mentales de comportamiento o de instituciones características de una época precedente. Esta persistencia impide a veces la adaptación de las actitudes o de los comportamientos a las nuevas situaciones. En casos extremos podría temerse hasta la detención del proceso de desarrollo y de su involución, aunque la extensión universal del progreso y su marcha incontenible nos libren de la inquietud de que esto ocurra. Ello no impide que, para una nación tomada aisladamente, la detención de su desarrollo pueda durar varios decenios, antes que cedan las barreras sociológicas o políticas bajo la presión de aspiraciones temporalmente contenidas y del contagio del progreso mundial. Sin embargo, durante este tiempo, las naciones más aptas para el cambio habrán franqueado ya varias etapas decisivas.

Se comprende entonces la ansiedad que puede hacer surgir la persistencia de superestructuras y de comportamientos inadaptados, sobre todo cuando se manifiesta a nivel de la parte del cuerpo social, que debería ser por excelencia la más dispuesta a la mutación: la *élite* científica e intelectual de la nación, y especialmente el cuerpo académico, la alta Administración o los medios dirigentes de las empresas. Esto podrá ser tan nefasto para el progreso de la nación, que algunos se verán tentados de poner estas resistencias entre los obstáculos más condicionantes para el progreso, que sólo serán superados por medio de políticas apropiadas.

Entre las supervivencias o rémoras que se oponen al desarrollo económico general, es preciso citar en primer lugar el evidente inmovilismo de las estructuras rurales, causa principal y más frecuente de la ausencia de progreso en naciones llamadas «en vías de desarrollo». Pero la ausencia de una iniciativa industrial suficiente o adecuada puede arrastrar igualmente a un bloqueo, ya sea durante el paso a la segunda

fase de industrialización o en el curso de la primera fase. Tales trabas al desarrollo pueden resultar tanto de la importancia de las estructuras nacionales como de una imposición hegemónica exterior o bien de ambos factores a la vez.

El caso más típico de supervivencia retardatriz a nivel de la Administración del Estado y de los grandes organismo radica, sin duda, en la obstaculización a la entrega de la gestión directa y reglamentada a una gestión integrada que deje a los estadios ejecutivos de las empresas la responsabilidad de utilizar óptimamente los factores de producción puestos a su disposición.

La libertad de acción no puede ser concedida evidentemente a estas categorías laborales más que dentro de un marco definido de objetivos precisos, y debe reafirmarse en una responsabilidad efectiva en cuanto a los resultados. La gestión de las escalas subordinadas debe ser conocida, seguida y apreciada en cada instante, sin que la alta dirección permita intervenir en otra forma que en la de definir los objetivos y sancionar los resultados. Dichos objetivos serán ahora formulados con una precisión que antes no tenían—siempre en la medida de los resultados—, a diferencia de los métodos de la administración clásica, que no exigían tal precisión, ni poseían los instrumentos ni incluso los actuales elementos de reflexión e información. Habituada a actuar en un contexto operativo simple y poco evolucionado sobre la base de consignas normativas derivadas de tipologías rígidas que se basan en situaciones casi inmutables, la administración clásica ha desarrollado un sistema de planificación rígida que no tiene en cuenta las situaciones reales ni su móvil complejidad. Ha permanecido prácticamente in cambiada desde la época de Augusto hasta ahora y se reconoce inadaptada al enfrentarse con la diversidad de situaciones, producciones y técnicas nacidas del desarrollo económico de nuestro siglo.

Sin embargo, la posibilidad de obtener y transmitir datos analíticos y tratados ulteriormente por ordenadores permite hoy día a la alta dirección conocer y apreciar situaciones complejas que se desarrollan en su base, y deja entonces a esta base una libertad de maniobra que le ha llegado a ser operativamente indispensable. La autonomía de los sectores ejecutivos no implica que deba haber riesgos para la coherencia del conjunto si la jerarquía directiva dispone de las técnicas de información que le permitan seguir y analizar en detalle y día a día la marcha de toda gestión, por muy autónomamente que ésta opere, e intervenir antes que las cosas se hayan deteriorado. El centralismo administrativo ha perdido entonces su función esencial, que consistía en asegurar una estructura sólidamente monolítica a la autoridad, a la cual eran a menudo sacrificadas la eficacia y el estímulo de superación económica.

La fijación previa de los objetivos exige, empero, la previsión cuantitativa y cualitativa del contexto futuro, así como el conocimiento de las variables de situación y parámetros de condicionamiento y coherencia. La macro-economía, la econometría, la prospectiva, la investigación operacional y el análisis de los sistemas constituyen los instrumentos necesarios para una tal «futurológica». El control de la gestión recurre, por otra parte, al análisis matemático y estadístico de la realidad.

Sin embargo, es habitual que las jerarquías, acostumbradas a una gestión normativa de tipo jurídico y disciplinario, no posean estas técnicas. Por ello, su primer reflejo les conduce a una reacción autoritaria que pretende hacer silenciar a aquellos elementos de la «*intelligentzia*» de la nación que proponen objetivos más válidos y menos simplistas y a aquellos otros ocupados en funciones ejecutivas a nivel operativo, es decir, al frente de las empresas o de los servicios, de las escuelas o de los laboratorios, que piden más autonomía en el uso más eficaz de los recursos que les son confiados y cuyo despilfarro constatan todos los días.

En el otro extremo de las supervivencias autoritarias de las jerarquías se sitúan las supervivencias de actitudes individualistas y las resistencias de ciertos medios a toda forma de organización. Constituyen el resultado de grupos o categorías que han conocido en el pasado un cierto éxito profesional en estructuras «atomizadas»: las profesiones llamadas liberales, la enseñanza superior organizada a nivel de la «cátedra», la investigación teórica personal desprendida de todo soporte logístico importante. La supervivencia de actitudes de competencia individual, exacerbadas por una cierta concepción tradicional de la gloria del «patrón», constituye evidentemente un obstáculo a la constitución de equipos multidisciplinarios solidariamente unidos alrededor de un mismo objetivo de investigación. La supervivencia de la resistencia a la organización y a la planificación constituye también un obstáculo cuando se emprenden operaciones complejas, tales como las observaciones científicas a partir de aparatos automáticos lanzados al espacio, que supone la resolución simultánea de innumerables problemas nuevos, sin que el fracaso o el retraso de uno de los investigadores deba comprometer el éxito del trabajo de los demás.

El desdén que experimentan los científicos tradicionales por los aspectos financieros y económicos de sus actividades ya no es más compatible con las enormes sumas y las esperanzas no menos considerables que las naciones invierten hoy día en la investigación. Sucede lo mismo, y por las mismas razones, con la organización y financiamiento de la enseñanza superior, cuya eficacia condiciona el futuro de la nación de una forma que no era sentida anteriormente, cuando la universidad era, antes que nada, un lugar protegido en el cual las especulaciones del espíritu se refugiaban fuera del siglo.

La importancia del reto es hoy percibida por toda la joven generación de intelectuales con la misma visión despiadada que descubre el anacronismo de las estructuras y de las actitudes. Esta es, sin duda, la razón por la que el conflicto se establece hacia las trabas tradicionales burocráticas o académicas, aunque para derribar tales obstáculos será tan necesario contar con la acción constante y perseverante del poder como con la presión creada por la juventud.

La hegemonía externa constituye otra causa de obstaculización en el desarrollo. No se trata aquí de la hegemonía política o militar que algunos países o grupos de países podrían ejercer sobre otros. Pensamos más bien en ciertos factores de naturaleza económica o tecnológica procedentes de una voluntad exterior, que pueden pesar fuertemente sobre el desarrollo de ciertas naciones. Esto sucede cuando las materias primas que producen o bien son compradas a precios demasiado bajos o bien le son puestos obstáculos a su transformación en el país. Una tal situación priva evidentemente al país productor de las capacidades de inversión que requiere su crecimiento. El desarrollo del potencial científico, así como de la enseñanza superior de estos países, puede llegar a ser, en estas condiciones y paradójicamente, un factor de desarmonía o de empobrecimiento sobre todo cuando tiene el efecto de que las *élites* se vean impulsadas a la emigración.

4. Los recursos consagrados a la investigación científica y al desarrollo experimental en el mundo

Las informaciones de que se dispone sobre el conjunto de los recursos consagrados a las actividades científicas en el mundo son todavía fragmentarias e imprecisas. Salvo algunas excepciones, sólo los países industrializados han realizado hasta ahora un inventario sistemático de su potencial científico.

Por ello, las estadísticas presentadas en este capítulo deben ir acompañadas de reservas importantes para toda una serie de países, cuyo potencial científico sólo puede ser evaluado muy sumariamente. En efecto, para completar los datos disponibles se ha tenido que proceder a estimaciones. Los riesgos de error que comportan estas estimaciones son especialmente importantes cuando se refieren a países tan extensos y poblados como la China.

Sin embargo, estas estimaciones permiten hacerse una idea sobre la distribución general de los recursos científicos y evaluar, en órdenes de magnitud, las considerables disparidades que existen en este caso entre las diversas partes del mundo.

El censo de los medios consagrados a la ciencia no constituye, ciertamente, más que una medida bastante tosca del nivel de las actividades científicas de un país o de un grupo de países. Habría que completarlo con un estudio de la eficacia de los diversos potenciales científicos nacionales y utilizar para ello elementos de orden no sólo cuantitativo, sino también cualitativo.

En el estado actual de las estadísticas internacionales de la ciencia hay que conformarse con indicadores exclusivamente cuantitativos. Por otra parte, éstos parecen suficientes para la finalidad de este capítulo, que consiste en mostrar la desigualdad de las posibilidades ofrecidas a los diversos países de participar en el amplio proceso de creación, engendrado por el rápido progreso de las ciencias y de las técnicas.

En efecto, las conclusiones de numerosos estudios nos permiten afirmar que existe una relación global entre el nivel y la concentración de los recursos que un país consagra a la investigación y al desarrollo experimental, por una parte, y, por otra, su propensión a innovar y a crear.

DISTRIBUCION DE LOS RECURSOS CIENTIFICOS EN EL MUNDO

La tabla 1 muestra que el 86 por 100 del total de los científicos y de los ingenieros en actividad en el mundo están concentrados en una zona que comprende América del Norte, Europa occidental y oriental (incluida la U. R. S. S.) y el Japón. Esta zona está habitada por el 30 por 100 de la población del globo. La concentración parece mayor aún (94 por 100) si sólo se considera la parte de este personal que se consagra a actividades de investigación-desarrollo (I-D).

TABLA 1.—Número de científicos y de ingenieros en el mundo (hacia mediados del decenio 1960-1970)

Regiones	Número total de científicos e ingenieros en el mundo		Científicos e ingenieros empleados en I-D		Población	
	en millares	en %	en millares	en %	en millones	en %
Estados Unidos de América	3.500	24	497	28	195.500	6
URSS	4.800	34	637	35	258.750	8
Europa occidental	2.000	14	264	15	310.000	9
Europa oriental ^a	1.400	10	173	10	120.000	3,5
Japón	600	4,2	115	6	98.250	3
China continental ^b	540	3,8	53	3	690.500	21
América Latina ^b	190-200	1,5	7-8	0,5	166.000	5
Asia ^{b, c}	1.000-1.200	8	40-50	2,3	1.150.000	35
Africa	60-70	0,5	2,5-3,5	0,2	311.000	9,5
TOTAL	± 14.000 ^b	100	± 1.800 ^b	100	3.300.000	100

^a. Sin la URSS.

^b. Evaluación.

^c. Sin la China continental y el Japón.

Fuente: Unesco y OCDE.

TABLA 2.—Número de científicos y de ingenieros por mil habitantes (1965)

Estados Unidos de América	18,0	Birmania	0,1
URSS	18,0	Camboya	0,04
Países de la Comunidad económica		Ceilán	0,5
europea (CEE)	10,0	India	1,5 ^a
Reino Unido	10,4	Irán	0,05
Suecia	7,0	Laos	0,06
Canadá	13,0	Pakistán	0,2
Japón	8,0	Filipinas	2,7
Chile	1,8	Tailandia	0,8
Colombia	1,5	Ghana	0,6
Venezuela	1,6	Kenia	0,3
Afganistán	0,3	Nigeria	0,1
		Uganda	0,1

^a. Incluidos los técnicos.

Fuente: Unesco y OCDE.

La tabla 2 indica, para un cierto número de países o grupos de países, el porcentaje que representa en la población el total de los científicos e ingenieros en actividad.

TABLA 3.—Gasto nacional de investigación-desarrollo en proporción al producto nacional bruto y en dólares por habitante, y producto nacional bruto en dólares por habitante ^a (cifras de 1965 o del año más próximo).

Países	Gasto nacional de I-D		PNB por habitante ^b (en dólares)
	En % del PNB	En dólares por habitante	
<i>Estados Unidos de América</i>	3,4	110	3.560
<i>Canadá</i>	1,1	22	2.460
<i>Europa (nordeste)</i>			
Grandes países ^c	1,7	30	1.876
Pequeños países ^c	1,2	19	1.789
<i>Europa (mediterránea)</i>			
Italia	0,6	6	1.100
Otros países ^c	0,2	0,8	457,5
<i>América Latina</i>			
Argentina	0,4	2,8	783
Méjico	0,1	0,5	443
Venezuela	0,1	1,2	916
<i>Asia</i>			
Camboya	0,01	—	120
Ceílán	0,3	—	137
India	0,3	0,4	92
Pakistán	0,3	0,2	95
Filipinas	0,2	0,3	237
Irán	—	0,9-1,1	240
Irak	—	0,1	245
Japón	1,4	9	850
<i>Africa</i>			
Argelia	—	0,3-0,5	210
Túnez	0,03	0,6	188

a. Los países socialistas no han sido mencionados en esta tabla a causa de la dificultad de establecer para ellos una relación gasto en investigación/PNB que sea comparable con las relaciones establecidas para los países de economía capitalista. Las concepciones en materia de contabilidad nacional son, en efecto, diferentes en los países miembros de la OCDE y del Consejo de Asistencia Económica Mutua (CAEM-Comecon).

b. Para los países de América Latina, de Asia y de Africa: producto interior bruto (PIB).

c. Medios.

Fuente: Unesco y OCDE.

Este porcentaje alcanza su nivel más elevado en el mismo grupo constituido por los países de América del Norte y de Europa, así como en el Japón. En la U. R. S. S. y en los Estados Unidos de América los diplomados en ciencias y los ingenieros representan un 20 por 100 de la población total; en Europa y en el Japón, un 10 por 100. En los países en vías de desarrollo la proporción varía de 0,04 a 2 por 100 de la población.

La tabla 3 indica la intensidad del esfuerzo otorgado por ciertos países a la investigación y al desarrollo experimental, expresada por la parte del producto nacional bruto que le es consagrada y el número de dólares consagrados a la investigación-desarrollo por habitante. Esta tabla permite destacar que los países que realizan el esfuerzo científico más intenso son aquellos que gozan de las más altas rentas por habitante: los de América del Norte y Europa y el Japón. Por regla general, resulta de la comparación que el gasto nacional *per capita* para la investigación-desarrollo es más que proporcional a la renta por habitante.

CONCENTRACION DE LOS RECURSOS AFECTADOS A LA INVESTIGACION Y AL DESARROLLO EXPERIMENTAL EN LOS PAISES MAS DESARROLLADOS

La tabla 4 muestra que el sector industrial absorbe en los países industrializados de Europa y en los Estados Unidos de América la mayor parte de los recursos nacionales afectados a la investigación-desarrollo (cerca del 60 por 100). En los países occidentales europeos en vías de desarrollo, el Estado es quien asume, por el contrario, la mayor parte de la ejecución de las actividades científicas. Esta conclusión puede extenderse probablemente al conjunto de los países en vía de desarrollo de régimen no socialista. La preponderancia del Estado resulta de que las cifras absolutas de la investigación industrial son en ellos todavía muy débiles. No refleja necesariamente una sustitución del Estado respecto a las empresas en las funciones de investigación, de desarrollo experimental y de innovación tecnológica.

TABLA 4.—Distribución de los gastos nacionales de investigación-desarrollo, según la afectación de sus actividades, 1963-1964 (porcentaje medio por zona)

Países	Industria ^a	Estado	Universidad	Otros sectores	Total
Estados Unidos de América	67	18	12	3	100
Países europeos industrializados miembros de la OCDE	61	16	17	6	100
Países en vía de desarrollo miembros de la OCDE	24	65	9	2	100

a. Empresas industriales privadas y públicas.

Fuente: *Année statistique internationale de la science* 1963-1964, OCDE, 1967.

La tabla 5, que se refiere, para estos mismos grupos de países, a la distribución de los gastos de investigación industrial en los diversos sectores de actividades, indica claramente que dos sectores absorben la gran mayoría de las sumas consagradas a la investigación: el de la electromecánica y el de la química. Se observará que el centro de gravedad de la investigación industrial se desplaza desde las industrias de generación primaria (grupos 1, 2, 3) hacia el grupo 5 (electromecánica), ya en el proceso de desarrollo.

TABLA 5.—Distribución de los gastos de investigación-desarrollo en la industria, 1963-1964 (en porcentajes)

Sectores *	Estados Unidos de América	Países europeos industrializados miembros de la OCDE	Países en vía de desarrollo miembros de la OCDE
1. Industrias mineras	—	1,82	5,10
2. Industrias de base ^a	2,45	13,51	11,03
3. Industrias tradicionales de consumo ^b	2,62	8,32	21,64
4. Industria química ^c	13,37	25,56	25,92
5. Construcciones mecánicas y eléctricas ^a	79,91	46,93	28,34
6. Otras industrias manufactureras, construcción, agua, gas, electricidad	1,65	3,86	7,97
CONJUNTO DE LAS INDUSTRIAS	100,0	100,0	100,0

a. Metales férreos y no férreos, piedra, arcilla y vidrio; fabricación de obras en metal.

b. Productos alimenticios, bebidas y tabacos, textiles, madera, corcho, muebles, papel, imprenta y edición.

c. Petróleo, caucho, productos farmacéuticos y otras industrias químicas.

d. Construcciones eléctricas y electrónicas, mecánica, instrumentos, aviones y misiles, otros materiales de transporte.

Fuente: *Recherche et croissance économique*, II, Bruselas, 1968.

La tabla 6 ofrece, por último, para algunos países industrializados, los coeficientes de investigación de los diversos sectores industriales (relaciones entre el gasto de investigación-desarrollo y el valor añadido del sector). Permite hacerse una idea de la intensidad de la investigación en las principales ramas industriales, evaluada en relación a las capacidades de producción que constituyen el soporte de la actividad de investigación y valorizan sus resultados. Igual que la tabla precedente muestra que el esfuerzo de investigación en una economía desarrollada y, por consiguiente, el potencial de innovación están concentrados en algunos sectores: los de la electromecánica y los de la química.

La tabla 7 indica la parte que representa el financiamiento gubernamental en el gasto de investigación de los sectores industriales en los países industrializados de Europa occidental, Estados Unidos de América y Japón, así como la parte que pertenece a cada sector industrial en el conjunto de la ayuda financiera del Estado a la investigación industrial. Pone de relieve el papel determinante del apoyo gubernamental del Estado en el sector de las construcciones mecánicas y eléctricas. La

TABLA 6.—Coeficientes sectoriales de investigación (relación entre el gasto de investigación-desarrollo y el valor agregado) en las industrias de los países de la CEE y en los Estados Unidos de América, 1963-1964 (en porcentaje) ^a

Sectores	Rep. Federal Fede- ral	Francia		Países Bajos		Estados Unidos de América
<i>Industrias de base</i>						
Metales férreos	1,8	1,1	3,5	4,4	1,0	0,9
Metales no férreos	1,8	5,1	7,5	5,0	1,1	1,8
Piedra, arcilla, vidrio	0,4	0,9	2,1	0,9	0,1	2,0
Fabricación de obras en metal	1,9	—	0,8	5,9	—	1,2
<i>Industrias tradicionales de consumo</i>						
Productos alimenticios y bebidas	0,2	0,1	0,3	1,5	—	0,6
Tabaco	—	—	0,1	1,1	—	—
Textiles	0,4	0,8	0,4	1,6	—	} 0,2
Indumentaria, calzado	0,3	—	0,1	0,3	—	
Madera, corcho, muebles	0,1	—	0,2	0,9	—	0,1
Papel	0,1	0,1	0,1	0,9	0,2	0,9
Imprenta, edición	0,1	—	0,1	0,1	—	—
<i>Industrias químicas</i>						
Petróleo (extracción y refinado)	2,0	1,8	1,5	1,3	0,8	4,5
Caucho	1,7	3,2	} 14,5	3,6	6,4	3,0
Productos farmacéuticos	} 8,6	6,2		26,3	} 2,2	7,9
Otras industrias químicas		1,2		12,7		6,5
<i>Construcciones mecánicas y eléctricas</i>						
Construcciones eléctricas	4,1	8,8	5,1	8,3	1,3	14,7
Mecánicas (salvo electricidad)	2,4	0,6	1,9	7,2	0,5	5,2
Instrumentos	4,5	—	—	—	0,6	11,3
Aviones y misiles	} 1,6	40,3	} 1,0	—	} 3,5	} 64,6
Vehículos automóviles y piezas		2,6		4,1		
Construcciones navales		—		4,5		
Otros materiales de transporte		—		—		
<i>Otras industrias manufactureras</i>	1,6	—	0,1	0,3	0,7	1,4
<i>Conjunto de las industrias manufactureras</i>						
	1,9	2,0	2,2	3,9	0,9	6,2

a. Los coeficientes en bastardilla son los que superan la media general del país considerado.

Fuente: *Recherche et croissance économique, II*, Bruselas, CNPS, 1968.

contribución financiera del Estado en este sector es particularmente importante en los Estados Unidos en virtud del volumen de los contratos de investigación establecidos entre el Gobierno y las industrias de este sector en el marco de los grandes programas tecnológicos militares, nucleares y espaciales. Francia y el Reino Unido, que tienen programas nacionales análogos, aunque menos importantes, se encuentran en una situación intermedia.

TABLA 7.—Distribución por sectores de la ayuda financiera del Estado a la investigación-desarrollo en la industria^a para los principales países industrializados de la OCDE (1963-1964)

Sectores	Financiación gubernamental de la I-D (%)					Parte de los fondos públicos orientados a cada sector industrial (%)				
	Estados Unidos de América	Reino Unido	Francia	Países europeos industrializados de la OCDE	Japón	Estados Unidos de América	Reino Unido	Francia	Países europeos industrializados de la OCDE	Japón
Industrias extractivas	<i>b</i>	—	—	5,86	0,30	<i>b</i>	—	—	0,36	1,12
Industrias de base	5,55	0,91	11,37	4,17	0,68	0,26	0,13	2,79	1,22	10,82
Industrias tradicionales de consumo	6,91	0,63	7,77	3,92	0,26	0,32	0,14	1,47	0,93	12,48
Industrias químicas	15,97	0,37	2,79	0,97	0,07	3,84	0,16	1,99	0,89	28,88
Construcciones mecánicas y eléctricas	66,54	50,49	42,11	37,37	0,49	95,58	99,50	93,63	91,99	44,66
Construcciones, agua, gas y electricidad	—	0,83	0,45	25,45	0,76	—	0,07	0,12	4,61	2,03
Conjunto de industrias	56,56	35,00	27,08	24,21	0,36	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

a. Conjunto de las empresas industriales privadas o de Estado y asociaciones de investigación industrial.

b. No disponible separadamente.

Fuente: *Année statistique internationale de la science, 1963-1964*, OCDE, 1967.

LA EVOLUCION EN EL TIEMPO DE LOS RECURSOS CONSAGRADOS A LA INVESTIGACION-DESARROLLO

La tabla 8 describe, para un cierto número de países en los cuales han podido ser recogidos los datos, la reciente evolución de los gastos consagrados a la investigación-desarrollo. Indica que el crecimiento de estos gastos es rápido en todas partes.

Son bastante escasas las informaciones disponibles concernientes a la evolución de los países que empiezan su industrialización. De las que se disponen pueden colegirse que el crecimiento de los gastos de investigación-desarrollo es en ellos aún más rápido. Pero este crecimiento se aplica evidentemente a sumas todavía poco importantes, de forma que el *crecimiento anual absoluto* del potencial de investigación de los países industrializados supera ampliamente al de los demás países. En materia de crecimiento, sin embargo, solamente los crecimientos relativos determinan la posibilidad de recuperar un retraso.

El desequilibrio existente entre el tercio industrializado de la humanidad y los dos tercios en vías de industrialización, en lo que se refiere

TABLA 8.—Evolución de los gastos corrientes de investigación-desarrollo

Países		Total de los gastos (en moneda nacional)	Crecimiento anual medio durante el período considerado (%)	Gasto nacional de I-D en relación con el PNB
Estados Unidos	1955	5.700 millones de dólares		1,4
de América	1966	23.800 millones de dólares	13,9	3,0
URSS	1959	2.800 millones de rublos		2,1 ^a
	1966	7.200 millones de rublos	9,0	3,1 ^a
Reino Unido	1955/1956	250 millones de libras		1,3
	1964/1965	650 millones de libras	11,2	1,95
República Federal de Alemania	1956	2.000 millones de marcos		1,0
	1964	7.900 millones de marcos	13,3	1,9
Francia	1958	2.400 millones de francos		0,97
	1965	9.200 millones de francos	21,1	1,98
Checoslovaquia	1962	4.200 millones de coronas		2,4 ^a
	1966	6.300 millones de coronas	10,7	3,3 ^a
Bélgica	1961	4.300 millones de francos belgas		0,72
	1965	6.700 millones de francos belgas	11,7	0,81
Japón	1961	177.000 millones de yen		0,96
	1965	363.000 millones de yen	19,7	1,19
India	1955/1956	144.000 millones de rupias		0,14 ^b
	1965/1966	841.000 millones de rupias	19,3	0,42 ^b
Corea	1963	1.330 millones de won		0,28
	1966	2.860 millones de won	29,1	0,31
Pakistán	1961/1962	56 millones de rupias		0,15 ^c
	1963/1964	117 millones de rupias	44,5	0,27 ^c
Filipinas	1960	12 millones de pesos		0,095
	1964	41 millones de pesos	36,0	0,215
Camboya	1963	1 millón de riel		0,004
	1965	4 millones de riel	100,0	0,013
Ceilán	1961	9,8 millones de rupias		0,15
	1965	12,4 millones de rupias	6,0	0,15

^a. En relación al producto material neto.^b. En relación al producto nacional neto.^c. En relación al producto interior bruto.

Fuente: Unesco y OCDE.

al potencial de innovación, podría quedar entonces progresivamente atenuado por una cierta tasa de crecimiento más elevada del gasto científico en el segundo grupo de países. Pero al ser tan rápido también el crecimiento en el primer grupo, resulta considerable el esfuerzo que deben desplegar los países en vías de desarrollo. Su éxito depende no sólo de la expansión de la enseñanza superior, sino también de medidas que permitan ofrecer a los científicos en su país las condiciones de trabajo que, en otro caso, se ven tentados a buscar por medio de la emigración.

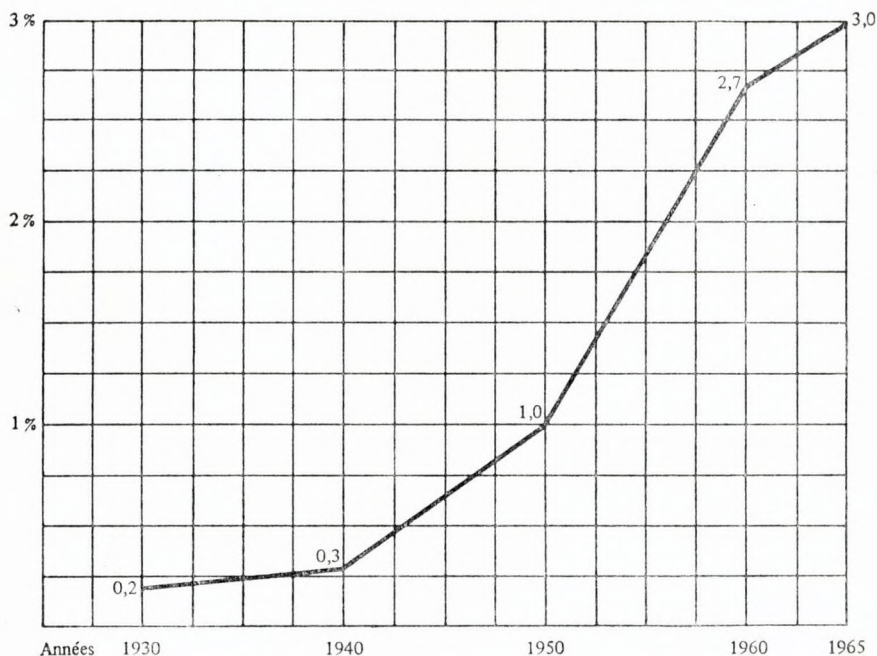
Sin duda alguna, es necesario dar una gran importancia, tanto en esta materia como en la del crecimiento económico, al hecho de que las tasas de crecimiento de los países atrasados sean las más altas. Aquí reside, en efecto, la única esperanza de una convergencia de las evoluciones a largo plazo.

Las cifras de la tabla 8 muestran que tal evolución es bien posible.

EVOLUCION EN UN LARGO PERIODO

Las estadísticas y estudios retrospectivos disponibles no permiten todavía trazar la evolución de los gastos nacionales consagrados a la investigación-desarrollo por un largo período más que en un solo país: los Estados Unidos de América. El gráfico siguiente pone de relieve el rápido crecimiento del potencial científico desde este país desde 1935. En efecto, la parte del producto nacional bruto consagrado a la investigación-desarrollo ha pasado de 0,2 a 3 por 100 entre 1930 y 1965, es decir, que es ahora quince veces más importante que hace treinta y cinco años.

La curva es claramente exponencial en su primera parte. Desde 1960 empieza, sin embargo, la disminución prevista, dado que con toda evidencia el fenómeno sigue una curva logística y tiende entonces hacia una asíntota horizontal, cuyo nivel no puede, sin embargo, ser evaluado todavía con una suficiente probabilidad.



En efecto, este gráfico demuestra el carácter «explosivo» de la expansión científica de nuestra época. Es probable que en este momento todos los países del mundo sigan una curva análoga e incluso a veces todavía más escarpada, con un cierto desnivel ya en el punto de partida.

No resulta absurdo pensar que el mundo consagrará antes de fines de este siglo la vigésima parte de sus recursos económicos a la investigación y al desarrollo experimental, aunque parezca difícil hacer previsiones a partir de informaciones fragmentarias. Se cumpliría entonces la mutación científica y técnica.

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

El potencial científico del mundo está actualmente concentrado en los países industrializados. Dentro del grupo que éstos constituyen, el centro de gravedad de la investigación se encuentra en los países más avanzados, lo que implica un segundo grado de concentración mundial de las potencialidades de desarrollo.

Bajo el efecto de un impulso permanentemente renovado del progreso tecnológico que resulta del esfuerzo de investigación, parece que actualmente la economía de estos países crece con la misma velocidad, y a veces más rápidamente, que la de los países en vía de industrialización. A primera vista el desarrollo debería tomar entonces el aspecto de un fenómeno autoacelerado que distanciaría definitivamente a los países atrasados sin ninguna posibilidad de igualación final.

Sin embargo, una tal conclusión sería superficial.

Si en una fecha dada, en este caso 1965, el potencial científico de las naciones es efectivamente más que proporcional al nivel de su producto nacional bruto por habitante, puede al mismo tiempo comprobarse que los Estados Unidos de América tenían en 1930—en una época en que su primera industrialización estaba prácticamente terminada—un coeficiente nacional de investigación¹ de 0,2 por 100, coeficiente que no se encuentra hoy más que en países que apenas han empezado a industrializarse. Los países que alcanzan en este decenio el producto nacional bruto por habitante de los Estados Unidos de América en 1930 gastan varias veces más en investigación y desarrollo de lo que gastaba la América de 1930. Nos vemos entonces conducidos a pensar, por analogía, que el mundo no industrializado de hoy conoce un desarrollo científico superior al de los Estados Unidos de América o al de Europa durante el siglo XIX.

Todavía no se encuentra, entre los modelos de crecimiento de las naciones que han despegado en fechas diferentes, el tipo de semejanza que tendría lugar si los factores exclusivamente endógenos rigieran el desarrollo de sus etapas¹. La explosión científica debe ser considerada, entonces, en lo que respecta a todos los países del mundo, como un factor de desarrollo de naturaleza exógena, característica del siglo XX. La respuesta de las naciones ante este factor es más viva en términos absolutos cuando disponen de más recursos y cuando la innovación tecnológica original consiste en el principal factor de su crecimiento. Pero la

¹ Gasto total del país en investigación y desarrollo experimental expresado en porcentaje del producto nacional bruto.

¹ Los seres vivos, durante su vida embrionaria y su infancia, cumplen un proceso de desarrollo esencialmente endógeno similar en su desenvolvimiento, cualquiera que sea la fecha inicial. No ocurre lo mismo con los organismos sociales: naciones, empresas, etc. Los factores endógenos pueden modificar su evolución de forma mucho más decisiva. La concepción organicista de los grupos sociales no es evidentemente válida más que dentro de ciertos límites.

respuesta relativa de las naciones menos desarrolladas es más notable, ya que, situadas en el campo de fuerzas de la ciencia moderna, naciones cuya masa económica es aún débil reaccionan de la forma más vigorosa posible en proporción a su masa económica. Estas naciones no están de forma alguna perdiendo definitivamente velocidad en relación con los países que han sido industrializados antes que ellas.

Si se quiere evitar que la evolución mundial no desemboque en una situación de irremediable ruptura, se hace absolutamente necesario que estos países realicen un aumento constante por habitante de las tasas de crecimiento del producto nacional bruto y del coeficiente nacional de investigación hasta niveles superiores a los correspondientes de los países industrializados.

5. Historia de la ayuda a la investigación y de las estructuras de política científica

La intervención del Estado en materia científica y la consiguiente definición de una política específica de la ciencia a nivel nacional vinieron a ser el resultado de una larga serie de iniciativas que habían sido tomadas en todos los países durante los dos o tres últimos siglos. Recordaremos brevemente su evolución histórica y también el estado actual de las principales instituciones públicas en este campo.

EL MECENAZGO

La ayuda a los investigadores comenzó históricamente con el apoyo que algunos ricos mecenas aportaban antaño a los hombres de ciencia. Esta forma de asistencia prevaleció hasta cerca del final del siglo XVII. En esta época lo esencial de la actividad científica quedaba subordinado a los antojos de ciertos príncipes, quienes por su prestigio, sus ocios o por inclinación personal constituían para sí gabinetes de curiosidades y otorgaban una pensión a los científicos (a menos que los investigadores fueran ellos mismos gentilhombres o burgueses con fortuna que encontraran empleo para sus ocios y sus rentas en la especulación científica).

Esta forma de apoyo a la comunidad de los sabios se hizo, a la larga, insuficiente frente a las necesidades creadas por el desarrollo de los métodos experimentales y su consiguiente equipamiento. Los científicos comenzaron a agruparse en asociaciones por la necesidad de intercambiar sus ideas y reunir fondos para construir ciertos instrumentos costosos.

ACADEMIAS Y SOCIEDADES CIENTIFICAS

La primitiva institucionalización de estas asociaciones tuvo lugar en las academias. Aparecieron las primeras en Italia: Accademia dei Lincei, en 1600, en Roma, y la Accademia del Cimento, en 1657, en Florencia. Su creación fue debida a la iniciativa directa de dos príncipes: Frederigo

Cesi, para la primera; Leopoldo de Médicis, para la segunda. Estas dos instituciones tuvieron una vida efímera, ya que la Academia de Roma abandonó el estudio de la física y de la astronomía con la condena de Galileo en 1633, y la de Florencia desapareció al cabo de diez años, habiéndose limitado sus miembros frecuentemente a realizar experiencias, evitando deducir de ellas cualquier interpretación: en aquella época era menos peligroso reunir hechos que obtener conclusiones de ellos.

Las dos academias que siguieron tuvieron un destino y un alcance muy diferente, dado que de alguna forma han sido un modelo para todas las que nacieron después: se trata de la Royal Society de Londres y de la Academia de Ciencias de París, creadas ambas en 1660.

La Royal Society, constituida por un grupo de hombres de ciencia y de ricos diletantes, fue reconocida por el rey Carlos II en 1662. La Academia de Ciencias de París fue creada por una disposición real, a iniciativa de Colbert. Este último, impulsado por el ejemplo de Richelieu, que había creado la Academia Francesa, y por el nacimiento en Londres de la Royal Society, dio de esta forma satisfacción a la petición de los científicos, los cuales, agrupados alrededor de ciertas personalidades como el R. P. Mersenne y Henri de Montmor, deseaban obtener un apoyo moral y financiero del poder real.

El nacimiento de las academias de Londres y de París constituyó el preludio para la aparición de una larga serie de instituciones que se establecieron en toda Europa, según un esquema bastante similar, en el curso de los siglos XVIII y XIX. Citemos entre las más notorias: la Academia de Berlín, fundada en 1700 gracias a la incansable perseverancia de Leibniz; la Academia de San Petersburgo, en 1724; la de Estocolmo, en 1739; la Academia de Göttingen, en 1751; la de Munich, en 1759. En 1772, a propuesta de Carlos de Lorraine, la emperatriz María Teresa de Austria acordaba sus cartas constitucionales a la Académie impériale et royale des Sciences et des belles lettres de Bruselas. La Academia de Amsterdam fue fundada en 1808; la de Viena, en 1847; la National Academy of Sciences de los Estados Unidos de América, en 1863.

Más tarde, y principalmente a partir del siglo XIX, junto a estas academias de competencia general se crearon en muchos países sociedades científicas de interés más restringido: geología, botánica, zoología, astronomía, geografía, etc. Se puede ver ahí el comienzo de una particularización de la ciencia que se debió al hecho de que las academias estaban transformándose en cotos cerrados en los que se daba una preferencia demasiado exclusiva a ciertas ramas de la ciencia que justamente coincidían con las que habían dado notoriedad a sus fundadores.

Es cierto también que el nacimiento de las academias aparece asimismo como una reacción contra el monopolio que las universidades ejercían sobre toda la actividad intelectual. Con sólo algunas excepciones, las universidades se mostraban, en efecto, poco inclinadas durante el siglo XVII y una gran parte del XVIII a organizar una enseñanza científica basada más en la observación y experimentación que en las ideas recibidas.

Los intereses de estudio de la Royal Society y de la Academia de Ciencias no se reducían por otra parte exclusivamente a las ciencias puras, sino que se extendían a problemas más prácticos que afectaban al comercio, a las artes, oficios y manufacturas (diríamos hoy día a la economía y a la tecnología). Por otra parte, los soberanos les otorgaron con frecuencia su apoyo precisamente en función de este aspecto de sus actividades. Durante los primeros años de la vida de la Academia de Ciencias y de la Royal Society, las comunicaciones sobre las aplicaciones prácticas de la ciencia fueron, por otra parte, más numerosas que las

referentes a temas más fundamentales de la física o de las matemáticas¹.

Las academias han desempeñado hasta mediados del siglo XIX un papel predominante a favor del desarrollo de la ciencia experimental. Constituyeron un terreno de encuentro en el cual los hombres de ciencias podían confrontar sus observaciones y sus interpretaciones, cualquiera que fuera su nacionalidad. Han puesto a disposición de los científicos unos medios que no hubieran podido reunir individualmente. Han reunido una multitud de informaciones sobre el estado de las ciencias y de las técnicas, y muchas de ellas han asumido la misión de aconsejar al Gobierno sobre las decisiones a tomar en materias científicas de interés nacional.

Su aparición había constituido en Europa un indudable progreso para el estímulo de las ciencias; pero, sin embargo, dos factores limitaron el alcance de su acción al enfrentarse la ciencia con la gran revolución industrial. Estos factores fueron la falta de dinero y el carácter demasiado individualista de las investigaciones de los académicos.

Con excepción de la Academia de París, la cual, ampliamente financiada por el Tesoro público, constituyó casi una Administración del Estado, todas carecieron de los fondos necesarios para ejercer una auténtica promoción de la investigación científica. Por otra parte, limitadas a la simple puesta en común de los medios de investigación y a la discusión de los trabajos individuales, no constituyeron nunca verdaderos equipos de investigación como lo exigía el progreso científico.

En la mayor parte de los países occidentales, su papel actual consiste sobre todo en poner a disposición de los hombres de ciencia sus bibliotecas, publicar boletines, actas y memorias, suscitar coloquios, conferencias y atribuir premios.

De una manera general, las sociedades científicas del mundo occidental han sido «más aptas para recompensar que para emprender»¹. Han conservado un papel consultivo, pero frecuentemente en un plano secundario o duplicando otros órganos.

Por el contrario, en la Unión Soviética la revolución transformó radicalmente el papel de la academia, que perdió casi enteramente su independencia cerca del poder (al que frecuentemente se había opuesto, sobre todo después del primer intento revolucionario de 1905 y hasta la guerra de 1914). Dejó de ser una simple sociedad científica y una institución en cierto modo honorífica para tomar el carácter de organismo estatal que vino a tener una intervención directa en la administración del país: especie de organización central para la puesta en práctica de la investigación. La mayor parte de los países socialistas han seguido más tarde este modelo.

¹ Sir Henry LYONS, *The Royal Society, 1660-1940*, pp. 114, 131, 154. James E. KING, *Science and Rationalism in the Government of Louis XIV*, pp. 294 y 608, Baltimore, John Hopkins Press, 1949.

¹ La Royal Society de Londres ha cumplido, sin embargo, una función más amplia realizando todos los años una revisión y un análisis crítico de los trabajos de investigación del país. Desde hace algunos años somete al Consejo consultivo de política científica informes sobre campos de investigación insuficientemente explorados. En los Estados Unidos, la Academia de Ciencias ha intervenido de una forma todavía más directa para asesorar al poder federal, creando durante la primera guerra mundial el National Research Council, que fue encargado por el Gobierno de reforzar los esfuerzos científicos del país para las necesidades militares. Sin embargo, perdió su papel de principal consejero del Gobierno con la creación de la National Science Foundation en 1950. Respaldata por el Congreso, la Academia consiguió, en compensación, ser admitida como su asesora oficial y sirve de contrapeso desde entonces a los Consejos consultivos del Poder ejecutivo.

LAS FUNDACIONES DE ESTIMULO A LA INVESTIGACION

El desarrollo del capitalismo industrial vino a favorecer, a partir de fines del siglo XIX, el desarrollo de una forma particular de asistencia desinteresada al investigador: la fundación con fines filantrópicos.

En ciertos países las fundaciones privadas han constituido y todavía constituyen ahora una fuente relativamente importante de financiación de la investigación científica, acordando premios y becas y otorgando subvenciones a investigadores individuales o instituciones. En ciertos casos ellas mismas organizan actividades de investigación.

Sin embargo, las fundaciones privadas no han adquirido nunca en Europa la importancia que han llegado a tener en los Estados Unidos de América porque las legislaciones de los países europeos han sido, en general, mucho menos generosas en lo que concierne a la capacidad de deducir con fines fiscales las donaciones a favor de instituciones de carácter no lucrativo, en el cálculo del impuesto sobre la renta y del impuesto sobre las sociedades.

En el momento actual más de doscientas fundaciones americanas financian todavía investigaciones científicas¹. Sus gastos de investigación representan cerca de 80 millones de dólares; la mitad de este total concierne a la medicina y a la biología. En la República Federal de Alemania las fundaciones² y ciertas asociaciones privadas para el estímulo de la investigación que pueden ser asimiladas a fundaciones (Deutsche Forschungsgemeinschaft, Max-Planck-Gesellschaft)³ todavía representan actualmente importantes instrumentos de financiación de la investigación científica; las industrias pueden aportar a través de ellas un apoyo a la investigación que se sitúa fuera del marco de su interés profesional.

Por el contrario, esta forma de institución se ha desarrollado muy poco en Francia y en el Reino Unido.

Si bien las fundaciones científicas han desarrollado, en virtud de sus estatutos, de su objeto y del tipo de asignación que les es impuesto por los donadores, una acción eficaz para responder a las iniciativas de los investigadores, por el contrario se han revelado por regla general mucho menos aptas para concebir objetivos generales de desarrollo y de investigación y para elaborar programas. Por otra parte, las rentas de estas fundaciones llegaron a ser rápidamente insuficientes en relación a la amplitud de las nuevas necesidades. El Estado se ha visto conducido por ello progresivamente a encargarse de la financiación de los más importantes programas de investigación.

Los Estados Unidos de América constituyen prácticamente el único país en el cual, gracias a los sacrificios consentidos por el Tesoro sobre los ingresos del impuesto, las fundaciones todavía reciben actualmente importantes contribuciones de las sociedades privadas para la promoción de actividades científicas.

¹ Las más importantes son la Carnegie Institution (1902), la Rockefeller Foundation (1913) y la Ford Foundation (1936).

² Las principales fundaciones alemanas son: la Stifterverband für die Deutsche Gemeinschaft (1949), la Fritz-Thyssen Stiftung (1960), la Stiftung Volkswagenwerk (1961), la Stiftung Alexander von Humboldt.

³ Esta última, financiada ya en un 90 por 100 por fondos públicos, está en vías de evolución hacia un estatuto gubernamental de hecho. Análogo es el caso del Fondo Nacional de la Investigación Científica de Bélgica.

CARACTERES COMUNES A LAS ACADEMIAS Y A LAS FUNDACIONES: EL CRITERIO DEL MERITO

La mayor parte de las academias y de las fundaciones no han podido adaptarse a las necesidades contemporáneas, en primer lugar, por la dificultad de aporte de los medios financieros necesarios, pero en virtud también del criterio demasiado exclusivista que ha guiado su accionar apoyando solamente la investigación en el mérito del científico y juzgando del valor de los proyectos por la decisión de una comunidad de sabios.

Si este principio todavía sigue siendo ampliamente aplicable para apoyar proyectos de investigación fundamental cuyo coste sea limitado, se muestra, por el contrario, inadecuado cuando se trata de organizar la financiación y la promoción de actividades de investigación orientadas hacia aplicaciones prácticas o hacia actividades fundamentales muy costosas, como los aceleradores de partículas o los satélites-observatorio. En estos casos la ayuda a la investigación se decide necesariamente en función de ciertos objetivos; las consideraciones de mérito personal no son ya suficientes y deben ser completadas por criterios de oportunidad y de eficacia, pero tanto el objeto de la investigación como la calidad de la gestión, al llegar a ser criterios dominantes, quedan fuera de las posibilidades de examen por las academias.

INTERVENCION DE LOS GOBIERNOS

La insuficiencia de las fórmulas privadas condujo a los Gobiernos a contemplar medidas de mayor envergadura para promover la investigación.

INSTITUCIONES CIENTÍFICAS DEL ESTADO

Los Gobiernos han organizado por su cuenta, a lo largo del tiempo, actividades de investigación en diversos campos de utilidad pública que les han sido reservadas, incluso en las sociedades de carácter más mercantil: la obtención de datos meteorológicos y astronómicos, la prospección geológica y topográfica, la descripción de las especies animales, vegetales y minerales, la protección sanitaria de la población, la definición de normas para alimentos y medicamentos, la mejora de la producción agrícola, la mejora de los medios de comunicación, etc.

En los países de la Europa occidental y en los Estados Unidos de América se ha desarrollado, en esta forma, una red de establecimientos del Estado¹ que cumplen en el terreno científico una misión de servicio público.

¹ Algunos de estos establecimientos tienen un antiguo origen, tal como el Jardín Real de Plantas Medicinales (1635) en París, que ha llegado a ser el Museo de Historia Natural; el Observatorio de París (1667) y el de Greenwich (1675), la Oficina de Longitudes de París, creada en 1675 para uso de la Marina de guerra y de comercio. Todavía se pueden citar en Alemania los laboratorios de la Physikalisch-Technische Reichsanstalt, creados en 1880, y, en Inglaterra, el National Physical Laboratory, creado en 1900. En los Estados Unidos de América el Servicio Geodésico e Hidrográfico y los laboratorios del Ministerio de Agricultura han desempeñado un importante papel, especialmente en la prospección y puesta en valor de los territorios del Oeste a fines del siglo XIX y comienzos del XX.

FINANCIACIÓN PÚBLICA DE LA INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA

Habiéndose mostrado insuficiente la iniciativa privada en la mayor parte de los países y, por otra parte, no bastante motivada para hacer frente a las enormes necesidades de la educación, los Gobiernos se han visto impelidos a tomar a su cargo la parte esencial de los gastos de la enseñanza en todos sus niveles, y especialmente la financiación de base de las universidades. Asumen así de manera general la responsabilidad directa en la formación de los cuadros administrativos y científicos y en el mantenimiento de la investigación fundamental. Esta carga incumbe actualmente a los poderes públicos, cualquiera que sea por otra parte el estatuto de las universidades, muchas de las cuales mantienen un estatuto de derecho privado.

Pero el papel del Estado en relación con las universidades se ha limitado en la mayor parte de los países a determinar las condiciones para otorgar los grados académicos y a proveerlas de las dotaciones presupuestarias globales (*block grants*). Generalmente estas instituciones han tenido una entera libertad en cuanto a la asignación precisa de las sumas recibidas y a su reparto entre fines de enseñanza y de investigación.

ORGANISMOS GUBERNAMENTALES DE ESTÍMULO DE LA INVESTIGACIÓN

Las intervenciones del Estado para apoyar proyectos científicos específicos fuera de los establecimientos gubernamentales han seguido siendo episódicas hasta la primera guerra mundial y se han limitado prácticamente a la financiación de algunas empresas excepcionales, tal como las expediciones científicas.

Las primeras medidas importantes de apoyo público a los proyectos de investigación fueron tomadas durante la guerra de 1914-1918, e inmediatamente después de ella en el Reino Unido y en Francia.

Las operaciones militares revelaron a las grandes naciones beligerantes todas las posibilidades que ofrecía la ciencia. Francia, el Reino Unido e incluso los Estados Unidos de América, situados ante el problema de la producción masiva de un armamento cada vez más perfeccionado, cayeron en la cuenta del retraso que acusaban sus industrias respecto a sus correspondientes alemanas, ya que éstas habían sabido sacar un mejor partido de los descubrimientos científicos realizados durante los primeros años del siglo¹. Estos países debieron improvisar estructuras a efectos de movilizar los recursos científicos necesarios para recuperar este retraso.

Según los países, los Gobiernos escogieron o bien crear con este fin organizaciones públicas de un nuevo tipo, o bien apoyarse sobre instituciones privadas ya existentes, cuya financiación fueron asumiendo progresivamente. Una y otra formación de intervención condujeron de hecho al mismo resultado. El reparto de las sumas consagradas por el Estado a la investigación, ampliamente autónomos y dirigidos por comités de científicos.

Las intervenciones de estas organizaciones varían según los países. En algunos se limitan a conceder becas y créditos de investigación a los investigadores y a los equipos de investigación; en otros, dirigen al mismo tiempo actividades de investigación proseguidas en sus propios laboratorios. En este último caso estas organizaciones han servido para remediar las deficiencias de las universidades, creando institutos científicos generalmente en torno a grandes instrumentos de investigación.

¹ También tomó cuerpo durante la guerra esta idea, ya entrevista por algunos economistas clásicos, de que la investigación constituye un factor de progreso económico al condicionar el progreso de la industria.

El Reino Unido fue el primero en establecer una organización gubernamental estable y eficaz para promover las actividades científicas. Conforme a las recomendaciones de la Comisión Haldane fue creada, en 1915, una administración dotada de una amplia autonomía administrativa y financiera: el Department of Scientific and Industrial Research (DSIR).

La misión del DSIR se fue desarrollando en dos planos en el curso de los años: por una parte, apoyo general a la investigación fundamental, y, por otra parte, estímulo para la aplicación de los resultados de la investigación al desarrollo industrial. El Departamento ha otorgado subvenciones a los investigadores universitarios, becas a los estudiantes posgraduados, y ha creado y financiado sus propios laboratorios, ha financiado asociaciones de investigación industrial, etc. La dirección del Departamento fue confiada a un consejo de investigación compuesto por representantes de los medios científicos e industriales.

Otras organizaciones fueron creadas más tarde según un esquema administrativo semejante: el Medical Research Council, en 1920 (que reemplazó al Medical Research Committee, creado en 1911); el Agricultural Research Council, en 1931; el Nature Conservancy, en 1949; el Overseas Research Council, en 1959.

Hasta hace poco estas diversas instituciones presentaban directamente un presupuesto al Parlamento. Este esquema de organización ha sido modificado recientemente: la atribuciones reservadas al DSIR han sido repartidas entre un Science Research Council, situado bajo el control del Ministerio de Educación y Ciencia y competente para el apoyo de la investigación universitaria, y el Ministerio de Tecnología, bajo el control del cual se sitúan en adelante todas las actividades del DSIR en el campo industrial.

En *Francia*, antes de la última guerra, fueron hechas diversas tentativas, aunque sin éxito, para promover la investigación científica. También fueron creadas: en 1868, la Escuela Práctica de Altos Estudios, y, en 1905, la Caja Nacional de Ciencias, que se transformó, en 1935, en la Caja Nacional de la Investigación Científica.

En el campo de la investigación aplicada, en 1915, fue instituida una Dirección de las invenciones que interesaban a la defensa nacional. Una y otra dependían del Ministerio de Educación. La Dirección se transformó, en 1922, en la Oficina Nacional de Investigaciones Científicas e Invenciones. Su acción se hizo rápidamente insuficiente. En 1938 las amenazas de guerra condujeron al Gobierno a crear un Centro Nacional de la Investigación Científica Aplicada, que reemplazó a la Oficina. Ninguna de estas instituciones llegó a disponer de medios suficientes.

Poco después del comienzo de la segunda guerra mundial se instituyó el Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNRS), como resultado de la fusión de la Caja Nacional de la Investigación Científica y del Centro Nacional de la Investigación Científica Aplicada. El CNRS, establecimiento público situado bajo la autoridad del ministro de Educación Nacional, ha recibido en principio una misión muy general: desarrollar, orientar y coordinar las investigaciones científicas de todo orden, lo que la convierte en la organización central de la promoción de la investigación. De hecho, sin embargo, sus iniciativas han afectado esencialmente a la investigación universitaria. Para cumplir su misión, el CNRS tiene la posibilidad de efectuar investigaciones en sus propios laboratorios (que están generalmente yuxtapuestos a los laboratorios universitarios), subvencionar a los particulares o a instituciones, y organizar y controlar una enseñanza que prepare para la investigación.

En los *Estados Unidos de América* fue creado en 1914 un Office of Scientific Research and Development (OSRD) para «servir un centro de movilización del personal científico y de los recursos de la nación, a fin

de asegurar su mejor utilización para poner a punto y aplicar a la defensa del país los resultados de la investigación científica». Quedó situado a las órdenes inmediatas del presidente de los Estados Unidos. La OSRD no poseía laboratorios propios. Sus intervenciones consistían en otorgar subvenciones a los investigadores y a los centros de investigación. La Oficina desapareció al fin de la guerra, pero persistió la necesidad que dio origen a su creación. Las discusiones duraron cinco años y hasta 1950 no fue creada la National Science Foundation, que recibió por misión financiar por la vía de subvenciones y de becas la investigación fundamental y la enseñanza superior.

En los *Países Bajos* funcionan dos organizaciones gubernamentales centrales: la *Nederlandse Centrale Organisatie voor Teogepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek* (TNO), creada en 1932 para la promoción de la investigación aplicada de interés público, y la *Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek* (ZWO), creada en 1950 para la promoción de la investigación fundamental.

En *Suecia* han sido creados por el Gobierno, entre 1940 y 1950, un cierto número de consejos de investigación para distribuir los fondos que el Estado consagra a la promoción de la investigación. Una organización similar ha sido establecida en *Noruega*.

En *Bélgica*, después de una primera tentativa abortada en 1921 por razones presupuestarias, fue creada en 1928 una institución central para el estímulo de la investigación, pero originalmente se escogió la fórmula de la fundación privada. De esta forma el Fondo Nacional de la Investigación Científica (FNRS) fue instituido gracias a las aportaciones de mecenas y a una suscripción de los grandes bancos y de las industrias.

En su origen el campo de la intervención del FNRS cubría tanto la investigación fundamental como la investigación aplicada; sin embargo, los medios de que disponía resultaron insuficientes para ejercer una acción eficaz a favor de la investigación en la industria. Por ello, el Estado creó el Instituto para el Estímulo a la Investigación Científica en la Industria y la Agricultura (IRSIA). En la actualidad, el mismo FNRS funciona esencialmente por medio de fondos públicos. Sin embargo, ha conservado su estatuto privado.

CONTRATOS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN-DESARROLLO

Las administraciones públicas han recurrido en todos los países, aunque en diversos grados, a organismos exteriores—industrias, universidades, laboratorios independientes—para hacer ejecutar investigaciones específicas de interés general o para hacer frente a las cuestiones que se plantean en su gestión.

La acción de los Gobiernos ha tomado después de la segunda guerra mundial una nueva dimensión bajo esta forma: varios países se han lanzado en la vía de grandes programas militares, espaciales y nucleares que engloban una gran investigación científica y técnica. El desarrollo de las iniciativas gubernamentales en los sectores científicos interesados en la realización de estos programas requería procedimientos muy diferentes de los que habían sido concebidos hasta entonces para el estímulo de la investigación, dado que estas iniciativas precisaban una eficacia mucho más inmediata y exigían el establecimiento y control de medios financieros mucho más importantes.

La gestión de estos programas depende generalmente de organismos públicos especializados, autónomos y competentes para un amplio sector de investigación. Estos organismos poseen frecuentemente sus propios laboratorios, pero confían también la ejecución de investigaciones al ex-

terior—a las industrias y a las universidades—. Con frecuencia el volumen de estas últimas sobrepasa ampliamente el de las investigaciones intra-muros.

De esta forma fueron creados en los Estados Unidos de América el National Aeronautics and Space Administration (NASA) y la Atomic Energy Commission (AEC); en el Reino Unido, la Atomic Energy Authority (UKAEA); en Francia, el Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) y el Centre National d'Etudes Spatiales (CNES).

Esta última forma de intervención de los Gobiernos ha dado lugar a todo un sistema de contratos de las administraciones públicas con empresas, equipos de investigadores o instituciones exteriores al Estado, tal como las universidades. Estos contratos han modificado profundamente en muchos países las relaciones entre el mundo científico, la industria y el Estado. Han orientado el potencial científico nacional hacia vías específicas que corresponden estrictamente a los objetivos del Gobierno.

Este sistema de contratos públicos ha tomado en los Estados Unidos una extraordinaria importancia, tanto por el volumen de los fondos que ha puesto a disposición de la investigación como por las transformaciones estructurales que ha desencadenado. Los observadores más lúcidos de la sociedad americana ven en ello una de las causas de la profunda modificación que se operó hace veinte años en las relaciones entre la industria y el Estado y del surgimiento de un nuevo tipo de sociedad¹.

APARICION DE ESTRUCTURAS DE POLITICA CIENTIFICA

Las intervenciones públicas a favor de la ciencia han acabado por constituir un conjunto bastante dispar, del que cada elemento—procedimiento o institución—aporta una respuesta a una necesidad específica aparecida en un momento dado.

Mientras que esta situación se materializaba por un gasto global insignificante en relación con el conjunto de los gastos públicos, no atrajo suficientemente la atención como para justificar una coordinación. Ya hemos visto que fueron hechas tentativas en este sentido en el siglo XIX y a comienzos del siglo XX, aunque tuvieron un carácter claramente prematuro.

Cuando los gastos científicos comenzaron a representar una fracción significativa del presupuesto, los Gobiernos se vieron conducidos a considerar su acción respecto a la ciencia bajo un nuevo ángulo: el de la política general del Estado. Pero ha sido preciso sobrepasar un cierto umbral para que los responsables políticos se hayan apercibido de su necesidad.

REINO UNIDO

El Reino Unido fue el primer país que estableció una verdadera organización central de ayuda a la investigación, concibiendo un esquema de organización de la política científica.

Este esquema pretende satisfacer dos funciones esenciales: por una parte, la coordinación de las actividades que diversos departamentos ministeriales ejercen a favor de la investigación, y, por otra, la formu-

¹ Ver John K. GALBRAITH, *The New Industrial State*, Boston, HMC, 1967. Hay traducción española, *El nuevo Estado industrial*, Barcelona, Ariel, 1967.

lación concertada de una política científica por los representantes de todos los sectores interesados: Gobierno, universidades e industrias.

Los principios de la organización británica habían sido entrevistados, desde 1871, por una comisión real que recomendó designar un ministro de Estado responsable de todas las actividades en el campo de la ciencia que fuera asistido por un organismo consultivo independiente e instituir un organismo consultivo similar para los Ministerios de la Guerra y la Marina.

De hecho esta estructura no llegó a ser aplicada más que en 1947, cuando el Advisory Council on Scientific Policy y también un consejo consultivo de la investigación militar sucedieron a las comisiones del tiempo de guerra. Estos dos comités fueron presididos al comienzo por la misma persona.

En 1959 fue nombrado un ministro de la Ciencia, el cual asumió las funciones ejercidas por el lord presidente del Consejo en materia científica¹, tomando esta vez a su cargo un departamento. Diversos ministros, como los del Aire, de Defensa o de Energía, no dejaron de conservar el control exclusivo de importantes actividades de investigación. Por esta causa no pudo entonces realizarse la coordinación del conjunto de los gastos científicos del Estado.

Una comisión establecida por el Gobierno Macmillan remitió, en 1963, un informe (llamado «informe Trend») acompañado de recomendaciones que contemplaban esencialmente ciertos retoques de estructuras, a efectos de separar más netamente las responsabilidades en lo que concierne a la ayuda a la investigación fundamental y la ayuda a la investigación industrial, escindiendo a estos efectos las actividades del DSIR.

La comisión proponía igualmente fusionar el Ministerio de Educación y el de Ciencia. Esta última recomendación fue atendida por el Gobierno siguiente, y se vio así un Ministerio de Educación y Ciencia, competente para la enseñanza en todos los niveles. Además de las funciones que habían sido ejercidas por el precedente ministro de la Ciencia, se le confió el control de actividades científicas atendidas anteriormente por diversos Ministerios. La responsabilidad presupuestaria del ministro llegó a ser más pesada. Se extendió especialmente a los Research Councils, los cuales presentaban antes directamente su presupuesto al Parlamento. Desde entonces el ministro quedó encargado de ejercer un control sobre las actividades de los Consejos.

Las reformas así emprendidas fueron completadas por la creación, junto al Ministerio de Educación y Ciencia, de un Ministerio de Tecnología, responsable a la vez de las actividades de la United Kingdom Atomic Energy Authority, de las actividades en el campo de la investigación industrial afectadas antes al DSIR y del establecimiento de los contratos de investigación en la industria. Aunque el Ministerio del Aire fue absorbido, las investigaciones con finalidad militar no han sido, sin embargo, afectadas a aquel Ministerio.

En la situación actual tres ministros se distribuyen todavía la investigación británica: el ministro de Educación y Ciencia, para la investigación fundamental y de las universidades; el ministro de Tecnología, para la investigación industrial, y el ministro de Defensa, para la investigación de carácter militar.

Tres órganos consultivos están encargados de definir paralelamente, en los campos que les conciernen, una política a seguir por el Gobierno

¹ En 1916 un Comité del Consejo privado, presidido por el lord presidente del Consejo, recibió la misión de promover la investigación científica. De esta forma el lord presidente, de alguna manera ministro sin cartera, era responsable ante el Parlamento de los gastos del Departamento de Investigación Científica e Industrial (DSIR).

en materia científica: el Consejo de Política Científica, el Consejo Consultivo de Tecnología y el Comité de Política de Investigación para la Defensa Nacional.

La existencia de tal estructura tricéfala ha hecho necesaria la creación de un pequeño Comité consultivo encargado de aconsejar al Gobierno sobre el conjunto de los aspectos de la política científica. Se trata de un Central Advisory Committee on Science and Technology (CACST), que está situado bajo la presidencia de un Chief Scientific Adviser to the Government.

El CACST se encuentra situado en un nivel más elevado que el ministerial, dado que se relaciona con el Gobierno en su totalidad, pero no dispone de ningún personal administrativo.

FRANCIA

La génesis de la actitud de los poderes públicos franceses en relación con la ciencia debe ser buscada, sin duda, en las tradiciones centralizadoras del Estado.

Pero durante más de un siglo las tentativas hechas para establecer un instrumento capaz de concebir una política científica de conjunto permanecieron, como en el Reino Unido, en un estadio puramente intencional.

Un primer paso fue dado por la creación, en 1933, de un Consejo Superior de Investigaciones Científicas, que tuvo la misión de emitir opiniones y propuestas al ministro de Educación Nacional y proceder a la distribución de los recursos de la Caja Nacional de Ciencias. En 1936 fue creada una Subsecretaría de Estado para la investigación científica. Este puesto, que por primera vez desempeñó Irène Joliot-Curie, desapareció a fines de 1937.

Después de la guerra de 1945 el Gobierno contó al Centro Nacional de Investigación Científica la misión de «asegurar la coordinación de las investigaciones realizadas por los servicios públicos, la industria y los particulares». Para que pudiera cumplir esta tarea, se concedió al CNRS derecho de «organizar encuestas en los laboratorios públicos o privados sobre las investigaciones que realizan y los recursos de que disponen». Sin embargo, el Centro tropezó muy pronto con dificultades que no llegó a superar. En efecto, un gran número de actividades de investigación se había desarrollado en otros Ministerios diferentes al de Educación Nacional. El CNRS, situado bajo la tutela del Departamento de Educación y comprometido él mismo en tareas de ejecución de las investigaciones, no se encontraba en óptimas condiciones para proceder a este inventario; por otra parte, no disponía de la autoridad necesaria para asegurar una coordinación de las investigaciones, lo que requería una autoridad—que no tuvo—sobre los diversos Ministerios comprometidos en empresas de ejecución y apoyo a las investigaciones.

Aparecieron entre tanto diversos proyectos conducentes a establecer estructuras más eficaces de coordinación. Su aparición y desaparición sucesivas no se ha debido únicamente a la inestabilidad de los Gobiernos de aquella época, sino también y sobre todo a una preocupación muy real de mejorar los procedimientos a establecer y de precisar las responsabilidades a medida que se concretaban las ideas sobre la manera de realizar una coordinación.

De esta forma, en 1947, se presentó a la Asamblea nacional un proyecto de ley sobre la creación de un Consejo Superior de Investigación. Este proyecto concretaba por vez primera tres nociones esenciales: a) orientación a dar a la actividad de los organismos de investigación; b) inventario de los recursos y de los medios existentes; c) «planes generales de investigación». No dio resultado, sin embargo, porque la coor-

dinación de las actividades científicas continuaba estando basada solamente en el Ministerio de Educación.

En 1953 el Consejo económico recomendaba, por una parte, confiar la responsabilidad de promover la investigación al jefe del Gobierno, el cual delegaría sus poderes en este campo a un secretario de Estado y crear, a su vez, un Consejo consultivo de atribuciones más restringidas.

Este proyecto se apoyaba en dos principios: las responsabilidades de coordinación debían estar situadas en el más elevado nivel, en la línea del primer ministro, y la tarea de proponer una política debía ser confiada a un Consejo consultivo ampliamente representativo. Pronto se añadiría a ellos un tercer principio, el de la integración de la política científica en el Plan de desarrollo económico y social. En 1953 es creada, en el marco del Plan, una comisión de la investigación científica y técnica.

El Gobierno creó en 1958, bajo la autoridad del primer ministro, un Comité interministerial de investigación científica y un Comité consultivo de investigación científica y técnica.

El Comité interministerial reúne a los principales ministros interesados en las cuestiones científicas. Constituye entonces el órgano de coordinación interdepartamental, hacia el que venían tendiendo todos los esfuerzos desde que el CNRS no estuvo ya en condiciones de asegurar esta tarea. Para preparar las deliberaciones del Comité interministerial y asistirle en sus trabajos, el presidente del Comité recurre, por un período de dos años como máximo, a personalidades seleccionadas por su competencia en materia de investigación o en economía, las cuales tienen voz consultiva. Estas personalidades constituyen de hecho un Comité consultivo¹ en el seno del Comité interministerial.

Existe un Secretariado común para los dos Comités: Delegación general para la investigación científica y técnica, dependiente directamente del primer ministro. Está dirigido por un alto funcionario, el delegado general, quien puede constituir grupos de trabajos para temas particulares recurriendo a las personalidades competentes. La Delegación general tiene por misión propia: *a)* proceder a todos los informes, estudios, encuestas que conciernen a la situación y al desarrollo de la investigación y establecer un inventario de los recursos humanos y materiales de la investigación; *b)* recoger las propuestas presupuestarias de los diferentes departamentos ministeriales interesados y asegurar su tramitación a efectos de presentarlos para discusión al Comité consultivo y al Comité interministerial.

La Delegación general prepara, por otra parte, los trabajos de la Comisión de investigación científica de la Comisaría general del Plan¹. Sin embargo, hay un hecho significativo: la estructura que acaba de ser descrita—y más particularmente la competencia de la Delegación general—no afecta más que a los aspectos civiles de la investigación, y, entre éstos, aquellos que no afectan a los campos nuclear y espacial.

Organismos especiales y autónomos, directamente dependientes del primer ministro, han sido, en efecto, encargados a la vez de la coordinación y de la ejecución de la investigación en estos dos últimos campos: la Comisaría de Energía Atómica (CEA) y el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES).

¹ "Informe sobre la organización de la investigación científica en Francia", París, OCDE, 1964.

¹ Decreto del 6 de mayo de 1953.

En el terreno militar, la coordinación de las investigaciones ha sido confiada desde 1959 a un órgano consultivo: el Comité de Acción Científica de Defensa, que ejerce atribuciones similares a las del Comité consultivo en el dominio civil.

Sin embargo, las atribuciones relativas a la investigación científica y a las cuestiones atómicas y espaciales se encuentran agrupadas en las manos de un mismo miembro del Gobierno, que realiza así una especie de unión personal de estructuras administrativas y consultivas independientes. De hecho, a pesar de esta unión personal, la responsabilidad todavía queda compartida al menos entre dos ministros: el ministro de Investigación Científica y de los Asuntos Atómicos y Especiales, y el ministro del Ejército.

Se aprecia por todo ello como característica original del sistema francés la voluntad de concebir el plan científico en estrecha relación con el plan económico y social.

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

De la misma forma que en el Reino Unido y en Francia, la idea de crear órganos de política científica remonta al siglo pasado, pero no tomó cuerpo sino después de la última guerra¹.

Antes de la primera guerra mundial habían sido hechas en vano diversas proposiciones por la Academia Nacional de Ciencias con el fin de coordinar los servicios científicos del Gobierno.

A petición del presidente Wilson dicha Academia creó, durante la guerra, el National Research Council para atender con consejos científicos a las demandas federales sobre los problemas de interés público, pero su influencia cesó al mismo tiempo que las hostilidades.

Otro órgano efímero que fue creado por el presidente Roosevelt: el Science Advisory Board, chocó con la resistencia ante la ingerencia del Estado en la actividad de los científicos.

La centralización bajo directa responsabilidad del presidente que había podido ser realizada durante la segunda guerra—el Office of Scientific Research and Development, que ya hemos citado más arriba—no fue aceptada en tiempo de paz y fue disuelto el OSRD. Su director, Vannevar Bush, recomienda entonces la creación de tres órganos:

1. Un comité para la coordinación de las actividades científicas de los departamentos gubernamentales; fue creado en 1947.
2. Un comité consultivo compuesto por científicos fue establecido en 1950 en el marco de la Oficina de Movilización para la Defensa bajo el nombre de Science Advisory Committee, pero nunca fue ni muy activo ni muy escuchado.
3. Una institución pública para el estímulo de las ciencias fundamentales, la cual no apareció bajo forma de National Science Foundation hasta 1950, debido al hecho de las numerosas controversias que tuvieron lugar a propósito de su autonomía¹. Una vez creada, la NSF encontró dificultades similares a las del CNRS francés. No teniendo derecho a supervisar las otras agencias científicas del Gobierno, no pudo realizar la misión que le había sido confiada: «dar una opinión sobre los programas de investigación emprendidos por las agencias del Gobierno federal».

¹ Para toda esta sección es útil referirse: a) al estudio publicado por la Unesco en 1968, titulado "National science policies of the USA" (núm. 10 de la serie "Estudios y documentos de política científica"); b) al informe de la OCDE titulado "Política nacional de la ciencia: Estados Unidos", 1968.

Evidentemente lo que provocó el *shock* psicológico necesario para acelerar el establecimiento en los Estados Unidos de verdaderas estructuras de política científica fue el lanzamiento del primer *Sputnik* en 1957. Ante el efecto del éxito soviético sobre la opinión pública y sobre los miembros del Gobierno y del Congreso, el presidente Eisenhower nombró inmediatamente un Special Assistant for Science and Technology y transformó al mismo tiempo el Science Advisory Committee: quitándole su carácter exclusivamente militar, lo vinculó directamente a la presidencia de los Estados Unidos de América.

El Special Assistant representa mucho más que un simple consejero científico. Dependiendo directamente de la Casa Blanca, puede supervisar toda la acción de los departamentos. Tiene el encargo de mantener informado de todas las actividades científicas de los diferentes departamentos y de aconsejar personalmente al presidente sobre la futura orientación de la política del Gobierno en materia científica.

El President's Science Advisory Committee está compuesto por representantes de las universidades y de la industria. Ha recibido una doble misión de estudio y de opinión acerca de la acción gubernamental en favor de la ciencia y de la integración de esta acción en el conjunto del esfuerzo de la nación.

En 1959, a partir de una recomendación del Science Advisory Committee, el presidente transformó el Comité interdepartamental en un Federal Council for Science and Technology, que tiene por misión preparar y elaborar la planificación coordinada de ciertos programas nacionales (evaluación de las necesidades y del potencial científico, reparto de funciones entre los diferentes organismos gubernamentales y elaboración de los presupuestos). Diversos Comités están encargados de estos trabajos, así como del estudio de los problemas de gestión de los programas federales y de la elaboración de una política científica y técnica a escala gubernamental.

El Special Assistant y el Comité consultivo estuvieron asistidos al principio por el mismo personal administrativo y de estudio. Sin embargo, se vio rápidamente que era necesario asegurar una posición más sólida a este personal en la organización gubernamental. Por otra parte, el Special Assistant, directamente dependiente de la Casa Blanca, escapaba al poder investigador del Congreso. Por estas dos razones el presidente Kennedy creó un nuevo organismo, el Office of Science and Technology, en el nivel más elevado de la jerarquía administrativa, es decir, en el nivel de las oficinas ejecutivas (como, por ejemplo, el Bureau of the Budget). Así, la Oficina constituye de hecho una administración de la ciencia que tiene acceso a todas las informaciones sobre las actividades científicas del Gobierno e informa directamente al presidente.

La relación entre los tres órganos de política científica está asegurada por el Special Assistant, que dirige la Oficina de Ciencia y Tecnología y preside los dos Consejos.

De este modo, la característica del sistema americano consiste en centralizar la organización científica bajo la autoridad directa del presidente¹ y de confiar a altos funcionarios dependientes de éste la concepción de la política científica, el establecimiento de los presupuestos y la organización de la coordinación interdepartamental y consulta de los medios científicos.

¹ Ver en Don K. PRICE, *Government and Science*, pp. 48-55, los dos temas en relación con el grado de autonomía de la NSF.

¹ Hay que notar aquí que incluso la NSF informa al presidente de los Estados Unidos, quien nombra a su director.

REPÚBLICA FEDERAL ALEMANA

El tipo de instituciones de política científica y lo que a ellas compete está condicionado, en la República Federal Alemana, por la estructura del Estado mucho más que en los Estados Unidos de América.

La Constitución de 1949 otorga en principio a los Lander—los Estados de la Federación—la competencia legislativa y la competencia administrativa en los asuntos culturales, especialmente en lo que concierne a la enseñanza superior (organización y financiación de las universidades). En virtud de esta misma Constitución, la Federación no tiene más que una competencia de legislación concurrente en lo que concierne al estímulo de la investigación científica, es decir, que los Estados (Lander) tienen el poder de legislar en esta materia en la medida en que la Federación no haya hecho todavía uso de su competencia. Desde 1949 los Estados han tomado diversas iniciativas para realizar una mejor coordinación entre ellos (conferencia permanente de los ministros de Educación de los diversos Lander).

Desde 1962 la coordinación del conjunto de las actividades científicas ejercidas por los diversos Ministerios de la Federación se realiza a escala federal por un Comité interministerial para ciencia e investigación. La presidencia del Comité, confiada en un principio al ministro federal del Interior, comenzó a ejercerse desde 1963 por el ministro federal de Investigación Científica, quien—además de las actividades científicas que ha tomado del ministro del Interior—es competente en todas las cuestiones científicas y en las que afectan a la energía nuclear.

Para asegurar la coordinación entre las acciones de los Lander y las del Estado federal, ha sido creado en 1957 un Consejo de ciencia (Wissenschaftsrat). Esta institución comporta dos comisiones: una administrativa, que está compuesta por altos funcionarios del Gobierno federal y de los Gobiernos de los Estados, y otra científica, que está compuesta por representantes de los medios científicos y económicos. Las misiones del Consejo quedan definidas de la forma siguiente: a) elaborar sobre la base de los planes establecidos por la Federación y los Estados federales en el cuadro de sus atribuciones un plan de conjunto para la promoción de las ciencias, y armonizar al mismo tiempo entre ellos los planes de la Federación y de los Lander; b) establecer cada año un programa prioritario; c) formular recomendaciones para la asignación de los créditos federales y de los Lander que se destinan a investigación.

BÉLGICA

Bélgica comparte con algunos países la ventaja de haber comprendido bastante pronto la utilidad de definir una política de conjunto del desarrollo científico¹.

La etapa decisiva fue marcada por la creación en 1957, a iniciativa del Gobierno, de una «Comisión nacional para el estudio de los problemas planteados por el progreso de las ciencias y sus repercusiones económicas y sociales».

Al término de sus actividades, que duraron dos años, remitió un informe al Gobierno y recomendaciones sobre la creación de una estructura de política científica.

¹ Para la organización belga es útil consultar el informe de la Unesco titulado "La política científica y la organización de la investigación científica en Bélgica", París, 1965, y el informe de la OCDE: "Políticas nacionales de la Ciencia: Bélgica", París, 1966.

En 1959 fueron creados los tres órganos siguientes:

1. El Comité Ministerial de Política Científica (CMPS), que reúne a todos los ministros con atribuciones en materia científica y también al ministro de Hacienda.
2. La Comisión Interministerial de Política Científica (CIPS), que agrupa altos funcionarios responsables de las actividades científicas en los departamentos representados en el Comité.
3. El Consejo Nacional de la Política Científica (CNPS), que agrupa a representantes de los medios científicos, universitarios, económicos y sindicales.

Los tres órganos fueron situados bajo la autoridad del primer ministro. Su competencia se extiende tanto a la enseñanza superior como a la investigación científica, fundamental y aplicada, sin exceptuar la investigación militar (por otra parte, poco importante en este país).

Las tareas de estudio y preparación de los programas son asumidas por una pequeña administración polivalente que forma parte de los servicios del primer ministro y ha tomado recientemente el nombre de Servicios de Programación de la Política Científica. Esta administración asegura igualmente la Secretaría del CNPS. Su secretario general es presidente de la Comisión interministerial.

Tercera parte

La política de desarrollo por la ciencia

6. La política científica en la política general de la nación

INTRODUCCION

Hemos subrayado en el capítulo 4 las notables diferencias que existen entre los potenciales y las estructuras científicas de los países que se encuentran en los cuatro estadios más típicos del desarrollo económico.

Algunas de estas diferencias se explican por la naturaleza de los problemas con los que están efectivamente confrontados los pueblos y los gobiernos: para unos la agricultura es esencial y para otros ha dejado de serlo; en algunos casos la única orientación susceptible de estimular el crecimiento y reabsorber la desocupación radica en la tecnología avanzada, mientras que en otros hay que edificar urgentemente las industrias primordiales para aliviar la balanza de pagos del creciente peso de las importaciones de productos semiacabados o de artículos de consumo, etc.

Sin embargo, no deja de sorprender el considerable grado de inadaptación de los potenciales científicos a las necesidades reales de los países. En primer lugar, el número de investigadores y el gasto de investigación son más que proporcionales al nivel de desarrollo ya alcanzado, por lo que países que aparentemente tienen una mayor necesidad de apoyarse en la ciencia vienen a ser los que en realidad disponen menos de ella. Paradójicamente, el desarrollo científico de las naciones parece ser, más que su causa, la consecuencia de su desarrollo económico. La investigación sería entonces un lujo que solamente pueden permitirse aquellos que han sobrepasado ya los problemas consiguientes a la penuria económica. La aparente inutilidad económica de la investigación espacial y la actitud aristocrática de más de un científico fundamentalista en los países menos desarrollados podrían contribuir a acreditar esta idea de la «gratuidad» de la ciencia, idea que, por otra parte, no carece de profundas raíces en la tradición europea. Creemos que es inútil insistir sobre el sofisma que contiene, dado que los éxitos técnicos del mundo occidental son claramente origen de su dinamismo económico, y que estos éxitos técnicos tienen su fuente en la utilización del método y del conocimiento científicos para resolver problemas prácticos.

Pero no deja de ser cierto que las estructuras científicas de las naciones reflejan con mayor frecuencia las necesidades de la época precedente que las de la etapa de desarrollo en que se encuentran, y que estas estructuras no anticipan o prevén casi nunca, como convendría, las necesidades de la etapa futura. Siendo la investigación preparación del

futuro por esencial, la estructura científica de un país debería prefigurar, en efecto, lo que éste será mañana.

Sin embargo, ¿no existen demasiados países ya bastante avanzados en la primera industrialización con penuria de instituciones de investigación agronómica e industrial—públicas o cooperativas—, con una infraestructura rudimentaria de servicio público, y una universidad orientada casi en exclusividad hacia las Letras y la Medicina? Podríamos decir de ellos que sus estructuras científicas han conservado carácter medieval mientras su economía es ya casi moderna.

También existen países europeos ya comprometidos en la segunda industrialización que por tradición continúan orientando sus principales esfuerzos hacia la agronomía y hacia la tecnología industrial clásica, y abandonan así a la influencia extranjera los sectores clave de su presente crecimiento económico.

El creciente interés que todos los países han prestado a la política científica desde el comienzo de siglo responde entonces a una situación muy extendida de inadaptación de las estructuras y de los presupuestos científicos a las necesidades reales de la nación, y también por esta razón ha sido frecuentemente concebida en primer lugar como una *política para la ciencia*; es decir, un conjunto de medidas tendentes a remediar las principales carencias acumuladas en el pasado, carencias que habían impedido que se desarrollaran normalmente ciertos sectores del aparato científico nacional. Ninguna otra doctrina que conozcamos existía en vísperas de la segunda guerra mundial.

Como lo recuerda el capítulo precedente, ciertos países habían tomado ya conciencia, desde la guerra 1914-1918, de los peligros militares que supone una industria en retraso en cuanto a la aplicación de la ciencia. Por otra parte, las grandes empresas, sobre todo las del sector químico, habían superado ya el estadio de la idea confusa del retraso científico y habían comenzado a establecer programas específicos de investigación a efectos de alcanzar objetivos precisos. Pero todavía no había aparecido una *estrategia de investigación* a nivel de los gobiernos.

La noción de *política por la ciencia* se ha impuesto a las grandes potencias durante la segunda guerra mundial, y aún más durante el decenio que la ha seguido: éstas han establecido programas de investigación orientados hacia los nuevos armamentos. Los considerables medios financieros que se han movilizado para estos programas han tenido el efecto de poner el potencial científico nacional al servicio de las ambiciones geopolíticas del Estado y de convertir a las instituciones de investigación en eficaces instrumentos de los objetivos gubernamentales.

Las naciones que no estaban comprometidas en ninguna carrera de poder o de prestigio, y las que se han desalentado en el curso de esta carrera, se han visto desorientadas por la marcha que tomaba la explosión científica y tecnológica de las superpotencias.

El temor de quedar desfasado en una evolución vertiginosa, de cuya decisiva importancia para el futuro todos tenían conciencia, ha reemplazado entonces a la motivación de la ciencia por la ciencia, la cual manifiestamente carecía de resonancia fuera de los medios directamente interesados en la expansión del presupuesto de las investigaciones. La mayor parte de las naciones de Europa occidental especialmente se han comprometido en programas nucleares y espaciales, nacionales o multilaterales, o ambos a la vez, aparentemente sin saber demasiado ni por qué ni cómo, a juzgar por el estado de crisis en que se encuentran estos programas cinco o diez años después, todo ello proveniente de ese temor de encontrarse desfasados tecnológicamente, aprensión tan confusa y nebulosa, sin embargo, como la de suponerse atrasados científicamente.

El período de confusión se ha extendido a toda la primera parte del presente decenio, en el curso de la cual numerosos países, no obstante, se han dotado de estructuras internas de política científica y tecnológica, y han creado múltiples organismos internacionales, aunque sin haber formulado todavía sus objetivos con la suficiente precisión como para extraer de ellos conclusiones prácticas en cuanto a la línea de conducta a seguir.

Por esta razón ha llegado a ser necesario en todas partes el análisis sistemático de los objetivos de la política científica, emprendido ya en este momento en numerosos países y en varios foros internacionales. Poco a poco se ha ido desprendiendo una nueva visión todavía más amplia que la política por la ciencia de los estrategias del poder: se trata de la *política de desarrollo económico y social por la ciencia*.

LA REALIDAD ACTUAL: VARIAS POLITICAS CIENTIFICAS CONDU- CIDAS SIMULTANEAMENTE EN LOS MISMOS PAISES

En algunos países—sobre todo en los de dimensión modesta o en los no industrializados—la política para la ciencia ocupa por sí sola toda la escena. El Gobierno no persigue con ello otro fin que el de procurar a los científicos, cualquiera que sea el tema al que se consagren, el confort material y moral que les es necesario.

Las principales potencias se sitúan en el extremo opuesto: la política por la ciencia reina en ellas de forma casi absoluta, aunque también se despliegan esfuerzos para multiplicar los efectos laterales en la industria de los grandes programas gubernamentales, y algunas voces autorizadas sugieren generalizar en todas las industrias del país los impulsos gubernamentales de progreso que constituyen los contratos de investigación y las adquisiciones públicas. Por otra parte, estos Gobiernos dan mayor preferencia al estudio de problemas como la oceanografía, la polución del aire y del agua, la tecnología urbana, etc. Se trata entonces de signos evidentes de una evolución hacia una política de desarrollo por la ciencia.

Entre estos dos extremos se encuentra un gran número de países en los cuales las tres políticas en presencia se tocan y entremezclan. Una parte de sus decisiones de política científica continúa inspirada en la vieja idea del mecenazgo y del deber del príncipe con respecto a los científicos; por otra parte, las preocupaciones de «clientela», en el sentido romano del término, aparecen de nuevo como antes en el tiempo de los mecenas. Otra parte está ligada a las ambiciones de la nación o a su prestigio. Una tercera, por fin, procede de un análisis de la situación económica y social del país, y de la intención de hacer de la ciencia un instrumento de su desarrollo. La mayor parte de las naciones europeas y un gran número de países en vía de desarrollo están en esta fase de ambigüedad y metamorfosis que caracteriza la transición de un orden de motivación al otro.

Hay que guardarse, por otra parte, de enjuiciar negativamente esta fase, ya que es probable que sólo constituya una etapa necesaria.

Sin el malestar del mundo científico, nacido de lo inadecuado de los presupuestos y de las estructuras, y en ausencia, por otra parte, de las ambiciones geopolíticas de los estados mayores militares, el análisis del potencial científico de los países no habría sido sin duda emprendido y las comparaciones internacionales, de las cuales han salido las concepciones actuales, incluso no habrían tenido lugar. Por otra parte, en la mayor parte de los casos, es útil iniciar la política científica con una fase de alcance más restringido y no tratar de ampliarla más que en el momento en que los órganos de esta política se encuentren suficiente-

mente estructurados para poder servir efectivamente al desarrollo nacional.

Política *para* la ciencia y política *por* la ciencia: ¿existe contradicción entre ambos términos? Ciertamente podría temerse que, llevada al extremo, una política *para* la ciencia condujera a creer que el aparato político está exclusivamente al servicio de la ciencia, y que —a la inversa— una política *por* la ciencia no considere a ésta más que como un instrumento del poder. Una llevaría hacia un desarrollo aislado, con la sola dedicación a las necesidades del espíritu, y sus inevitables consecuencias de academicismo y corporativismo científico: en suma, a la torre de marfil. La otra conduciría a una servidumbre de los científicos respecto a los objetivos políticos o incluso a la prescindencia pura y simple de su papel cuando no correspondiese a las preocupaciones oficiales.

La situación actual muestra, sin embargo, que la antinomia entre estas dos concepciones tiene un carácter más formal que real, ya que los recursos puestos a disposición de los hombres de ciencia en el cuadro de una política *por* la ciencia, de ninguna forma pueden compararse con los que nunca hubieran esperado alcanzar de una política *para* la ciencia. Por otra parte, los desarrollos científicos siempre fueron más rápidos en aquellos dominios que tuviesen una finalidad concreta.

La gestión científica exige en compensación una disponibilidad de espíritu y una libertad de información y expresión, sin las cuales no existe pensamiento fecundo. Si es verdad que un industrial o un Estado pueden aplicar los desarrollos tecnológicos a sus fines propios, es asimismo cierto que su fundamento reflexivo escapa a todo intento de doblegamiento a dichos fines.

Cuando el poder ha atentado contra la libertad científica a lo largo de la historia de las ciencias (el caso de Galileo, el de los biólogos en el siglo xx, etc.), las motivaciones han sido ideológicas. Ningún planificador habría actuado de esta forma, porque aunque una burocracia debe escoger a veces entre diferentes líneas de investigación cuando se presuponen gastos considerables y expedir un juicio de probabilidad entre las hipótesis científicas, a su examen mantiene, por su interés, abiertas todas las vías a fin de asegurarse un mayor acierto. A diferencia del ideólogo, hombre intransigente, el planificador es un hombre prudente. Su tarea consiste en distribuir recursos y no en la emisión de juicios sobre teorías científicas. Sabe que el error le acecha y que un paso en falso cuesta muy caro, no sólo en recursos despilfarrados, sino también en ocasiones fallidas y en pérdidas de tiempo. Su peligro es que se ponga en evidencia por el éxito ajeno; que la empresa, el país o la comunidad, cuyos recursos científicos gestiona, se ha lanzado en investigaciones sin salida, y en tal caso se verá obligado a efectuar rápidamente una reorientación del programa. Esto no será posible más que si diversos equipos han seguido trabajando en cada una de las hipótesis no escogidas en primer lugar, habiéndose revelado por otra parte que una de ellas era la mejor. Por circunspección se esforzará entonces en mantener en pie, otorgándoles un mínimo de recursos, todos los brotes de pensamiento científico, sin sacrificar deliberadamente a ninguno. Si los recursos del país son grandes, este mínimo incluso será calculado con bastante generosidad. Tal es la política que constituye la regla en las ciencias fundamentales, principalmente teóricas y dotadas en general de medios materiales poco importantes¹. La ciencia fundamental experimental plantea, en cambio, problemas más precisos de distribución de recursos. Los aceleradores de partículas, los reactores de ensayo y los

¹ Aunque algunos campos de la ciencia fundamental teórica exigen hoy equipos pesados y plantean por ello problemas presupuestarios de un orden diferente.

observatorios orbitales alcanzan tales costos «astronómicos», que esta regla de prudencia antes citada no tiene para ellos mucha aplicación.

Es cierto también que el planificador, cuando se ve inevitablemente exigido, no se erige en juez de la verdad científica y por ello no pretende de ninguna forma atentar a la libertad de los investigadores imponiendo su voluntad. La prudencia le exige prestar una atención mayor que ninguno de los que le precedieron en la historia de la financiación de la ciencia para no descuidar las hipótesis aparentemente menos probables, ni las investigaciones exploratorias que parezcan más alejadas del objetivo inmediato, porque sabe que lo que no es hoy más que una ligera fisura puede llegar a convertirse mañana en la espaciosa avenida por la que será necesario transitar.

LA POLITICA CIENTIFICA EN LA POLITICA GENERAL DEL GOBIERNO

La política científica constituye una parte de la política general, que consiste en valorar los recursos de la ciencia y promover la innovación tecnológica a efectos de alcanzar los objetivos nacionales; tiene, en consecuencia, relaciones muy estrechas con otros campos de acción gubernamental de iguales objetivos.

Para explicar estas relaciones serán tratados aquí los tres principales campos contiguos a la política científica: política educativa, política económica y política exterior.

Aunque en un principio se trate simplemente de dar respuesta a las carencias acumuladas que sufre el medio científico, o se refiera al desarrollo por la ciencia, los problemas de interconexión se plantean en forma muy similar, y por ello, para tratarlos, es importante contar desde el comienzo con un dispositivo institucional adecuado.

Existe una simbiosis entre la investigación y la enseñanza superior: las universidades forman a los investigadores y realizan investigaciones. En la práctica, esta simbiosis es tan fuerte que no se puede separar la política de enseñanza superior de la política científica.

Existe igualmente un vínculo importante entre la investigación y la economía. En grado mínimo se trata de promover la infraestructura de servicios públicos científicos que son necesarios a la economía, incluidas las instituciones de investigación agronómica y de investigación cooperativa industrial. En grado máximo se trata de estimular el crecimiento por una estrategia integrada, en la cual una *política del producto* y una *política de estructura* industrial determinarán una *política de investigación*.

Innumerables problemas de relaciones internacionales se plantean en todos los países entre la ciencia nacional y el resto del mundo. En primer lugar, a nivel de las organizaciones mundiales o regionales, con una finalidad científica o tecnológica general, y después a nivel de los convenios particulares de cooperación. Para las «superpotencias» la ciencia ocupa el centro de su sistema geopolítico a consecuencia de la carrera de armamentos.

En la política global de los Estados la política científica ocupa un lugar o preeminente o modesto y marginal, pero siempre es el punto preciso en que los tres principales campos de acción de todo Gobierno vienen a encontrarse: la educación, la economía y el exterior.

POLÍTICA CIENTÍFICA Y POLÍTICA DE LA EDUCACIÓN

El progreso científico y técnico impone una rápida transformación de las estructuras industriales y profesionales, provocando por ello una profunda renovación de las necesidades de la sociedad en personal calificado. Ejerce entonces una considerable influencia sobre la enseñanza y la formación, y, en consecuencia, sobre la gestión y utilización de los recursos que les son afectados. Por ello, una política científica eficaz es función del número y de la calidad de los recursos humanos, factores esenciales y evidentes de la innovación: en muchos casos el sistema de enseñanza debe evolucionar a efectos de proveer estos recursos.

Formación e innovación son, por otra parte, interdependientes; cada vez está más claro que el aumento de cualificaciones en una sociedad crea condiciones favorables a la innovación, y, a su vez, la innovación crea necesidades y nuevas cualificaciones.

Evidentemente las primeras cualificaciones en causa son las superiores, dado que están directamente implicadas en las tareas de investigación y organización, que son los dos factores de base del proceso de innovación. Pero el progreso de las sociedades modernas desarrolla igualmente de modo notable las necesidades de encuadramiento técnico y administrativo e impone sus exigencias en todas las escalas de la formación de los hombres. Por otra parte, es fácil verificar que existe una relación entre el nivel general de formación de una nación y su propensión a innovar. A este respecto es significativo la comparación entre los niveles socioculturales de los Estados Unidos de América y los países de la Europa occidental. Los diplomados a nivel universitario representan en los Estados Unidos un 7,6 por 100 de la población activa, contra un 2,8 por 100 en el conjunto de los países del Mercado Común. En los Estados Unidos la población pasa por término medio diez años y medio en los diferentes ciclos de enseñanza, mientras que sólo es de ocho años en la mayor parte de los países europeos.

En estas condiciones los problemas de orden cuantitativo que plantean los grados superiores del sistema de enseñanza son evidentemente importantes, concerniendo a la previsión del número de personas calificadas para las necesidades futuras de la producción, investigación y administración. Pero todavía parecen más importantes los problemas de orden cualitativo, es decir, aquellos que se relacionan con el contenido de la formación. Dominar el progreso exige conocimientos cada vez más amplios, pero también una nueva mentalidad, porque es cada vez más evidente que en una sociedad que quiere aceptar el desafío del cambio importan más las actitudes individuales y sociales que el capital de conocimientos adquiridos. La necesidad de «cabezas bien formadas» no fue nunca tan grande como en esta época nuestra de tan profundas mutaciones sociales.

El éxito de toda empresa individual o colectiva depende de la aptitud para percibir las rápidas transformaciones que se operan en las estructuras económicas y sociales y para interpretarlas, no ya en función de esquemas preconcebidos, sino de acuerdo con una metodología científica.

En una sociedad decidida a explotar sistemáticamente sus recursos científicos y técnicos para alcanzar sus objetivos de expansión, la formación de los hombres debe desarrollar sobre todo las facultades de observación de lo real, de adaptación al cambio y de decisión racional. Lo que equivale a decir que cada vez más los hombres deberán *aprender a aprender* (porque las situaciones adquiridas son incesantemente rebasadas) y *aprender a decidir* (por la complejidad cada vez mayor de los temas a estudio y decisión). En el futuro estas dos condiciones serán esenciales para cumplir las tareas de programación, planificación y ad-

ministración que impone el progreso técnico, y para asegurar sin problemas la movilidad de los recursos humanos: factor desde ahora esencial de la dinámica económica.

En un país llegado al estadio de la política para la ciencia, el problema esencial consiste en alcanzar un equilibrio entre los contingentes de diplomados a más alto nivel y los empleos de investigador que serán creados para ellos gracias a la expansión del presupuesto de investigación. La expansión universitaria debe ser lo bastante rápida para no crear problemas al reclutamiento de los centros de investigación. El crecimiento de estos últimos debe absorber el efectivo de los científicos que la universidad produce para evitar su exilio. En una política de desarrollo por la ciencia, la planificación de la enseñanza superior tiene largos alcances y está vinculada a la enseñanza técnica por su cometido de proveer a una sociedad en mutación del necesario contingente de trabajadores calificados, ya sean operadores o investigadores. Los efectivos deben surgir con regularidad del largo *pipe-line* que constituye un sistema de enseñanza, y corresponder en calidad y en número a los empleos que las nuevas estructuras de la economía deberán crear simultáneamente. Todos los sectores de la organización educativa deben ser entonces ajustados, no en relación con las necesidades actuales, sino en previsión de las futuras necesidades de una economía cuya estructura se estará transformando durante el tiempo de permanencia en la escuela de sus futuros equipos. Sin embargo, la duración normal de formación de los cuadros muy calificados desde que acaban el primer ciclo de la enseñanza secundaria (ciclo polivalente) es de diez años (desde la edad de quince años a la edad de veinticinco), es decir, que corresponde a la duración de dos planes quinquenales. La de los técnicos calificados es de cinco años (desde la edad de quince años a la de veinte), o sea, la duración de un plan económico.

La planificación de la educación a nivel superior se estructura normalmente con vistas a las necesidades de diplomados a la conclusión del segundo plan quinquenal después del plan en curso y se basa, por tanto, necesariamente en las opciones a largo plazo inherentes a los objetivos estructurales y cualitativos de la nación. La elección de estos objetivos constituye la misión principal de la política científica; la creación de un plan concreto de crecimiento de la enseñanza superior constituye, por otra parte, su consecuencia más inmediata e ineludible.

Muchos países han sido conducidos de esta forma a tratar la política de la ciencia, de la tecnología y de la enseñanza superior como un todo, y a designar este todo recurriendo a la breve expresión de «política científica».

POLÍTICA CIENTÍFICA Y POLÍTICA ECONÓMICA

En la medida en que la investigación se pone al servicio de la acción, lógicamente espera que ésta le asigne sus objetivos. Cuando se trata de alcanzar objetivos económicos se podría pensar entonces que es la política económica quien los define y que la política científica sólo interviene después para contribuir a su realización.

Los equipos de política científica de varios países han solicitado a las oficinas de planificación general, conforme a esta lógica, les sean suministradas listas de los objetivos de la acción en la que debían tomar parte. La respuesta o bien no les ha sido dada o bien fue entregada en una formulación somera y poco elaborada. Por otra parte, la inserción de la planificación científica en el plan nacional se ha hecho sobre todo, hasta el presente, en lo que concierne a la *adjudicación de los recursos a la investigación*, mientras que la *elección de las orientaciones* muy a menudo ha quedado en estado de nebulosa.

La razón de esta paradoja es que la acción científica tiene lugar en una perspectiva más amplia que la acción económica, tal como aparece en los planes de cinco años. Ya hemos subrayado este rasgo fundamental con ocasión de la planificación de la educación. La comparación de los gastos científicos con las inversiones económicas esclarece también la diferencia de plazo: una nueva fábrica, una nueva carretera, una nueva escuela, un grupo de viviendas a edificar, frecuentemente son puestos en servicio antes de acabar el plan en el que figura su coste, de tal forma que los resultados económicos y sociales de estas inversiones forman parte del estado final del sistema que constituye el objetivo del plan. Pero los gastos de investigación, así como los gastos de educación superior, producen sus resultados más notorios después de terminado el plan y deben responder entonces a necesidades que no quedan definidas en el estado final del sistema. El plan científico partirá entonces de una imagen más alejada del futuro nacional. Su expresión cuantitativa será menos precisa, pero en compensación su contenido cualitativo habrá de ser mucho más elaborado.

En la realidad sucede que es la política científica quien diseña el plan a largo plazo que necesitan los responsables de la política económica. Anticipa las transformaciones que se operan en las estructuras económicas por efectos del desarrollo, en el curso de planes económicos ulteriores. Actuando sobre factores que se sitúan en las fuentes mismas del proceso de innovación tecnológica, la política científica amplía, por necesidad, sus temas de acción proyectándolos hacia el futuro. Así, los estudios sobre la evolución futura de las ciencias y la previsión tecnológica exploran un futuro más lejano que el correspondiente a las previsiones económicas.

De ningún modo ha de considerarse la planificación científica como formando parte de la planificación económica: el plan científico no puede ser confundido con el plan económico ni enteramente integrado en éste, salvo en lo que concierne al volumen de los recursos globalmente asignados a la investigación, a la enseñanza superior y al servicio público científico. Pero las dos planificaciones tampoco pueden ser concebidas separadamente. Por el contrario, debe existir un diálogo constante entre los órganos de planificación económica y científica, de tal forma que los objetivos globales que la nación se asigna tengan en cuenta la intervención de todos los factores, tanto cualitativos como cuantitativos, del proceso de crecimiento.

UNA CLARA APRECIACIÓN DEL PUNTO DE PARTIDA Y DE LAS ETAPAS PREVISTAS

Tales parecen ser las condiciones generales de una política de desarrollo por la ciencia.

Las premisas para ello se encuentran, para cada nación, en una clara apreciación de la fase de desarrollo económico en que se encuentran. La estructura científica a elegir es la que corresponde a las necesidades de la fase siguiente, en una forma susceptible de incitar la entrada del país en esta fase. Evidentemente puede ser asignada una proporción mínima del potencial humano y de recursos financieros a investigaciones que correspondan a una fase anterior del desarrollo económico, a fin de asegurar su continuidad, o, por el contrario, a investigaciones que corresponden a una fase ulterior con la finalidad de consolidar en el país ciertos trabajos especiales que tomarán impulso en su día. Pero lo esencial del esfuerzo científico no debe residir, por cierto, ni en los problemas de ayer ni en los de pasado mañana, sino en los del día de hoy y, sobre todo, en los de mañana.

No debe parecer excesivo insistir en la conveniencia de procurar por todos los medios una sincronización entre la planificación de la

investigación y la de la enseñanza superior. Las dos preparan un futuro que se sitúa más allá de la situación presente y de su inmediata evolución: una prepara los conocimientos y técnicas que serán utilizadas, otra prepara a los hombres que los utilizarán.

Por su parte, la política económica debe construir entre tanto las estructuras de producción, de bienes y servicios, para las cuales hayan sido preparadas las técnicas y los hombres adecuados, dando a estas estructuras la dimensión cuantitativa apropiada.

Resulta, pues, esencial la existencia de un acuerdo fundamental entre estas dos políticas. Si la primera alcanza sus objetivos demasiado pronto, los cerebros y los descubrimientos tomarán el camino del extranjero. Por el contrario, si el desarrollo cuantitativo de la economía no se ve acompañado en el tiempo adecuado por la mutación de los espíritus, de las producciones y de las profesiones, el crecimiento modera su ritmo o se estanca y aparece el paro estructural.

Ambos planes, el económico y el científico, deben quedar inscritos en una misma visión a largo plazo. Como el equipo encargado de la planificación de la ciencia y de la enseñanza superior es quien tiene la más directa necesidad de esta visión (dado que extrae de ella sus objetivos tácticos, y como dispone, por otra parte, de los instrumentos de apreciación del camino cualitativo, es bastante lógico que sea encargado de estudiar y proponer los objetivos a largo plazo de la nación, conjuntamente con el equipo encargado de la planificación económica.

POLÍTICA CIENTÍFICA Y POLÍTICA EXTERIOR

Tal como hicimos en el capítulo 1, no nos ocuparemos de la relación entre la ciencia y el arte militar, ya que este problema sólo afecta a las superpotencias y a un pequeño número de naciones medias que cultivan ambiciones del mismo orden.

Estos países comparten, sin embargo, con todos los demás, múltiples conexiones entre la investigación de carácter civil y la política exterior, de las que a continuación se examinan brevemente cuatro ejemplos.

Los intercambios de profesores, de estudiantes y la mutua asistencia cultural y técnica

Esta forma de cooperación es la más antigua. Acentúa la tendencia espontánea a la unidad de la ciencia mundial, resultante de una profunda aspiración de los científicos y también de la universalidad de su método. Esta unidad es antigua; se remonta en Europa a la alta Edad Media, época en la que se habían establecido ya ciertos lazos, a través del Mediterráneo, con la ciencia árabe. Se extendió a otros continentes con ocasión de la apertura de éstos a la corriente de ideas producida por la revolución científica y técnica. Desde entonces ningún cisma ideológico o político ha podido romperla realmente, incluso cuando ha llegado a ser difícil la comunicación de persona a persona.

Numerosos gobiernos, en verdad, lejos de poner dificultades a esta unidad, la favorecen mediante ayudas a los profesores visitantes, a los estudiantes y becarios, a los organizadores de reuniones y de coloquios, etcétera. Esta es la forma elemental y siempre importante de la política exterior en materia científica.

La cooperación en la investigación y en el servicio público científico

Varios países pueden poner en común recursos para efectuar conjuntamente determinadas investigaciones o para organizar un servicio público científico. Se recurre, sobre todo, a esta fórmula cuando el nivel

mínimo de eficacia de los instrumentos o equipos necesarios para la investigación excede las posibilidades de cada una de las naciones asociadas.

El capítulo 8 trata en detalle los problemas de la cooperación científica.

La integración tecnológica y económica

En la aurora de la segunda fase de industrialización se agudiza el problema de la dimensión hasta extremos no alcanzados en la fase precedente. Los países se ven obligados a agruparse, a efectos de crear conjuntamente un sistema económico, tecnológico y político de dimensión apropiada y a concluir entre ellos una estrecha asociación que selle una comunidad de destino. Esta fase puede ser preparada o acelerada por el fracaso de la fórmula precedente a juzgar por el movimiento actual de las ideas en Europa occidental.

La transferencia de tecnología

El cuarto orden de problemas es el de la transferencia horizontal de tecnología, de las posibilidades abiertas a la inversión directa de las empresas extranjeras y a la protección de la invención. Se trata, evidentemente, de una de las principales opciones en la definición de las relaciones económicas entre la nación y el mundo exterior.

Teóricamente están abiertas varias vías: se puede importar tecnología bajo la forma de contratos para la construcción de fábricas «llave en mano». Estos contratos estipulan generalmente la obligación para el abastecedor de poner la fábrica en marcha y de formar su personal, y por este hecho comportan un aspecto educativo. No crean lazos de subordinación definitivos entre la fábrica y el poseedor extranjero de la tecnología cuya importación es deseada. La fórmula supone entonces que el país tome en sus propias manos el perfeccionamiento tecnológico posterior más allá del punto alcanzado por el abastecedor del equipo. Supone por su parte o por la de la empresa creada un esfuerzo continuo de investigación tecnológica después de la puesta en marcha de la fabricación.

También se puede recibir la inversión directa, es decir, la construcción de una fábrica que pertenece a la empresa extranjera cuya tecnología se codicia o a una empresa dependiente de aquélla y situada bajo su permanente control. En este caso, la casa madre continúa alimentando a su filial en nuevas tecnologías a medida que éstas son creadas por sus laboratorios, situados en su mayoría en el país de origen. El país huésped queda descargado de toda preocupación a estos efectos. Sin embargo, la dependencia será permanente.

Se puede comprar igualmente la patente o tomar la licencia de los procedimientos o productos de los que se desea emprender la industrialización en estructuras autónomas.

Por último, se puede no acordar protección legal, en el interior de las fronteras del país, a las invenciones extranjeras, lo que permite hacer uso de ellas para las necesidades interiores sin necesidad de negociar la licencia ni de pagar derechos. Ciertamente, esta política comporta en ella misma sus propias limitaciones: la producción así realizada no puede ser exportada a los mercados de los países que se adhieren a la convención de París sobre la protección de la propiedad industrial, es decir, al conjunto del mundo industrializado.

La elección de una u otra de estas políticas depende, evidentemente, de la voluntad de autonomía del país y a la vez de las posibilidades prácticas que le son ofrecidas para alcanzarla o salvaguardarla.

A estos efectos se notará que los contratos de construcción de fábricas «llave en mano» no se ofrecen generalmente más que en lo que se refiere a las industrias de base y a las industrias tradicionales. En las industrias basadas sobre la ciencia, la preferencia neta de los poseedores de la tecnología se orienta a la fórmula de la inversión directa y frecuentemente no aceptan otorgar licencias más que cuando les es cerrada la otra vía, o si les es ofrecido un intercambio de tecnología o de «saber-hacer». Cuando negocian con una firma local que no dispone de un potencial científico y técnico susceptible de ser objeto de un intercambio equilibrado de patentes y de eficiencia operativa, los poseedores de tecnología exigen en general que les sean reservadas la mayoría de las acciones.

La política científica, la política exterior y la política industrial se reúnen y se integran estrechamente en esta delicada materia de las condiciones de la transferencia horizontal de tecnología y de las inversiones directas extranjeras.

CONCLUSION

La política científica, situada en el punto de encuentro en que se reúnen las políticas económica, social y exterior de un Estado, responsabiliza a la totalidad del Gobierno y, por ende, a su jefe. Nacida de las inadaptaciones estructurales y presupuestarias que afligen al medio científico, en la mayor parte de los países, ha extendido gradualmente su campo de acción a causa de la naturaleza misma de las cuestiones que dicha política plantea a los gobiernos. Ha llegado a ser, en los países que han optado por una política de desarrollo por la ciencia, una función de orientación a largo plazo de la nación entera, sin dejar, empero, de estar ligada al destino de los investigadores y al desarrollo de la investigación y de la enseñanza superior.

En el curso de esta evolución, las exigencias que se crean a la función de orientación—función de Estado Mayor en el más alto nivel—obligan a la política científica a alejarse cada vez más de las tareas operativas y responsabilidades de su gestión, para dedicar su máxima atención a la elección de los objetivos y adjudicación de los recursos.

7. Las funciones de una política de la ciencia

INTRODUCCION

Política científica no es ciencia: es bueno recordarlo aquí. La asistencia prestada por la política científica a la ciencia, proporcionándole los mejores medios para su desarrollo, revierte en servicios que benefician a la humanidad. Por ello, la política de la ciencia no puede ser confundida con la ejecución del trabajo científico. El objetivo que se asigna consiste en ofrecer a las actividades científicas los medios más óptimos para su desarrollo dentro del progreso global de la sociedad.

Esquemáticamente, tal política comporta cuatro funciones: planificación, coordinación, impulso y ejecución.

La planificación tiene por objeto definir los objetivos esenciales, fijar su jerarquía y determinar los medios necesarios para alcanzarlos.

La estrategia de las elecciones está basada en una información correcta: implica un acuerdo de los responsables de los diferentes medios interesados y exige eficacia en la toma de decisión.

La coordinación interministerial está presente en el establecimiento del programa y su puesta en práctica. Actúa en primer lugar ayudando a la fijación de los objetivos, tanto en su primera elaboración como en sus periódicas adaptaciones. Se ejerce después en la ejecución del programa, procurando una suficiente concordancia entre los objetivos y su realización.

Como estrategia de la coherencia recurre esencialmente a las técnicas de relación, tanto dentro del Estado como entre el Estado y los cuerpos intermedios.

El impulso crea las condiciones necesarias para la realización de los objetivos al otorgar recursos y verificar si su utilización produce los resultados esperados. Esta verificación contribuye a reajustar periódicamente el programa.

Como estrategia de la acción, el impulso moviliza dentro del programa técnicas de financiación y control.

La ejecución tiene por objeto la realización concreta y práctica de los objetivos. Combina los recursos humanos y materiales que constituyen el potencial científico para crear nuevos conocimientos, nuevos productos y nuevos materiales que permitan alcanzar los objetivos.

Como táctica operativa de puesta en práctica de los recursos, su instrumento es el «planning», su objetivo la optimización y su agente el director de investigaciones.

PRIMERA FUNCION: LA PLANIFICACION

Como estrategia de las elecciones, la planificación tiene por objeto definir los objetivos, fijar su jerarquía y determinar los medios a movilizar para alcanzarlos.

LA ELECCIÓN DE LOS OBJETIVOS

El proceso general

Toda elección de objetivos parte de la voluntad de actuar, es decir, de cambiar alguna cosa a partir de lo que ya existe. Pero la acción necesita tiempo y el mundo cambia con rapidez. Por ello es ilusorio escoger el objeto de la acción en relación con la situación actual. De la misma forma que el cazador tiene en cuenta el lugar en que se encontrará el animal en el momento en que la bala podrá alcanzarle, y no el lugar donde se encuentra en el momento en que le dispara, el planificador razona a partir de una situación futura.

La primera etapa de su proceso consiste entonces en prever el curso probable de las cosas. Para ello necesita conocer la situación presente, el sentido y la intensidad de los cambios que han intervenido en el curso del pasado próximo, la dinámica interna del sistema (es decir, las potencialidades actuales) y la probable incidencia de factores exteriores. De ahí deduce una *imagen prospectiva* del porvenir de la nación. Volveremos más adelante sobre las técnicas de la previsión. Lo que importa en el estudio presente es admitir que esta imagen existe y que en primer lugar es necesario hacer su crítica.

Como continuación de la crítica que hace de ella, el planificador puede aceptar esta imagen o sustituirla por otra que sea mejor respecto a su escala de valores. Esta imagen concreta en este caso el *designio de civilización*, que propone a la acción de las autoridades políticas de su país o que concibe bajo sus directrices. Define el *estado final* del sistema, es decir, el *proyecto* del plan nacional.

Tal proyecto será considerado teóricamente posible si es posible definir, entre el estado inicial y el estado final, una serie continua de estados intermedios sucesivos en tal forma que el paso de cada uno de ellos al siguiente no absorba más recursos (humanos, materiales y financieros) de los que la sociedad va a disponer durante el intervalo en cuestión. El paralelo entre un plan de acción y un sistema físico es aquí evidente, desempeñando los recursos en el primero el mismo papel que la energía o la masa en el segundo.

En la misma forma que no serán realizados por el ingeniero todos los ciclos que la termodinámica juzga posibles, no son planes realistas todos los planes teóricamente posibles. La movilización de los recursos de un pueblo choca con limitaciones prácticas y con pérdidas de rendimiento de la misma forma que la construcción y el funcionamiento de una máquina. Corresponde entonces al hombre político reducir el ritmo de marcha a su disponibilidad en recursos y en especial adaptarlo a la cadencia y a la secuencia de las reformas posibles. Es a él a quien eventualmente incumbirá entonces rebajar el punto de mira de los objetivos del proyecto de plan en la medida que dicte la prudencia, a fin de que el conjunto del desarrollo no quede comprometido por accidentes de ruta.

La elección del sistema de valores, de los que se desprende el designio de civilización y la apreciación de las limitaciones y riesgos de la acción, son decisiones políticas que los tecnócratas o los administradores (*managers*) pueden preparar, pero no asumir. De ahí que no pueden prescindir del hombre político, de la misma forma que éste no puede pres-

cindir de ellos. Pero la colaboración de estos dos tipos de hombres supone que el uno y el otro hayan comprendido perfectamente sus respectivas funciones.

Habiendo precisado de esta forma las condiciones en las que se efectúa la elección de los objetivos, examinaremos ahora concretamente cómo se escogerán en la práctica los objetivos generales del plan de desarrollo por la ciencia, comenzando por los objetivos económicos.

La elección de las producciones se desprende de la fase de desarrollo en que se encuentra el país

El plan económico, que normalmente se establece con un plazo de cuatro o cinco años, pretende promover y equilibrar cuantitativamente la producción de todos los servicios y mercancías que han sido ya producidos en el momento inicial del plan, más la de un cierto número de nuevos artículos y servicios cuya fabricación se ha decidido. Pero, en la práctica, éstos existen y son conocidos en ese momento, ya sea en el extranjero o en los laboratorios del propio país.

El plan de desarrollo a largo plazo contempla, por el contrario, producciones que no existen todavía en el país e incluso algunas de ellas que están todavía no concebidas ni creadas. El plan científico contempla especialmente la creación de estas producciones y las técnicas a las cuales darán lugar.

Por ello, el plan científico no podrá ser concebido sino después de un primer esbozo de un plan de producción a largo plazo, o al menos de una primera reflexión sobre un plan de esta naturaleza.

Esta reflexión marcará las grandes directivas del esfuerzo nacional de inversión, de producción y de exportación en los próximos veinte o treinta años. Los campos de la tecnología, en los cuales es esencial obtener bien sea nuevas aperturas, bien sea un nivel de excelencia y de competitividad. De las prioridades tecnológicas se podrán sacar después conclusiones que afectan a la investigación fundamental.

La siguiente pregunta constituye entonces el punto de partida: ¿de qué bienes y servicios y en qué cantidades hay que prever la producción?

Salvo en el único caso de los Estados Unidos de América, puede darse una respuesta en primera aproximación por analogía con la situación pasada de las naciones que han recorrido anteriormente el mismo ciclo de desarrollo. Pero, sin embargo, nadie piensa que las naciones de Asia, Africa o América Latina van a franquear a su vez todos los grados de desarrollo económico y social de Europa y de los Estados Unidos de América, y todavía menos todas las etapas históricas que la técnica y la ciencia han recorrido: los países que han entrado más tarde en el movimiento toman una serie de atajos que les ofrecen, por otra parte, la perspectiva de alcanzar a los más avanzados. El atajo es evidente en lo que afecta a los conocimientos. Lo es también en la elección de las técnicas de producción.

Pero en lo que concierne a la elección de las producciones mismas, las etapas de desarrollo económico están más condicionadas porque la demanda de los consumidores no se modifica cualitativamente más que a medida que se amplía su poder de compra (ley de Engel), según la misma curva de tendencia que la correspondiente al producto nacional bruto por habitante. Por ello, el crecimiento del consumo de todos los pueblos sigue la secuencia alimentación-vestido-equipos domésticos-vehículos personales-artículos suntuarios. Esta secuencia corresponde a una clasificación natural por urgencia decreciente de las necesidades materiales de la población. Esta secuencia puede ser diferente en ciertos puntos, bien sea a causa de condiciones climáticas o culturales locales, o

por seguirse el ejemplo de países más avanzados (tal como ocurre con la radio y la televisión), pero no se apartará mucho de aquel esquema.

Si bien la elección de los bienes de consumo a producir para satisfacer las necesidades nacionales se encuentra escalonada en etapas necesarias, las de los bienes intermedios y la de los bienes de equipo, depende de la eventuales sustituciones de materia prima. A título de ejemplo, las necesidades de calefacción doméstica, de enseres culinarios y de vestidos se desarrollan en el lugar que les corresponde en esta secuencia, pero un determinado país recientemente industrializado utilizará el petróleo, el aluminio y el tergal, mientras que anteriormente las necesidades homólogas han sido cubiertas, respectivamente, por el carbón, la fundición y la lana en los países de desarrollo más antiguo.

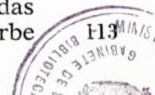
Con estas reservas las necesidades nacionales correspondientes a la etapa de desarrollo en curso las dirigirán en una amplia medida la naturaleza de las producciones. Se añadirá entonces al efecto de ese factor de especificidad el de los intercambios internacionales: cada país desarrollará las producciones que les permitan mejores términos de intercambio o las que deban más urgentemente sustituir la importación.

Una división del trabajo cada vez más definida entre los países que están en su primera fase de industrialización y los que están en su segunda fase se establece entonces, por una parte, sobre las bases de los costos comparativos, y, por otra, sobre las prioridades nacionales de equilibrio financiero. Los primeros están llamados a dominar cada vez más los mercados de los bienes intermedios, textiles y otros productos de consumo corriente, especializándose los segundos en bienes de equipo y en productos de tecnología avanzada. Sin embargo, a medida que un país se industrializa y se escolariza, diversifica sus producciones, desalojando eventualmente a los países desarrollados antes que él de ciertos mercados de la mecánica o de la química, donde éstos se creían firmemente establecidos. Los países menos avanzados pueden recuperar su retraso mediante esta progresión de lo simple a lo complejo. Durante los próximos tres o cuatro decenios, la *ley de los costes comparativos* conducirá así a una nueva división internacional del trabajo como resultado de las diferencias de desarrollo. El esquema clásico del siglo xix y de la primera mitad del siglo xx (intercambio de productos agrícolas y de materias primas por toda una gama de productos industriales) habrá dado lugar a un nuevo esquema: intercambio de productos industriales primarios contra máquinas y productos de tecnología avanzada.

La fase de desarrollo económico dirige las orientaciones tecnológicas y las prioridades del plan científico

Se podría sugerir como directiva general que los temas sobre los cuales se base el principal esfuerzo tecnológico de un país deberían corresponder a los tipos de producción propia a la etapa que sigue inmediatamente a aquélla en que se encuentra, a fin de que esta etapa sea preparada eficazmente y pueda realizarse de manera suficientemente autónoma, es decir, recurriendo en escala menor a la iniciativa industrial extranjera.

Aunque los temas de investigación fundamental no deben, en principio, limitarse de acuerdo a la fase de desarrollo económico en que se encuentra, a no ser a causa del coste muy elevado de ciertos equipos científicos (aceleradores de partículas, observatorios orbitales), es evidentemente deseable que el potencial de un país en ciencia pura permanezca suficientemente próximo a las orientaciones tecnológicas que ha escogido, para que los contactos habituales entre investigadores de la teoría y los de la aplicación puedan estimularlas mutuamente. De todas formas, debe destacarse que la investigación fundamental no absorbe



sino una fracción mínima de los recursos que es necesario que una nación consagre a la ciencia, y que no es preciso planificar su uso más que cuando se quiere realizar a toda costa un avance preciso: la historia de la ciencia aporta pocos ejemplos sobre ello, dejando aparte el caso de las armas nucleares. La planificación del uso de los fondos destinados a la investigación fundamental aparece sin utilidad para el mayor número de gobiernos y es lógico que plantee justificadas objeciones por parte de los científicos.

La elección de las orientaciones tecnológicas en función de los productos correspondientes a la fase de desarrollo económico que sigue inmediatamente corresponde, por el contrario, a una necesidad en toda política orientada hacia la autonomía.

Para hacer esta elección es necesario haber adoptado una *estrategia del crecimiento*.

¿Puede una estrategia del crecimiento prescindir de progresos cualitativos?

En el primer capítulo llegamos a distinguir cinco modos de crecimiento: a) el crecimiento simple; b) la acumulación de capital fijo; c) el progreso de la estructura y de la organización; d) la transferencia horizontal de tecnología, y e) la innovación tecnológica original.

Los dos primeros modos consisten en un aumento cuantitativo de los factores comprometidos en la producción. Exigen de la nación un esfuerzo que no recurre en forma alguna a la ciencia como instrumento de la acción.

Los tres últimos modos requieren, por el contrario, una modificación cualitativa del proceso de producción y de las estructuras sociales en las que tiene lugar. La aportación activa de la *práctica científica* tiene lugar según diversas modalidades que vamos a precisar:

El progreso de la estructura y de la organización constituye un modo de crecimiento a tecnología constante que por ello no exige la adquisición de conocimientos técnicos nuevos por los productores: es teóricamente accesible sin modificación del nivel de instrucción de los operadores y sin investigación tecnológica. Este modo de crecimiento requiere, sin embargo, la preparación científica de las decisiones (*management*).

La transferencia horizontal de tecnología (cuarto modo) exige la asimilación de conocimientos y de modos operativos de origen extranjero, lo que supone casi siempre el acceso de los trabajadores y de los cuadros del país receptor a un nivel de formación más elevado y, en ciertos casos, un esfuerzo muy considerable de acrecimiento en la cultura general. Para hacer penetrar en profundidad una revolución tecnológica en una población, debe desplegarse un esfuerzo sistemático de educación de las masas durante un período necesariamente largo¹.

La innovación tecnológica original (quinto modo) exige, por último, la puesta en marcha de un esfuerzo nacional de investigación y la constitución de un *potencial de creación tecnológica*; con ello sus exigencias de progreso cualitativo son sensiblemente más severas que las del crecimiento por transferencia horizontal de tecnología.

El enunciado de estas dificultades podría llevarnos a concluir que la prioridad sea dada a los modos de crecimiento más simples hasta el agotamiento de sus posibilidades, de tal forma que cada pueblo franquee

¹ Se ha visto que la "segunda revolución industrial" implica actualmente, en lo que concierne a la enseñanza secundaria y universitaria, una expansión escolar comparable a la que había exigido de la enseñanza primaria la primera revolución industrial.

sucesivamente las etapas de un desarrollo, en primer lugar cuantitativo y más tarde cualitativo. Según esta hipótesis, sólo los Estados Unidos de América estarían en condiciones de recurrir masivamente a la innovación tecnológica original y a la investigación-desarrollo como modo de crecimiento. Los países ya industrializados, pero cuya producción por habitante permanece sensiblemente inferior a la de los Estados Unidos de América (por ejemplo, los países de Europa occidental), deberían preferir más bien la transferencia de la tecnología americana. En cuanto a los países en vía de desarrollo deberían concentrar su energía sobre los tres primeros modos de crecimiento que no exigen esfuerzos en el nivel de la educación y de la ciencia. El análisis que sigue mostrará por qué no se sigue esta sucesión lógica en la práctica y por qué no nos parece aconsejable.

La necesidad de la demostración nos conduce a tratar en primer término las situaciones propias a la segunda fase de industrialización.

Los objetivos del crecimiento durante la segunda fase de industrialización (Europa, U. R. S. S., Japón)

La observación del crecimiento económico de Europa en la época actual muestra que los cinco modos de crecimiento se encuentran de hecho combinados en un proceso único en el que aparecen ligados en forma indisoluble: este proceso es la *iniciativa industrial*.

Un ejemplo ilustrará su naturaleza compleja y, sin embargo, unitaria: una firma química pasa del estadio de los ensayos efectuados a escala-piloto a la construcción de una fábrica de gran capacidad para la obtención de una nueva materia plástica llamada a reemplazar diversos productos tradicionales.

Crea, con este motivo, nuevos empleos que no solamente reemplazan a los que desaparecen en las fabricaciones sustituidas, sino que comprometen también en la producción de fracciones nuevas de fuerzas laborales. El primer modo de crecimiento está entonces presente, dado que existe aumento de la población activa.

Pero el capital fijo por cada puesto de trabajo en la nueva fábrica es bastante superior al de las primitivas instalaciones; también lo es el valor añadido por persona activa, y su crecimiento supera el consumo acrecentado de capital fijo. Por tanto, en este caso interviene asimismo el segundo modo de crecimiento.

La nueva fábrica de alta productividad ha reemplazado a dos o tres fábricas más pequeñas de organización menos sistemática que fabricaban los productos tradicionales. Ha permitido también la clausura de explotaciones de carbón, de fincas, de tiendas que habían perdido su rentabilidad. La estructura industrial nacional y la organización de la producción han sido entonces modificadas. Evidentemente, aquí tiene lugar el tercer modo de crecimiento.

Sin embargo, el producto es nuevo en el país, así como su proceso de fabricación. Una licencia ha sido comprada en el extranjero u obtenida por intercambio. Existe innovación por transferencia horizontal de tecnología. Es el cuarto modo.

En fin, en el curso de sus desarrollos experimentales a escala-piloto la empresa ha perfeccionado las patentes de base cuya licencia adquirió. Por ello ha participado en la innovación tecnológica original, que constituye el quinto modo de crecimiento.

Un único acto de inversión, la construcción de una nueva fábrica química, ha puesto en marcha entonces simultáneamente los cinco modos de crecimiento. Dado que éstos se manifiestan conjuntamente, nos vemos conducidos a denominarlos aquí *factores de crecimiento* más que modos de crecimiento.

Sin duda, también podrán encontrarse en un país industrializado procesos inversionistas en los que se hallen ausentes uno u otro de estos factores. Es el caso particularmente de la racionalizaciones de antiguas industrias que se traducen en una disminución de empleos y no en un reclutamiento de trabajadores: en ese caso falta el primer factor. Es también el caso de la creación por firmas extranjeras de filiales destinadas a actividades de simple producción. El quinto factor está ahí evidentemente ausente, dado que la investigación-desarrollo y las otras actividades que constituyen el proceso de innovación tecnológica están situadas en la casa matriz y continuarán en ella. Sin embargo, los factores de crecimiento segundo, tercero y cuarto se encuentran íntimamente combinados en estas dos categorías de operaciones.

Se concluirá de este análisis que las decisiones industriales por las que se efectúa el progreso de un país industrializado comparten en general la combinación de tres al menos de los cinco factores de crecimiento, sin que haya lugar a pensar en otras etapas sucesivas. La iniciativa industrial constituye, en efecto, un *proceso integrado*.

Se observará incluso que los puntos débiles de la vida económica de los países industrializados son precisamente las operaciones industriales incompletas. Es decir, aquellas que no crean nuevos empleos y que no comportan innovación tecnológica original.

Tomemos en primer lugar el caso de las operaciones de racionalización de los antiguos sectores. El aumento de capital por puesto de trabajo se ve acompañado de una liberación de mano de obra que no es reemplazada. La reorganización de estructuras es igualmente incompleta: son suprimidas unidades no rentables, las unidades rentables son ampliadas y modernizadas, pero no es creada ninguna nueva unidad con una nueva orientación. Por ello, incluso cuando implica un aumento del producto regional bruto—lo que sucede generalmente—, este proceso incompleto no impide una *desindustrialización* de la región en que se produce.

La creación por una firma extranjera de una filial de simple producción en un nuevo sector aporta nuevos empleos a la región que la recibe y una notable modificación de su estructura industrial. Sin embargo, la unidad de producción así constituida no es ni una empresa económica autónoma ni un miembro activo de una entidad multinacional. Sigue siendo un instrumento subordinado y pasivo de la entidad exterior que la ha creado, por lo que ulteriormente no supondrá ser una fuente de innovación tecnológica y de iniciativa industrial para el país o la región que la recibe, capaz de estimular el proceso de su crecimiento.

Las regiones en estado de depresión de Europa occidental, en su mayoría antiguos valles industriales creados en el siglo XIX sobre la base del carbón, se caracterizan por el dominio de estos dos tipos de operaciones industriales incompletas: por una parte, inversiones locales de racionalización en las antiguas ramas; por otra parte, inversiones de iniciativa exterior basadas exclusivamente en la transferencia horizontal de tecnología.

La restauración de un proceso sano y completo de iniciativa industrial, donde los cinco factores de crecimiento estuvieran presentes, parece ser una condición esencial de la vitalidad económica de los países industrializados. En este proceso la investigación y el desarrollo experimental ocupan un lugar decisivo porque se sitúan en lugar preferente de la secundaria de innovación por transferencia vertical de tecnología.

La estrategia de crecimiento en el curso de la primera fase de industrialización

Por necesidades del análisis consideramos en primer lugar la puesta en marcha sucesiva de los cinco modos de crecimiento como una simple hipótesis o modelo teórico de desarrollo.

La economía de los países todavía no industrializados se caracteriza en general por la presencia de una *fuerza de trabajo no utilizada* y por una *carencia general de capital fijo*. Sería entonces aparentemente lógico comenzar por emplear esta reserva (primer modo) y por un esfuerzo general de inversión (segundo modo).

Esta sucesión de etapas ha podido existir en el pasado, en épocas en las que los progresos tecnológicos eran lentos y en las que eran raros los contactos entre civilizaciones con niveles técnicos diferentes. En tales épocas la asimilación de técnicas extranjeras y la innovación tecnológica original presentaban dificultades y elementos aleatorios considerables. Suponiendo que haya existido en las sociedades del pasado algo que ocupara el lugar de lo que llamamos hoy una política de desarrollo económico y social, quizá se hubiera dado la prioridad a los factores cuantitativos y estructurales del crecimiento sobre los factores cualitativos¹.

De todas formas se hubiera podido fundamentar tal prioridad en la dificultad y carácter hipotético y aleatorio de los progresos cualitativos. En efecto, se puede imaginar que las autoridades hubieran juzgado la reforma de las estructuras de la producción más accesible que el progreso técnico en sí. Pero en nuestra época la transparencia horizontal de tecnología ha llegado a ser mucho más cómoda, mientras que presentan siempre dificultades considerables la reforma de las estructuras de producción tradicionales y la ocupación de las masas subempleadas, incluso si se hacen a un nivel muy precario de equipamiento. Por comparación, la innovación industrial a base de tecnología importada constituye una vía relativamente fácil y rápida. Ello explica que se vean surgir industrias modernas de elevado capital por puesto de trabajo en los países en vías de desarrollo. Estas industrias utilizan solamente una parte, casi siempre escasa, de la fuerza de trabajo nacional capacitado para una muy alta productividad, mientras que la masa de los trabajadores permanece en estructuras no evolucionadas y sólo disponen de un equipamiento rudimentario. Desniveles considerables de productividad existen entre las dos partes de la población activa. A veces los desniveles de remuneración son igualmente importantes.

Tales desniveles en el progreso se explican por la decisión de los inversores privados o de las autoridades públicas, según el caso de aplicar simultáneamente cuatro al menos de los cinco factores de crecimiento de la producción (reclutamiento, equipamiento, organización, transferencia horizontal de tecnología) a un número limitado de trabajadores más bien que aplicar sucesivamente estos cuatro modos a toda la población. El problema reside en saber si esta decisión corresponde a un empleo óptimo de los recursos disponibles. En otros términos: si el crecimiento global de la producción nacional no sería más elevado si se hubieran consagrado los mismos esfuerzos a emplear, formar y equipar más sumariamente a un número más elevado de trabajadores en el marco de técnicas tradicionales, aunque con estructuras formadas. El problema ha sido planteado concretamente en China a fines del decenio 1950-1960, y para el tema que nos ocupa es asimismo esencial porque si estuviera puesta en tela de juicio la prioridad acordada generalmente al progreso técnico, igualmente lo sería la universalidad de la política de desarrollo por la ciencia.

La respuesta está lejos de ser indubitable: en ningún país en vía de desarrollo parece haberse evitado la existencia de una dualidad entre un

¹ El ejemplo ofrecido por el zar Pedro *el Grande* justamente antes de la primera revolución industrial sugiere, sin embargo, que incluso en aquella época era a veces preferible el modelo cualitativo.

sector muy moderno y un sector tradicional, ya sea en la agricultura o en la industria. Tal dualidad se encuentra en todos los casos concretos de política de desarrollo y no es excepción la China continental, a la que corresponde, sin embargo, el mérito de haber planteado el problema.

El nudo del debate parece ser menos la necesidad de un sector moderno que la parte de las inversiones totales que puede ser la acordada, proporcionalmente a la que se afecte al equipamiento, a la reforma de las estructuras y a la transferencia de tecnología horizontal en el sector tradicional. La proporción es variable según las políticas de desarrollo adoptadas. La búsqueda de un óptimo debe tener en cuenta ciertamente el *efecto de arrastre* que ejerce el sector moderno sobre el sector tradicional, e inversamente los *efectos de ruptura y de aislamiento* que pueden resultar de los desniveles demasiado fuertes entre los dos sectores.

Provisionalmente podemos concluir que la sucesión de los modos de crecimiento no se toma como modelo general incluso cuando existen importantes masas subempleadas; los cuatro primeros modos estarán combinados siempre en una parte por lo menos de la economía: su sector moderno. El desarrollo del sector tradicional podrá dar lugar preferente en una primera fase a los factores cuantitativos del crecimiento (los dos primeros modos) y a la reforma de las estructuras (el tercer modo). Pero es difícil de imaginar que pueda prescindirse de la transferencia horizontal de tecnología en una tal fase¹. Por el contrario, la utilización de conocimientos científicos y su divulgación en el medio rural tradicional constituirá en todos los casos un factor importante de progreso, incluso si no se pasa de golpe, como en el sector moderno, a la utilización de los materiales y procedimientos más perfeccionados. Aplicados íntegramente exigirían, en efecto, una inversión de capital fijo por habitante y un nivel de escolarización medio no disponibles a corto plazo.

Queda el quinto factor: la innovación tecnológica original basada en la investigación-desarrollo. ¿La necesitan, en verdad, los países todavía no industrializados? ¿No podrían, por el contrario, prescindir de ella, basando su sector moderno sobre la tecnología transferida horizontalmente, en exclusividad y prescindiendo de un gasto nacional en investigación? La respuesta a estas cuestiones definirá el lugar de la investigación tecnológica en los modelos de desarrollo de los países no industrializados.

La mayoría de los expertos están de acuerdo en que la participación en la innovación tecnológica original es rigurosamente necesaria en todo plan de desarrollo, sin que se base solamente esta afirmación en criterios de autonomía, dignidad y prestigio nacional, por más que estas motivaciones pesen legítimamente en la decisión. Las justificaciones técnicas más frecuentemente mencionadas son cinco:

1. La transferencia horizontal de tecnología, por sí sola, no puede resolver correctamente ni los problemas agronómicos propios del clima del suelo local, ni los problemas mineros propios de su geología. Resulta imprescindible en todo caso un esfuerzo nacional de investigación y desarrollo experimental que favorezca la transferencia vertical de tecnología en estos dominios.

¹ El asunto de los bajos hornos rurales de China continental muestra los límites de una acción basada exclusivamente en los dos primeros modos.

2. De la misma forma que la transferencia de un mensaje por radio exige una radio receptora conectada sobre la misma longitud de onda que la emisora, se realiza también la transferencia horizontal de tecnología si existen en el país receptor equipos de investigadores e ingenieros pioneros en la ciencia o técnica en cuestión; es evidente que estos equipos no accederán a este lugar o no permanecerán en él más que si participan ellos mismos en el proceso de innovación tecnológica original.
3. La transferencia horizontal de tecnología se realiza en mejores condiciones por trueque que por compra: sólo el país en el cual la empresa esté en condiciones de intercambiar los resultados de sus propios laboratorios tendrá acceso, de hecho, a las mejores licencias extranjeras y a las técnicas operativas más avanzadas del mundo exterior.
4. Toda etapa de desarrollo debe preparar las siguientes. Un país debe preparar entonces, durante su primera fase de industrialización, los puntos fuertes, a partir de los cuales abordará la segunda fase. Deberá poseer, en efecto, al final de la primera fase, un potencial adulto de innovación tecnológica original, por lo menos en algunas orientaciones bien elegidas.
5. *El servicio público científico*, que desempeña un papel esencial durante la primera fase de industrialización, no puede alcanzar y mantener el nivel de calidad requerido al margen de un importante esfuerzo de investigación, ni, por otra parte, desempeñar su papel educativo en la nación. Como ya se ha subrayado, la práctica científica será comprendida y asimilada, si es vivida concretamente desde el comienzo hasta el fin, desde la investigación fundamental hasta la toma de decisiones.

Las premisas que acaban de exponerse permiten proponer cuatro objetivos-clave para una estrategia de crecimiento aplicable a la primera fase de industrialización:

- i) Hacer progresar rápidamente la productividad de la agricultura y de las minas a fin de asegurar, por la rentabilidad de este sector, un mercado interior en expansión que absorba la producción de la naciente industria y libere simultáneamente para la industria la mayor parte de la fuerza laboral que ocupa la agricultura en condiciones muy poco productivas.
- ii) Acelerar la transferencia horizontal de tecnología implantando industrias de primera generación y creando con este fin un cierto potencial de innovación tecnológica original en el país; crear, asimismo, un sector moderno de la industria bien ensamblado, por sus compras y sus ventas, en la economía tradicional, de la cual debe llegar a ser motor de progreso.
- iii) Completar la infraestructura de servicios públicos científicos necesaria para la industrialización acelerada del país.
- iv) Comenzar a crear un potencial nacional en algunas orientaciones de tecnología avanzada con vistas a establecer las bases de los futuros puntos claves, mediante los cuales podrá empezar la creación de industrias basadas sobre la ciencia, al final de la primera fase de industrialización o al comienzo de la segunda.

Los objetivos del plan científico se deducen cómodamente de tal estrategia.

La estrategia de crecimiento de la economía americana

Llegados a este punto del razonamiento podemos concluir sin equívoco que no existe ninguna estrategia de crecimiento en la cual la innovación original, es decir, la investigación-desarrollo, no juegue un papel motor, aunque de modos muy diversos. En el caso de la economía de los Estados Unidos de América, la innovación tecnológica original constituye, evidentemente, el principal motor de crecimiento.

Sin embargo, la transferencia horizontal de tecnología juega también en esta economía un papel a primera vista inesperado: si se pudieran medir los intercambios de conocimientos científicos y de tecnología como se miden los intercambios de mercancías, parecería ciertamente que los Estados Unidos de América son un importante exportador de ellos, pero se estaría sin duda más sorprendido al comprobar que son igualmente el principal país importador de ciencia y saber hacer.

Esta paradoja proviene de que los países, y, dentro de éstos, las empresas, no avanzan de igual manera en todos los frentes de la ciencia y la técnica, de modo que el que la empresa o el país estén más avanzados en el conjunto no significa en modo alguno que sea el primero en todo. A pesar de la gran concentración del potencial de investigación del mundo en el grupo de los países industrializados y, dentro de ellos, en el más desarrollado de este grupo, es decir, en los Estados Unidos de América, el descubrimiento científico y la innovación tecnológica original han permanecido o han llegado a estar presentes en algún grado en todos los países del mundo. El conjunto de los descubrimientos e innovaciones tecnológicas del mundo forma un potencial de progreso disponible para todos.

Sin embargo, parece que la economía de los Estados Unidos de América está mejor situada que cualquier otra para sacar partido de este potencial universal, para completar el efecto de crecimiento que obtiene de su potencial nacional de investigación. Sus ventajas se sitúan en tres planos:

a) La gestión de la innovación tecnológica; b) las cualidades del mercado, y c) el apoyo del Estado federal.

La gestión de la innovación tecnológica.—Las empresas americanas, cuyos métodos de gestión prestan una atención muy sistemática al cambio tecnológico, están organizadas para informarse eficazmente sobre todo lo que se hace de valioso en las universidades, en los centros de investigación y en las empresas del mundo entero, y para ofrecer condiciones ventajosas a los innovadores extranjeros que aceptan aportarles el fruto de sus esfuerzos.

Sin embargo, constituye una característica histórica del pueblo americano el cuidado metódico que ha prestado siempre a la puesta en aplicación de un nuevo conocimiento y a la difusión comercial del producto nacido de esta aplicación. Este rasgo del carácter nacional se encuentra admirablemente valorizado por las capacidades de organización y de financiación que las grandes firmas americanas despliegan en el proceso de innovación tecnológica.

Pero las cualidades de sistema, vigor y solidez que caracterizan la gestión de este proceso en los Estados Unidos de América no deben hacer olvidar el papel estimulante que supone ser el primer mercado del mundo y el Estado más poderoso.

Las cualidades del mercado.—El mercado americano presenta muchas características favorables que el mercado común europeo no posee al menos por ahora. En primer lugar, su dimensión intrínseca, expresada en miles de millones de dólares de gastos globales anuales, es casi dos

veces más grande. En segundo lugar, su unidad: no está compartimentada por reglamentos o normas técnicas dictadas a nivel de un territorio restringido. La existencia de un poder federal hace coincidir los límites del mercado común con los del poder reglamentario. Los nuevos productos pueden ser comercializados inmediatamente sobre toda la extensión del mercado americano y su fabricación adquiere de golpe la escala que conviene. En tercer lugar, está formado por consumidores que disponen de una renta media sensiblemente más alta y de empresas llamadas a pagar remuneraciones proporcionales. Un mercado de estas características está más abierto a los nuevos materiales. Más exactamente, se abre a un tipo dado de material o de producto con muchos años de avance sobre los otros mercados del mundo.

La empresa americana experimenta, en efecto, de forma más precoz la necesidad de equipamientos perfeccionados que ahorren la mano de obra, y el particular americano dispone más pronto de los recursos que le permiten comprar aparatos domésticos de un nuevo género. Es por ello que el mercado efectivo, tanto para un bien durable de consumo como para un equipo profesional muy moderno, se abre en los Estados Unidos de América casi quince años antes que en Europa. Un desnivel de duración al menos igual existe entre las fechas de apertura del mercado efectivo en Europa y en los países en vías de desarrollo, con lo que se suma para estos últimos países el desnivel Europa-América.

Un innovador no americano que quiere lanzar un producto de tecnología avanzada sobre el mercado de su país de origen, choca por esta razón con la falta de madurez de este mercado. Es grande para él la tentación de proponer su proyecto a los Estados Unidos de América para su desarrollo y comercialización con mayores posibilidades de éxito. Como las firmas americanas están organizadas para recibir estas iniciativas e incluso para solicitarlas, una gran parte del genio creador de Europa y del Tercer Mundo toma el camino de la economía más desarrollada, para volver más tarde al país de origen bajo la forma de licencias o de inversiones directas de las firmas americanas.

El apoyo del Estado federal.—La potencia de compra del Estado americano y la amplitud de sus programas en el dominio de los armamentos, del átomo, del espacio o del mar, crean en este país salidas para los productos y las técnicas más avanzadas mucho antes que estos productos o técnicas estén maduros para ser presentados en el mercado comercial.

El conjunto de estas tres condiciones hace de los Estados Unidos de América un polo de atracción de una fuerza excepcional para la innovación industrial y para la investigación científica. Esta fuerza de atracción está en el origen del éxodo de las competencias (*brain-drain*). Si permaneciera sin compensación podría debilitar a la larga y quizá extinguir los focos de innovación tecnológica original que subsisten todavía en Europa, en el Japón y en los países en vías de desarrollo. El remedio se encuentra evidentemente en una política activa de innovación tecnológica por parte de los países a los que amenaza este fenómeno.

La dimensión nacional y la estrategia de crecimiento

Acabamos de demostrar que el crecimiento económico constituye un proceso integrado en el cual la innovación tecnológica original, y, por consecuencia, la investigación, constituye en todas partes un importante factor.

En los países en donde la transferencia horizontal de tecnología y la reorganización de los estructuras de producción en función de mercados ampliados parecen a primera vista llamadas a jugar el primer papel, las iniciativas industriales más sanas son aquellas que integran los cinco

factores de crecimiento y requieren entonces innovación tecnológica original. Son también las únicas que salvaguardan la autonomía de los pueblos.

En los países en vía de desarrollo, de la misma forma que en los precedentes, la participación en la investigación e innovación tecnológica originales es indispensable no solamente para cubrir ciertas necesidades nacionales específicas, sino sobre todo para abrir o mantener abiertas las comunicaciones por las que se efectúa la transferencia horizontal de tecnología que proviene de economías más avanzadas.

Aunque la estrategia de crecimiento recurre en todos los casos a la ciencia, no son ni las mismas investigaciones ni las mismas estructuras científicas las que constituyen su instrumento. Por ello, el problema de la dimensión nacional se planteará diferentemente según la fase de desarrollo en que el país se encuentre.

En los países en los que está en curso la segunda fase de industrialización, el objetivo central será la expansión y la competitividad de las industrias basadas en la ciencia. La calidad y la dimensión de las estructuras industriales, su potencial de innovación tecnológica, el dinamismo, la dimensión de los mercados y el apoyo que los contratos públicos de investigación y abastecimiento pueden dar a sus progresos serán los factores esenciales del éxito. Nuevos condicionamientos serán creados a nivel de los poderes públicos, ya que las pequeñas o medianas naciones en ese estadio de desarrollo deberán agruparse de forma que creen juntamente un mercado unificado y un poder público de naturaleza federal o confederal, o al menos una comunidad que prefigure tal poder. A falta de alcanzar de esta manera los umbrales de dimensión de la gran tecnología, umbrales que es necesario franquear a la vez en el sector de las empresas y en el sector del Estado¹, los objetivos técnicos de la estrategia de crecimiento que demanda la situación de estas naciones estarían fuera de su alcance y se detendría su progreso económico. Si no se supera esta crisis, la nación quedará necesariamente absorbida por un sistema económico más poderoso², lo que puede hacerse sin que pierda su independencia formal, pero no sin abandonar su autonomía de decisión y su libertad de acción en el mundo.

El caso que acaba de ser descrito se presenta, con síntomas agudos, en la Europa occidental, donde las naciones de 10 a 50 millones de habitantes ofrecen una tabla cuya escala es inadecuada a la segunda fase de industrialización. La creación de un mercado común ha constituido una primera respuesta a esta situación. La constitución de una comunidad tecnológica basada sobre consorcios de empresas y una política común de contratos de investigación-desarrollo o de adquisiciones pú-

¹ En el sentido dado a esta expresión por los macroeconomistas. Estos distinguen tres sectores de la sociedad global: el sector de las empresas, el sector de las familias y el sector del Estado. Este último comparte todos los poderes públicos, locales, regionales, nacionales o federales, y todos los servicios públicos (a excepción de aquellos cuya producción es comercializada, los cuales constituyen empresas útiles y dependen entonces del sector de las empresas).

² Tales sistemas (en el sentido moderno del análisis de los sistemas) pueden tomar la forma de una intervención de las empresas llamadas multinacionales. Aunque apoyadas financiera y políticamente sobre el Estado más poderoso del sistema, éstas desarrollan su producción y sus intercambios en todos los países que se sitúan bajo la influencia de este último. Los condicionantes de la dimensión nacional se encuentran así efectivamente superados por estos países, englobados desde entonces en un sistema industrial funcional, adaptado a las exigencias de la segunda fase de industrialización, ocupan en él evidentemente una posición periférica.

blicas constituyen su prolongación, sin el cual estas economías, paralizadas en su crecimiento, serían captadas antes que pase mucho tiempo por el principal sistema industrial.

En los países que cumplen su primera industrialización, los problemas de dimensión nacional¹ no se plantean con la misma acuidad. El ejemplo del Gran Ducado de Luxemburgo demuestra, en efecto, que no existía umbral de dimensión en el curso de la fase de desarrollo de la economía de este país caracterizada por la industria pesada, fase hoy superada. Incluso las naciones con muy limitada población (se piensa, por ejemplo, en Mauritania) pueden crear entonces unidades de producción competitivas en las industrias de base y en las industrias de primera generación si tienen acceso al mercado mundial.

En el momento en que se presenta en el horizonte la segunda fase de industrialización, las naciones de pequeñas o medianas dimensiones conocerán a su vez los problemas de integración internacional que conoce actualmente Europa, problemas que son actualmente vitales para el Gran Ducado de Luxemburgo, Bélgica, Holanda, etc.

El umbral de dimensión nacional para un desarrollo autónomo durante la segunda fase parece situarse hoy por encima de 100 millones de habitantes. Pero los umbrales evolucionan rápidamente y éste podría haber superado los 200 millones antes de mucho tiempo. En las perspectivas de desarrollo económico a largo plazo constituye un factor geopolítico que no se puede despreciar.

Los objetivos no económicos de la política de desarrollo

Ya hemos insistido sobre el peligro de una óptica materialista, en el sentido vulgar del término. Ha llegado entonces para las naciones el momento de precisar qué objetivos—fuera del crecimiento—deberán fijarse en materia de desarrollo por la ciencia.

Pasaremos rápidamente sobre los objetivos militares. Los Estados Unidos de América, la U. R. S. S. y la China continental tienden al equilibrio de sus medios de intimidación, y este objetivo, político por excelencia, ocupa un lugar central en su planificación científica. Otras naciones aspiran a no depender de una superpotencia para su aprovisionamiento en armas modernas. El debate actual, que podría ser desarrollado aquí, consiste en saber si una política así orientada conduce a una mayor o a una menor seguridad. Era importante, sin embargo, señalarlo, aunque no fuera más que para tenerlo presente, en virtud del lugar que este debate ocupa en la política científica de algunos gobiernos. Se trata evidentemente de «política por la ciencia» y no de «política de desarrollo por la ciencia».

Más complejo es el problema de los objetivos de la navegación espacial, porque éste es uno de los enigmas de nuestra época: explicar a qué objetivos responde realmente la asignación de sumas tan considerables y cuya utilidad directa, tanto militar como civil, es aparentemente tan marginal. El análisis indica que la investigación espacial constituye un caso complejo en el que se combinan objetivos militares, motivaciones de prestigio, motivaciones económicas y objetivos de una cuarta naturaleza que retendrán después nuestra atención. Hablemos a propósito de motivaciones más bien que de objetivos, porque el caso del espacio depende, según parece, tanto de la psicología colectiva como de la racionalidad.

Es racional, sin duda alguna, el objetivo ya señalado de no dejar el campo libre a la potencia rival en un conjunto de técnicas que son muy

¹ Se trata de la importancia de la población, no de la extensión del territorio.

similares a las de los armamentos: propulsión, automatismo, intercepción, control y detección a distancia, etc., y todas las técnicas que tienen aplicaciones militares.

La preocupación por el prestigio nacional (Luis XIV diría «de la gloria») es ya de un orden más subjetivo, aunque se pueda argüir que la U. R. S. S., país que se encuentra, como la Europa occidental y el Japón, al comienzo de su segunda fase de industrialización, ha aumentado espectacularmente su crédito en el mundo, igualando e incluso superando a veces, en el dominio de la ciencia y de la tecnología espacial, a una nación llegada ya notablemente más lejos en su desarrollo económico. Se argumenta que la preocupación de prestigio, como motivación, no está enteramente dentro de lo irracional. Aunque con prudencia, a veces, se admite también este punto de vista en la dirección de los negocios...

En cuanto a las justificaciones económicas de los presupuestos espaciales, el historiador dirá sin duda que depende más de la racionalización que de la racionalidad.

El efecto de arrastre de los programas espaciales sobre el progreso general reveló ser de hecho mucho más considerable de lo que podían esperar sus propulsores. También sabemos que la industria americana en aquella época experimentaba, aunque no de modo explícito, la necesidad objetiva de grandes programas nacionales. Sin embargo, la verdad histórica obliga a decir que éstas son comprobaciones *a posteriori* y que las decisiones gubernamentales, tanto en U. R. S. S. como en los Estados Unidos de América, no fundamentaron la financiación de la investigación espacial sobre un proyecto económico racional. Quizá algún día sabremos más sobre el papel del subconsciente o de la intuición en la decisión gubernamental...

De cualquier forma, Europa y el Japón, lanzándose hoy a su vez por el mismo camino, pueden buscar conscientemente en objetivos económicos directos (satélites de telecomunicación o de televisión) o indirectos (efectos de arrastre) una rentabilidad a sus gastos espaciales. Pero éste no era el caso antes de 1963 ó 1964, época en la que se han precisado las aplicaciones del espacio y se han hecho sentir los efectos de arrastre.

Falta entonces la cuarta motivación que hemos señalado como no política ni económica: es la aventura espacial.

En la misma forma que durante la ascensión de las más altas montañas o en la exploración de los polos, el deseo de vencer las dificultades extremas y extender con ello las fronteras de lo que el hombre es capaz constituye, sin duda, la motivación más profunda de los ingenieros del espacio y de los cosmonautas. ¿Es compartida por los gobiernos que financian sus trabajos y sus vuelos? Ciertamente, encuentra un eco en el corazón y en la razón de todos los contemporáneos, porque experimentar y alejar los límites del hombre es responder de manera entusiasta a la cuestión que la especie entera se plantea sobre lo que es y lo que vale. Se puede avanzar desde ahora la hipótesis de que subsistiría la motivación de la aventura espacial, incluso al nivel de los gobiernos, si la escena mundial no estuviera ya dominada por la rivalidad de dos imperios preocupados por su poder y su gloria. Desde luego se puede dudar de que todavía le fueran consagrados presupuestos tan gigantescos. Se puede discutir también si no se debería dar preferencia a otras necesidades más urgentes. Pero la promesa que se han hecho los Estados Unidos de América y la U. R. S. S. de cooperar entre ellos «más allá de la Luna» para realizar juntos las etapas siguientes de la conquista del espacio da algún crédito a esta hipótesis de que el cuarto componente de las decisiones de financiación de la navegación espacial no es por cierto el de menor importancia.

Ya existiría entonces en la realidad presente otro objetivo de política científica que se situaría por encima de los fines gubernamentales ordi-

narios de orden político y económico. Este objetivo sería exaltar al hombre por empresas excepcionales. La búsqueda del conocimiento por sí mismo (sin exigir nunca grandes presupuestos ha permanecido siempre viva entre las justificaciones oficiales desde la época de los príncipes-mecenas) sería un caso particular, dado que hemos visto que la ciencia es operativa y que solamente actuando el hombre comprende el mundo y se conoce a sí mismo.

Si hay que clasificar tales objetivos de investigación, no habría que ponerlos a la cabeza de los que afectan a la calidad de la vida y a la calidad de la sociedad; dos fines éticos que toda política de desarrollo debería perseguir más allá del crecimiento y del poder y que constituyen el *desigño de civilización*. Quizá el lector crea audaz esta clasificación si considera que esta «sociedad de calidad» no sería otra cosa que el más perfecto de los hormigueros, si se limitasen las ambiciones de los hombres a vivir en la abundancia y la armonía sin otras aspiraciones, mientras que un saber más profundo y las artes más exquisitas habrían embellecido esa vida con todos los refinamientos de la cultura. En otros términos: ¿constituye un ideal suficiente para siempre la solución de los problemas nacidos de la penuria, de la inadaptación de las ciudades o de la alteración del medio natural, así como de las vicisitudes de la vida colectiva?

La vida de calidad, ¿no implica también que los hombres puedan superarse sin cesar por la inteligencia, la voluntad y el coraje, y que la sociedad les ofrezca los medios para ello de una forma que no sea la guerra o la preparación de las armas de disuasión?

Si las grandes aventuras de la ciencia y la tecnología son las únicas que pueden ofrecer a los hombres esta «nueva frontera», tendrán entonces razón de existir que les sean allegados los recursos necesarios por una sociedad que habría dejado de conocer la penuria.

¡Pero el mundo que habitamos no ha llegado todavía a ser un insípido paraíso terrestre! El perfeccionamiento de la sociedad en sus aspectos económicos, sociales, culturales y humanos es una obra apenas sondeada. Solamente hace dos siglos que los hombres han comenzado a crearla posible. Apenas hace veinte años que una nación, en la cual las fuerzas de la producción alcanzaron mayor desarrollo, ha emergido por primera vez fuera de la obsesión milenaria de la penuria, la cual sigue y seguirá siendo, sin embargo, la suerte de la mayor parte de los pueblos hasta fines de siglo. Antes de que sea acondicionada la casa de los hombres serán consumidos todavía enormes recursos de inteligencia, de voluntad y de coraje. Volvamos ahora a los aspectos cualitativos de este objetivo, después de una excursión fuera de la racionalidad que nos ha obligado a hacer ese caso singular del espacio.

Tomados en su sentido práctico, los problemas de la salud, de la educación, de la urbanización y de la protección de la biosfera (naturaleza, aire, agua) dependen esencialmente de la calidad de la vida.

Las investigaciones de sociología y de ciencia política, así como el estudio de la conservación de las actividades culturales tradicionales o antiguas, dependen también de la calidad de la sociedad.

Volvamos brevemente sobre estos temas para subrayar su contenido y su alcance; esto nos permitirá apreciar después el lugar que se les podría dar en una política de desarrollo por la ciencia.

La investigación médica no precisa ya argumentos de defensa. No ocurre lo mismo con la tecnología de la educación ni con las ciencias urbanas, cuyo progreso reviste una urgencia todavía no percibida por todos. ¿No debe la pedagogía—hoy más o menos en el punto en que estaba la medicina hace cien años—proporcionar las técnicas que exige un esfuerzo de escolarización de masas sin precedente en la historia, esfuerzo que deberá ser completado pronto por la educación de los

adultos igualmente a escala de masas? Hemos visto que esta doble exigencia constituye la condición misma de un desarrollo económico por etapas aceleradas. Alcanzará su máxima acuidad en los países en vía de desarrollo, aunque la preocupación se halla ya presente en sociedades más avanzadas, principalmente a causa de la expansión universitaria y de la falta de estabilidad de un número creciente de oficios. Sería lógico que, ante la necesidad, fueran estos países los pioneros en la mutación científica de la educación.

El mismo razonamiento se aplica a la ciudad. La población del globo se duplicará de aquí a fines de siglo y todo el aumento, o casi todo, vivirá en ciudades: de tal modo que la mitad de las ciudades del año 2000 serán posteriores a 1970. Estas cifras dan la medida de las inmensas posibilidades abiertas a la ciencia aplicada en un dominio en el cual las realizaciones de la sociedad moderna han quedado muy retrasadas. Pero la imagen de la renovación urbana que ofrece esta media mundial esconde situaciones muy diferentes. En los países ya industrializados el éxodo rural está casi terminado y el crecimiento demográfico es moderado. En general, las ciudades actuales no conocerán más que extensiones y transformaciones bastante limitadas. Por el contrario, en los países en vía de desarrollo la mayor parte del fenómeno de urbanización pertenece todavía al futuro, y por ello estos países pueden evitar todavía las inadaptaciones graves del actual sistema urbano. Por esta causa también les correspondería tomar la cabeza del grupo interdisciplinario de las ciencias urbanas.

En lo que se refiere a la conservación e interpretación de los hechos culturales tradicionales o antiguos, la urgencia resulta de la preocupación de conservar la huella de hechos y de valores humanos que el desarrollo borrarán o alterará rápidamente y de la voluntad de encontrar vías de progreso, tan poco destructoras como sea posible, de la continuidad y coherencia de la cultura de los pueblos, en el transcurso de su desarrollo acelerado.

Conclusiones sobre la elección de los objetivos nacionales

Al margen de los objetivos militares y políticos que no dependen del «desarrollo por la ciencia» propiamente dicho, llegamos a la conclusión que los objetivos económicos surgen de una *estrategia del crecimiento* que deriva de la fase de desarrollo en que se encuentra el país. Los objetivos no económicos son aquellos que se refieren a la calidad de la vida y la sociedad. Ha sido percibida y subrayada la urgencia de las investigaciones sobre algunos de estos temas (la salud, la educación, la ciudad, la biosfera en general, la conservación del pasado).

En este orden de reflexiones cada Gobierno realizará la crítica de su futuro probable después de una justa apreciación de la situación presente del país, así como de la que pueda esperarse con una perspectiva de treinta años. De esta crítica surgirá el designio de civilización y el proyecto político correspondiente, del que saldrán los objetivos concretos del desarrollo nacional a cinco, diez o veinte años de plazo. Se fijarán entonces las normas de la expansión científica para que estos objetivos puedan ser servidos y alcanzados. La expansión del potencial científico tendrá lugar entonces como un objetivo en sí o como un medio para alcanzar otros objetivos. Habrá encontrado entonces su puesto en un proyecto integrado de desarrollo nacional.

ENCUESTA SOBRE LA SITUACIÓN REAL

Entre la elección de los objetivos generales del plan y la definición precisa de sus medios y de sus etapas se sitúa un proceso de elaboración cuyas dos primeras fases constituyen la encuesta sobre la situación real y la previsión.

Objetivos e instrumentos de la información

Aquellos que están llamados a recomendar y fijar objetivos de política científica deben apoyarse en un conocimiento preciso del potencial actual del país y de los medios que le son afectados.

Deben disponer asimismo de un análisis claro y lo más concreto posible de la situación a la que será aplicada la ciencia como instrumento y medio de transformación de la situación. En tercer lugar, deben evaluar cómo evolucionaría la situación a corto y medio plazo si las cosas siguieran su curso natural, dado que, como hemos visto, la reflexión sobre los objetivos parte de la crítica de la situación prospectiva.

La información a recoger tiene, pues, un objeto a la vez vasto y específico, y habrá de ser reunida permanentemente o, al menos, a intervalos regulares y suficientemente próximos.

Esta finalidad necesita rigurosos instrumentos de inventario del potencial científico y técnico, de análisis y de previsión.

Inventario del potencial científico y técnico

Inventario de los instrumentos y de los conocimientos.—En el pasado tuvieron lugar ensayos de inventarios, pero se trataba sobre todo de trabajos de orden cualitativo. Estos inventarios comportaban la descripción de instrumentos, lo que permitía en particular a la Academia de Ciencias de París y a la Royal Society de Londres intentar el censo del patrimonio científico nacional. O también se presentaban como informes de coyuntura sobre el estado de la ciencia: la *Enciclopedia* dirigida por Diderot constituye el ejemplo más famoso, si no el más antiguo.

Inventario de las actividades científicas.—Se puede decir que antes de la segunda guerra mundial sólo los Estados Unidos de América, el Reino Unido y, en cierta medida, la U. R. S. S. tenían una idea de lo que se gastaba en el campo de la investigación. Sin embargo, no se trataba más que de estimaciones, no habiéndose realizado verdaderamente ningún censo completo.

Se ha tenido que esperar a estos últimos años para que los gobiernos descubran que el hecho de expresar el potencial científico de un país en términos cuantitativos puede tener significado. Esta comprobación se ha hecho cuando los medios establecidos han alcanzado una amplitud suficiente para llamar la atención¹. Por otra parte, ha coincidido con la toma de conciencia de la región existente entre la actividad científica y el desarrollo económico.

Numerosos gobiernos han comprendido el partido que podían sacar de una información sistemática y detallada sobre las actividades de investigación. En efecto, esta información permite: a) medir la fuerza relativa—en cuanto a los medios a su disposición—de los centros y los equipos de investigación y apreciar las inadaptaciones y los desequilibrios que pueden aparecer entre las disciplinas, las orientaciones, las regiones, etc., o también en la distribución del potencial en una misma

¹ En general, la política científica aparece en la escena nacional en el momento en que los recursos afectados a la ciencia humana franquean el umbral del 1 por 100 del PNB.

disciplina: unidades demasiado numerosas, en algún caso demasiado pequeñas o, al contrario, hiperconcentración, que presenta el peligro de rigidez o de esclerosis; b) establecer, por la periodicidad de las encuestas, series cronológicas de datos que permitan proceder más tarde a proyecciones que prefiguren la evolución y orientación futuras de las actividades científicas; c) establecer, por combinación con otros datos cuantitativos—en particular, económicos—, indicadores de la actividad científica que se refieran en particular a la relación existente entre los gastos de investigación y el producto nacional, así como con el valor añadido o las inversiones en los diversos sectores industriales; de la misma forma, el personal empleado en actividades científicas puede ser comparado con la población activa, con el personal total de los sectores, de las firmas o de las universidades, etc.; d) comparar, por último, el esfuerzo científico nacional y su estructura con el del extranjero.

Este último punto requiere algunos comentarios.

Comparación de los esfuerzos científicos nacionales

Por razón de la insuficiencia actual de criterios «internos» que permitan evaluar la utilidad en sí de una investigación y de criterios que permitan medir los efectos económicos de una investigación, los Estados utilizan, para apreciar su situación científica, el método de las comparaciones. Tratan de establecer las diferencias que existen entre su potencial científico y el de otros países que han alcanzado un nivel comparable de desarrollo económico y social. Por un análisis razonado de estas diferencias intentan medir su retraso científico y juzgar así el esfuerzo suplementario que ha de hacerse para poderse situar al nivel de sus competidores.

Por otra parte, un método análogo puede ser útil a los países que desean, por una juiciosa política científica, franquear un nuevo estadio de su desarrollo. En este caso su potencial debe ser comparado no sólo con el de países del mismo grupo, sino también con el de países que han alcanzado una estructura económica y social más evolucionada que la suya. Progresivamente va creándose así una tipología de los estados sucesivos de desarrollo solamente esbozada en esta obra. Esta tipología debe permitir a cada país situarse e identificar los campos en los que habrá de hacerse un esfuerzo prioritario.

Tal aproximación parece generalizarse hoy. Por otra parte, no es adoptada solamente por los países menos desarrollados en el plano científico. El conjunto de los países europeos, por ejemplo, se vuelve hacia los Estados Unidos de América para estimar cuál debería ser el nivel global de su esfuerzo científico. Los Estados Unidos de América, por el contrario, no temen decir, basándose en comparaciones con Europa, que sus actividades científicas en ciertos campos sufren un retraso en relación con el viejo continente. Este método permite, sobre todo, que un país se sitúe en relación con el contexto mundial¹.

Normalización de los métodos de inventario a efectos de la comparación

La utilidad de tales comparaciones ha dado lugar a un importante trabajo en el plano internacional. El objetivo consistía en establecer, de común acuerdo entre las naciones, un sistema normalizado de definiciones y procedimientos para la obtención de estadísticas sobre la investigación y la enseñanza y permitir reunir así informaciones comparables sobre los potenciales nacionales y sus orientaciones. Así es como las

¹ No se le puede dar un valor normativo porque se sabe que “comparar no es acertar”.

confrontaciones que tuvieron lugar en el marco de la OCDE han permitido el establecimiento de un método tipo para las estadísticas de la ciencia, sobre cuya base se ha podido realizar una gran encuesta en todos los países de esta Organización, bajo el nombre de «Año estadístico internacional de la investigación y desarrollo». El examen de los resultados ha dado a un cierto número de naciones la posibilidad de comparar por primera vez los niveles alcanzados por su esfuerzo científico.

La Unesco ha puesto en el orden del día de las reuniones de expertos y de las Conferencias de los Ministros de la Ciencia que la Organización convoca periódicamente en las diversas regiones del mundo, las disposiciones a tomar para que tales comparaciones puedan realizarse en el porvenir para todas las naciones.

En particular, la Unesco ha lanzado en 1968 una encuesta estadística sobre el esfuerzo de investigación en todos los países de Europa miembros de la Organización.

Esta encuesta está basada en un cuestionario normalizado que permite reconciliar y comparar las estadísticas europeas de la ciencia reunidas bajo la égida de la OCDE, por una parte, y del CAEM (Comecon), por otra. Los resultados de la encuesta serán examinados durante la Conferencia de los Ministros encargados de la política científica de los Estados europeos miembros de la Unesco, que tendrá lugar en 1970¹.

El establecimiento de un método tipo ha dado lugar a ciertas dificultades técnicas, la principal de las cuales afectaba a la definición misma de la actividad de investigación en el seno de las actividades científicas de un país.

Ha sido necesario tratar de conocer los gastos y el personal destinados a la investigación para darse cuenta de que el significado—en apariencia claro—del concepto de actividades científicas estaba en realidad mal precisado y cubría actividades diversas. Ello se debe a que las definiciones habían permanecido hasta hace poco tiempo en un plano estrictamente axiomático: por otra parte, podrían bastar como tales mientras la investigación seguía siendo una actividad aislada, casi individual, y en todo caso poco organizada. Pero para agruparla estadísticamente ha sido necesario reconocer que la noción de actividades científicas era en realidad una noción a la vez más difusa y más compleja que aquella a la que se hacía referencia en el pasado.

En realidad, las estadísticas de la ciencia engloban un haz permanente de actividades científicas y técnicas; éstas comprenden, además de la investigación (fundamental y aplicada), el desarrollo experimental, así como una serie de actividades conexas, entre las cuales se pueden citar ciertas partes de la enseñanza y formación que afectan a las ciencias y a las técnicas, así como los servicios científicos y toda una serie de actividades que forman parte integrante del proceso de producción de bienes y de servicios (por ejemplo, los controles de fabricación, la prospección de yacimientos de minerales y petróleo, etc.¹

Las definiciones de tipo axiomático del pasado han dejado por ello paso a definiciones basadas en verdaderos análisis de funciones.

La estadística de la ciencia, última en el tiempo de las ramas de la estadística, choca frecuentemente todavía con obstáculos de orden psicológico. Los científicos responsables de los medios universitarios e indus-

¹ Esta Conferencia ha tenido lugar en la sede de la Unesco (París) del 22 al 27 de junio de 1970. (*Nota del traductor*).

¹ *Manual del inventario del potencial científico y técnico nacional*, París, Unesco, 1969. *Cuestionario sobre las estadísticas relativas al esfuerzo de investigación y desarrollo experimental en 1967*, París, Unesco, 1968.

triales manifiestan a veces ciertas reticencias y reservas en relación con cualquier encuesta referente a sus actividades, ya sea por ignorancia de la significación real del método estadístico o por simple reflejo defensivo. Algunos todavía tienen tendencia a pensar que la encuesta estadística no es más que el prelude de una investigación más a fondo, destinada a facilitar una intervención autoritaria del poder. Ciertamente, iniciativas inseguras y torpes de las autoridades han contribuido en el pasado a forjar este arraigado prejuicio de que «la investigación no se puede poner en cifras»¹. Hay que esperar que a medida que sean efectuados los primeros inventarios y publicados sus análisis, estas prevenciones se irán atenuando.

El control del Estado no es, por otra parte, la única causa de temor. Hay otra competencia por lo menos tan importante de las firmas comerciales² y aun de otras organizaciones cuyos estatutos deberían disponer más fácilmente a la cooperación desinteresada.

Si el principio del inventario del potencial científico y técnico en el que está basada la estadística de la ciencia es admitido en todas partes, la extensión y la frecuencia de estos inventarios varían de un país a otro. En particular, las estadísticas de la ciencia afectan más frecuentemente al personal dedicado a las actividades científicas y a los gastos referentes a estas actividades. Los inventarios a veces no incluyen un censo de los equipamientos y raramente enumeran los proyectos y temas de investigación alrededor de los cuales se desarrolla la actividad de estas unidades.

El esfuerzo de normalización emprendido bajo la égida de la Unesco¹ y la adaptación progresiva de las mentalidades conducirán, seguramente, a hacer más regulares y completos estos inventarios del potencial científico y técnico de las naciones.

Una prolongación indispensable del inventario: el estudio de los resultados de la investigación

Hasta ahora los inventarios de potencial científico y técnico afectan a los medios humanos y materiales consagrados a la investigación, es decir, los «entrantes» de ésta; pero todavía no se miden los resultados de la investigación, es decir, los «salientes», ni siquiera en un plano económico.

Como el problema de las elecciones políticas se plantea en términos de eficacia, el estudio de los «salientes» de la actividad de investigación y la puesta en relación de estos resultados con los medios puestos en obra llegarán a ser cada vez más importantes en el futuro.

Este tema ha sido hasta ahora patrimonio de economistas aislados. Aunque los escritos que le han sido consagrados sean ya bastante numerosos¹, todavía no se vislumbra lo que vendría a ser los elementos de una teoría general de la relación entre la investigación y el desarrollo económico.

¹ Esta reacción parece más frecuente en Europa que en los Estados Unidos de América, porque en estos últimos el otorgamiento por el Estado federal de contratos de investigación constituye una poderosa motivación para las respuestas a las encuestas estadísticas.

² El ejemplo de los Países Bajos es aquí sorprendente. Las cinco mayores empresas (que son grupos de importancia internacional disponiendo en el país de un casi monopolio en sus respectivos sectores) se han opuesto a la publicación separada de las cifras de gastos y de personal de investigación en estos sectores, con el fin de que su esfuerzo no pueda identificarse con demasiada facilidad.

¹ *Manual del inventario del potencial científico y técnico nacional*, op. cit.

¹ Ver la bibliografía in fine de *Investigación y crecimiento económico*, 2, Bruselas, CNPS, 1968.

En el plano de la elección de los proyectos de investigación a financiar por un Gobierno o una empresa, se están efectuando ya progresos en la apreciación de los resultados probables debidos a los diversos intentos realizados para aplicar a estos proyectos los métodos del análisis del coste-beneficio (*cost effectiveness analysis*) que fueron creados para la estimación de las inversiones. Lo que falta sobre todo es la evaluación *ex post* y la crítica de las decisiones con el transcurso del tiempo.

LA PREVISIÓN

Alcance y naturaleza

El inventario, del cual se acaba de hablar, ofrece una descripción y una evaluación del potencial científico y técnico en el pasado reciente y en el presente. La previsión tiene por objeto describir y evaluar este potencial, pero esta vez en su evolución ulterior.

Si está correctamente establecido, el inventario del potencial científico y técnico refleja situaciones reales. La previsión, por el contrario, augura situaciones posibles o probables, y, por tanto, inciertas.

La previsión parte de la formulación de hipótesis sobre el sentido y amplitud del cambio: la más simple y corriente es la de la prolongación de las tendencias observadas en el pasado, que da lugar a una previsión por proyección. Otras hipótesis se basan en modelos teóricos o econométricos concebidos para informar sobre la dinámica interna del sistema.

La previsión de ninguna forma puede tener en cuenta hechos inesperados que podrían modificar la evolución. Por ello, no puede construir o imaginar el futuro partiendo de datos que serían extraños a la evolución en curso.

Precisado su alcance de esta forma, la previsión no comporta ningún elemento normativo o voluntarista. Sus resultados no pueden ser considerados de modo alguno como objetivos. Constituye, como el inventario del potencial científico y técnico, un elemento de información para uso de quienes deben tomar las decisiones. Les anuncia el estado probable del sistema en el caso en que no se hiciese algún intento para modificar el presente curso de las cosas.

Indica en particular cómo se desarrollaría el potencial científico si quedara abandonado al dinamismo espontáneo a la inercia de las fuerzas que lo animan o controlan, o en el caso de que los impulsos gubernamentales no experimentaran variación alguna.

La investigación, como la mayoría de las actividades, manifiesta una tendencia a irse desarrollando en su trayecto. Los proyectos presentados por los investigadores, en particular, son en una amplia medida el reflejo de las decisiones de financiación anteriores, porque un equipo de física nuclear o agronomía propondrá evidentemente la financiación de proyectos que se sitúan en esta orientación. En ausencia de discriminación planificadora del jefe de la autoridad que financia, la repartición de los créditos entre las diversas orientaciones de investigación será entonces sensiblemente la imagen de los potenciales empleados anteriormente en estas direcciones, con una acentuación de las orientaciones más dinámicas, no importando mucho que el dinamismo provenga de la ciencia en cuestión o de las estructuras. La previsión por extrapolación es en este sentido significativa.

Campo de acción y utilidad

La previsión sirve para identificar tanto los aspectos de la evolución que pueden o deben ser aceptado como los que admitirían una corrección.

Dos ejemplos servirán para comprender mejor este interés:

1. Supongamos que, en un país determinado, la previsión indique que hay que esperar la duplicación del número de estudiantes de universidad en quince años. En presencia de esta indicación son posibles tres actitudes de los responsables de la política científica desde el punto de vista cuantitativo: *aceptar* esta evolución, *decidir frenarla* o *decidir acelerarla*. En el primer caso sabrán que deben tomar disposiciones para preparar la acogida de los estudiantes esperados; en el segundo, sabrán que tienen que tomar medidas para seleccionar más severamente a los candidatos en exceso y asegurar su orientación hacia otras enseñanzas diferentes de los estudios universitarios; en el tercero, sabrán que deben desarrollar la enseñanza secundaria, facilitar el acceso a los estudios, tomar a su cargo los gastos de mantenimiento de los estudiantes sin recursos, etc., y en el primero y tercer caso será necesario también adaptar naturalmente el equipamiento y encuadramiento universitarios a los efectivos previstos. Sólo después de haber comparado la situación probable—duplicación—a la situación deseable, se puede decidir cuál será el tipo de medidas a tomar.

2. Supongamos, por otra parte, que en el mismo país la previsión indique que debe esperarse durante el mismo período un desarrollo más que proporcional de la investigación agrícola y un estancamiento relativo de la investigación tecnológica avanzada. Aquí también son posibles dos tipos de reacción por parte de los responsables: según que esta evolución sea juzgada o contraria a la estrategia de desarrollo adoptada—durante la segunda fase de la industrialización—, o conforme a esta estrategia, durante la primera fase, la previsión indicará o no una acción correctriz del servicio de planificación.

Estos dos ejemplos, voluntariamente esquemáticos, permiten hacer algunas observaciones complementarias.

La previsión sólo puede ser útil para la decisión si abarca aspectos suficientemente numerosos e importantes de la realidad presente y futura. Por ello, la simple indicación de que el número de estudiantes podría duplicarse en quince años no ofrece interés sin conocer al mismo tiempo la evolución previsible de la demanda de titulados universitarios y comparar las dos cifras con las necesidades que resulten del plan de desarrollo de la nación.

De la misma forma, la simple indicación de que la ayuda a la investigación agronómica se desarrolla más rápidamente que la investigación industrial no tiene interés si no se está informado sobre el ritmo efectivo de progreso de la productividad agrícola, sobre el decrecimiento de la población agrícola, etc.

Por ello, la previsión científica y tecnológica no se puede desprender de la previsión general económica y social. La reflexión relativa a los objetivos se basará, en realidad más o menudo, sobre las previsiones de alcance general, mientras que la reflexión sobre la utilización de la ciencia, tomada como instrumento, se basará más sobre la previsión del crecimiento del mismo aparato de producción científico y tecnológico.

Esto conduce como corolario a la necesidad de verificar si las diferentes previsiones establecidas dentro de campos o sectores económicos diversos son coherentes, complementarias, compatibles entre sí por su alcance, su naturaleza, sus métodos y sus hipótesis.

La insuficiencia inherente a la simple proyección de tendencias puede corregirse introduciendo condicionamientos de coherencia. Por ejemplo, una previsión del número de estudiantes universitarios debe ser compatible con la previsión de los efectivos a la terminación de la enseñanza secundaria, y ésta con la de la población en edad escolar; pero la previsión de esta población depende de la del excedente natural, que sigue

una tendencia no lineal, y de la del saldo migratorio, cuyo principal parámetro se encuentra en el nivel del PNB. Resulta evidente que, remon-tándose así a las causas sucesivas del fenómeno, se obtiene una previsión más sólida que prolongando simplemente la curva de las inscripciones a los cursos universitarios.

Cuanto más generalizada es la previsión más gana entonces en valor. Pero el número de los parámetros y de las ecuaciones que los unen aumenta rápidamente. Los cálculos resultan pronto muy complejos y toman demasiado tiempo, sobre todo si nos obligamos a ponerlos frecuen-temente al día, lo cual es necesario. Nos veríamos entonces llevados a calcular sobre una computadora una prospectiva nacional general con vis-tas a realizar automáticamente la coherencia y la puesta al día de las cifras previsionales.

En los países que quieren practicar una política de desarrollo por la ciencia, la necesidad de tal instrumento de trabajo se impone tarde o temprano.

Perfeccionamientos ulteriores

Prever cómo evolucionará una situación en la línea de las tendencias actuales es un trabajo sumamente útil, como ya hemos indicado. En un estadio posterior será necesario, sin embargo, que la previsión, al mismo tiempo que conserva su carácter de instrumento de información, logre indicar a los responsables de la política científica las situaciones que se producirían verosímelmente si tomaran una decisión en vez de otra. La previsión se convierte entonces en simulación.

A primera vista este proceso podría no parecer más complicado que el anterior. Sería desconocer, sin embargo, que a partir del momento en que se abandona la hipótesis de la simple prolongación de las tendencias actuales, se introducen en la previsión datos dinámicos cuya interdepen-dencia es mucho más compleja de descubrir y medir. Se trata de iden-tificar variables y de determinar con precisión las relaciones funcionales existentes entre ellas. Estas relaciones constituyen un sistema de ecuación o *modelo*, cuyas variables y parámetros deben ser después calculadas o estimadas. Uno de los objetivos de la econometría es ofrecer los instru-mentos matemáticos necesarios para la previsión y la simulación.

Recientes trabajos de la Unesco recomiendan la adopción generalizada de estos métodos¹.

La prospectiva científica y técnica

La previsión de la que se ha hablado hasta ahora es cuantitativa. No entra en ella ningún cambio cualitativo, tal como un descubrimiento deci-sivo, una apertura tecnológica o una nueva teoría científica. Una pre-visión de desarrollo de la ciencia hecha en 1940 no se había mencionado ni la tecnología nuclear ni la de los ordenadores, ni aun incluso la infor-mática. Este ejemplo muestra que la previsión puramente cuantitativa con veinte o treinta años de antelación pierde mucho de su exactitud, por causa de los progresos científicos y técnicos que se sitúan fuera de la prolongación de los precedentes, progresos llamados mutaciones. No es posible prever todas las mutaciones, pero siempre existen algunas anun-ciadas e incluso esperadas por especialistas perspicaces o atentos. Este techo debe ser puesto al servicio del programador.

La prospectiva científica y técnica no es solamente la previsión del descubrimiento o de la invención. Va incluso más allá de la previsión

¹ UNESCO, "Esquemas estructurales y operativos de una política científica nacional", en *Estudios y documentos de política científica*, núm. 6, 1967, pá-ginas 22 y 23.

de los productos que nacerán de las futuras invenciones¹. Tal como es practicada ya en ciertos países, trata de hecho de anticipar el cambio de las estructuras industriales bajo el efecto de las mutaciones de la tecnología, y, de una manera más general, los efectos económicos y sociales de los progresos técnicos pronosticados.

En sus desarrollos actuales, la prospectiva científica y técnica cubre no sólo las técnicas de producción, sino también todos los elementos no materiales—conocimientos fundamentales, métodos y procedimientos—que están asociados al progreso técnico y que encuentran su expresión en la ciencia de la organización (*management*) y en la informática. Su objeto es necesariamente muy amplio.

Operando a largo plazo, la prospectiva científica y técnica permite subrayar ciertas interrelaciones entre la investigación fundamental y la investigación aplicada. Esa prospectiva es indispensable para estimar el esfuerzo de investigación fundamental que necesita el mantenimiento de los programas de investigación tecnológica a largo plazo y, a su vez, la preservación de su desmoronamiento.

Como ejemplo se piensa que la fusión nuclear controlada de los átomos de hidrógeno para la producción de energía reemplazará hacia fines de siglo los reactores de fisión de neutrones rápidos (cuya expansión se prevé para los años 80). Para ello habrá que superar las dificultades tecnológicas de la fusión termonuclear controlada. Los desarrollos experimentales emprendidos hasta ahora han fracasado por falta de un conocimiento suficiente de los plasmas calientes. Se sabe que una fase importante de la investigación fundamental deberá preceder necesariamente a la apertura tecnológica. La prospectiva científica y técnica debe identificar las cuestiones no resueltas, con las cuales tropezase el desarrollo en sus fases actuales y futuras. Igualmente es necesario identificar las ramas auxiliares de la tecnología, en las que será necesario efectuar progresos antes que se posibilite la apertura (por ejemplo, el desarrollo de materiales que resisten a temperaturas o a radiaciones más poderosas que los materiales actuales).

La prospectiva científica y técnica trata también de definir las condiciones que posibilitarían la creación de una organización, orientada no sólo ya hacia la realización de productos determinados, sino hacia el cumplimiento de diversas funciones (consideradas como objetivos colectivos y misiones generales) dentro de un cuadro de sistemas integrados más bien que en el de los sectores actuales.

En este sentido ayuda a estimar la probabilidad y el ritmo de las sustituciones¹ de un producto por otro o de un principio técnico por

¹ Ver en particular a este propósito: E. JANTSCH, *La prévision technologique*, OCDE.

¹ Es bien conocida la sustitución del carbón por el petróleo y el petróleo por el átomo en la economía de la energía. El sector de los transportes es igualmente objeto de sustituciones frecuentes que ya no pueden razonarse más que en lo que se refiere a la función transporte dentro de un sistema general. El fracaso colectivo del automóvil individual ha hecho patente esta necesidad. Pero no se puede estudiar la mejor forma de desplazar a las personas, ni los problemas de coste y cantidad que origina esta necesidad, sin conocer las motivaciones engendradas por ella. Esto permitirá identificar los casos innumerables en que la gente no se desplaza más que para comunicarse con otras personas. Habrá entonces que estudiar también las nuevas posibilidades de sustitución del transporte de las personas por las telecomunicaciones. Primero el correo, después el teléfono han evitado ya muchos desplazamientos. Esta sustitución podría acentuarse aún más por un sistema de conversaciones televisadas en multiplex que reemplazarían las reuniones si los precios de estas comunicaciones pudieran competir con el coste del desplazamiento de las personas. La prospectiva técnica alcanza aquí el análisis de sistemas.

otro, que es el problema más delicado de la previsión económica a largo plazo.

Se expresa en términos de alternativas, y por ello trata de hacer posible una elección entre diferentes vías para alcanzar el mismo efecto o el mismo objetivo final.

Todo esto indica que la prospectiva científica y técnica permite ampliar las dimensiones temporales y espaciales de una programación del desarrollo por la ciencia, y hacer a la vez la síntesis entre la política económica y la política científica.

ANÁLISIS PRESUPUESTARIO Y ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO

Necesidad del análisis

Los créditos científicos dependen, en todos los países, de diversos departamentos u oficinas gubernamentales.

Hasta hace poco cada ministerio o oficina anotaba en su presupuesto, sin programa gubernamental de conjunto, los créditos científicos que le parecían necesarios para dirigir su acción en el campo del que era responsable.

Cuando los medios destinados por los poderes públicos a la enseñanza superior y a la investigación científica comenzaron a tener una influencia significativa sobre el nivel de los gastos del Estado, los gobiernos se fueron dando cuenta progresivamente de la necesidad de poner fin a una dispersión demasiado grande de los esfuerzos, introduciendo una mayor coherencia en las partidas presupuestarias. Desde ese momento se hizo indispensable un nuevo modo de elaboración de los presupuestos. La primera etapa hacia tal reforma es el análisis de los créditos destinados a las actividades científicas.

Amplitud del análisis

La naturaleza y el número de informaciones que deben darse para cada crédito dependen de las utilizaciones previstas para el análisis. De todas formas, el análisis debe referirse a la vez a los créditos de los últimos ejercicios presupuestarios transcurridos y a los créditos pedidos para el futuro ejercicio. El crecimiento diferencial de los créditos es, en efecto, uno de los temas de análisis más instructivos.

El análisis puede ser concebido ya sea como instrumento de conocimiento de la acción gubernamental en material científica, o bien como instrumento de la política científica global del Estado.

Instrumento de conocimiento de la acción gubernamental.—Un análisis de esta clase puede detenerse en las indicaciones fundamentales que son ofrecidas por los documentos presupuestarios de los departamentos, oficinas o agencias gubernamentales. Puede dirigirse también a lograr un conocimiento más preciso y más detallado del uso de los fondos gubernamentales: *a)* distribuyendo cada crédito para que cubra a la vez los gastos científicos y los gastos de otra naturaleza; *b)* tratando de trazar el trayecto de los fondos públicos a través del aparato científico hasta su destino final, que es el gasto efectivo; *c)* haciendo una distinción entre los gastos recurrentes y los nuevos; *d)* distinguiendo los gastos intra-muros y los gastos extra-muros o transferencias (subvenciones y contratos); *e)* identificando la naturaleza de los gastos intra-muros (gastos de personal, de equipo, de funcionamiento, etc.); *f)* identificando la función a que se refiere el gasto (investigación, enseñanza, servicio público, logística, etc.).

Renovado cada año, un análisis cada vez más a fondo reúne los elementos que permitirán medir el impacto de las medidas gubernamentales sobre la ciencia y la economía. En este estadio el análisis del presupuesto de la ciencia debe ser necesariamente comparado con las indicaciones ofrecidas por el inventario del potencial científico y técnico nacional, tanto gubernamental como privado. Esta comparación permite hacer interesantes comprobaciones.

Dificultades del análisis.—Mientras nos conformemos con anotar simplemente los créditos previstos en cada departamento para las actividades científicas, clasificándolos según su destino inicial, la dificultad no es grande: este trabajo puede, en la mayor parte de los casos, ser efectuado al comenzar la redacción de los artículos de la ley presupuestaria y del comentario justificativo. Pero las dificultades surgen cuando se quieren clasificar los créditos según su destino final (organismos o personas beneficiarias) o también según la naturaleza exacta de las actividades científicas que estos créditos permitirán financiar efectivamente (enseñanza, investigación fundamental, investigación aplicada, desarrollo experimental).

Por una parte, la financiación de la investigación por el Estado se verifica en diversas etapas o relevos. Estos relevos toman a veces la forma de organismos intermedios de distribución de los créditos, detentadores de una autonomía de gestión más o menos amplia.

La intervención de estos relevos (y el ejercicio de esta autonomía) tienen a veces por consecuencia la modificación del destino inicial de los créditos.

Por otra parte, las categorías tradicionales de las finanzas públicas son poco adecuadas para abarcar las actividades científicas, y lo son menos aún para hacer una distinción en éstas según su naturaleza. El obstáculo reside frecuentemente en el hecho de que un cierto número de créditos de investigación puede ser difícilmente disociado de las otras funciones de los departamentos y que, por otra parte, pueden existir resistencias a una especificidad demasiado grande de los créditos.

A fin de ayudar a los países a superar tales dificultades, ha sido emprendido todo un trabajo de conceptualización en este campo, aún lejos de estar terminado. Parece que el mejor método consiste en empezar por análisis presupuestarios simples y detallarlos y profundizarlos progresivamente.

Primeros usos del análisis presupuestario.—El análisis presupuestario sirve primero de guía a una cierta normalización de los circuitos financieros y administrativos.

Supongamos, por ejemplo, que se ha comprobado que han sido atribuidas subvenciones de la misma naturaleza y objeto—por ejemplo, becas de doctorado—por varias administraciones, según diferentes regímenes, aunque haya identidad de objetivo y hayan sido destinadas a las mismas categorías de personas. Se advertirá a veces que estas administraciones imputan también otros gastos al crédito por el cual financian las becas de doctorado. Si surge una competencia entre administraciones, puede resultar de ello que los criterios sufran altibajos, mientras que otras actividades, menos competitivas, sean descuidadas. Quizá se constate que en tal sistema financiero de canales múltiples se infiltren, con preferencia a otra parte, ciertos clanes sociológicos en tal forma que, incrustados en la administración y en la financiación de la ciencia, lleguen a contribuir verdaderas estructuras de poder, en el sentido romano del término.

En el caso de las becas de doctorado, la normalización consistiría en tener un solo canal financiero para cada función y especificar el crédito de tal forma que no pueda servir más que para una sola función. Sería entonces posible regular el volumen de los recursos destinados a la fun-

ción en cuestión fijando anualmente el total de este crédito específico. Igualmente sería posible actuar de forma que reglas idénticas de prioridad, selección, cálculo de las subvenciones, etc., sean aplicadas a todos los postulantes. Ulteriormente se podría además especificar el destino de los recursos subdividiendo más el crédito.

El análisis presupuestario puede también, por los datos que reúne sobre los gastos recurrentes y los gastos contingentes, ayudar a precisar el margen de libertad de que dispone el Gobierno para lanzar acciones nuevas y realizar los grandes equilibrios requeridos tanto por las necesidades de la ciencia como de la economía: entre las diferentes categorías de gastos, entre los tipos de instituciones a mantener, entre los campos de la ciencia a estimular, etc.

Por otra parte, el análisis del coste permite realizar previsiones de gastos y facilitar así la elaboración de una política a medio plazo. Por otra parte, permite introducir la política de la ciencia en la política general del Estado, ofreciendo en particular el medio de verificar si el desarrollo de los créditos consagrados a la ciencia toma un curso normal en relación con la evolución del conjunto de los recursos públicos.

La planificación por el presupuesto.—El análisis se utiliza principalmente para preparar la acción de planificación propiamente dicha.

El planificador no es un gestor. No debe soportar por sí solo la responsabilidad de la gestión de las instituciones y de los contratos, porque perdería en ello la exterioridad necesaria para guardar un juicio sereno sobre la oportunidad de los gastos.

Pero el planificador no debe situarse por ello fuera de la acción gubernamental. Llegaría a ser entonces, respecto a ésta, un simple consultor o quizá un espectador inteligente encargado de analizar periódicamente la situación y proponer objetivos cifrados. Este estudio de los consejos y recomendaciones es quizá una primera etapa necesaria, pero pertenece más a la actividad mágica y verbal llamada *wishful targeting* que a la planificación del desarrollo.

En los países capitalistas o de economía mixta, el medio por el cual la planificación engrana con la acción es el presupuesto. El acto del Parlamento (o del ejecutivo) por el que es abierto un crédito a un ministro o a una institución para una función determinada constituye, en efecto, una decisión importante por la que se fija a este ministro o a esta institución los límites de su libertad, dado que el gasto está definido por su objeto y su importe, pero dejándole la entera responsabilidad sobre la forma en que será gastado este dinero. Un jefe de Gobierno transforma el conjunto del sector público en un sistema operativo animado por un programa global y coherente, coordinando las inscripciones presupuestarias que constituyen lo esencial de las «macrodecisiones». En un segundo plano, el impacto del gasto público ha llegado a ser tan considerable en todas partes que es la nación entera la que se ve arrastrada en este programa global. El presupuesto es por ello el instrumento principal por el que la coherencia del plan nacional de desarrollo a todas las partes del Estado y, por extensión, a la nación entera.

Es evidente que esta coherencia compromete al Gobierno entero y que el establecimiento del presupuesto es por naturaleza un acto interministerial. La convergencia de la acción de los diversos ministerios puede ser asegurada desde entonces por el establecimiento del presupuesto, sin que el jefe del Gobierno deba interferir en las responsabilidades de gestión de cada uno de sus colegas y sin intervenir tampoco en sus «microdecisiones».

En suma, las finanzas públicas evolucionan a este efecto en el mismo sentido que las finanzas de las empresas privadas, desde la introducción del *planning* presupuestario. Entonces el presupuesto cambia de función. Ya no es sólo un acto de autorización de gasto. Llega a ser un acto de adaptación y de optimización del gasto respecto a los objetivos a alcanzar. La unidad de razonamiento ya no es la entidad administrativa, sino la función a cumplir o más exactamente la misión, entendiendo por misión un conjunto de funciones que concurren a alcanzar el mismo objetivo¹.

Haciendo una comparación biológica podría decirse que el presupuesto tradicional era concebido para asegurar las funciones vegetativas del Estado y estaba previsto, en consecuencia, para controlar la reconducción perpetua de los mismos gastos. Al orientarse el Estado moderno hacia la acción, su presupuesto se organiza para servir a esta última. Sin embargo, la acción está hecha de misiones sucesivas. El gasto cesa cuando se termina una misión. Otras misiones, que eventualmente persiguen otros objetivos, toman su lugar.

Pero, ciertamente, no puede dejarse de lado la entidad (el ministerio o el organismo) como base de clasificación de los créditos, dado que la responsabilidad de gastar correctamente el total inscrito en el presupuesto gravitará sobre el jefe de esta entidad. Pero para determinar el total a inscribir es necesario haber reunido primero todos los gastos que concurren a la misma función, a cualquier entidad que le incumba administrarlos, y haber considerado la necesidad de cada una frente a este conjunto. Después, en el seno de este mismo reagrupamiento, se habrán identificado las misiones que requieren la acción conjunta de varios ministerios u organismos, a fin de verificar que las sumas necesarias para su realización sean inscritas a favor de cada uno de ellos.

Por ello, siendo la promoción de las ciencias una función general del Estado, los créditos de naturaleza científica son elaborados en un presupuesto de la ciencia¹ antes de ser inscritos en los presupuestos de los diversos ministerios y organismos. En el momento de esta elaboración se realizarán, en segundo lugar, reagrupamientos por misiones y funciones que, por ejemplo, constituirán el plan de desarrollo de la energía nuclear, el plan de expansión universitaria, el plan de desarrollo de la investigación tecnológica, etc. La política científica, en sentido propio, está constituida por el conjunto de estos proyectos. Por su estudio, la reflexión progresa desde la evaluación del objetivo a la de los medios necesarios, y desde el cálculo de éstos a la autorización administrativa de gastar. Los mismos reagrupamientos y las mismas etapas de reflexión son necesarios para evaluar *a posteriori* la eficacia del gasto, evaluación que conduce a la optimización.

El procedimiento de preparación del gasto y de la evaluación de su necesidad se encuentra prolongado de esta forma en relación con las prácticas ancestrales. Al final de esta larga vía se encuentra, sin embargo, una óptima cosecha; en primer lugar, *financiera*: se descubrirán, por diferencia, innumerables gastos que no corresponden a ninguna misión realmente ejercida. Se tratará más a menudo de supervivencias de antiguas misiones. Después de haber verificado que no se trata de una función permanente y necesaria, perteneciente al orden «vegetativo»,

¹ Es en particular el objetivo del Planning, Programming, Budgeting System, que se ha generalizado en las agencias federales en los Estados Unidos de América.

¹ Este presupuesto incluye, en ciertos casos, el total o una parte del de la enseñanza superior.

estos gastos serán suprimidos del presupuesto. La cosecha también será funcional: los cuadros y los estados mayores de los diversos ministerios, etcétera, establecen presupuestos horizontales integrados y aprenden a hacer juntos un plan de acción cifrado para una misión gubernamental, en el cual tendrán que desempeñar papeles diferentes. El procedimiento presupuestario es, pues, educativo: unificar a la administración enseñando a cada uno a servirse, para los fines de su propia función, de los talentos y equipamientos que existen en otras partes del Estado, y creando procedimientos gracias a los cuales los diversos servicios pueden contar realmente unos con otros, dado que cada servicio tiene la posibilidad de hacer inscribir, en el presupuesto de otro servicio, las sumas necesarias para que éste cumpla ciertas tareas específicas a favor del primero o en complemento de su acción.

Primera etapa.—Sin embargo, la primera etapa en esta vía es difícil de franquear: hay que obtener de cada ministerio u organismo la creación en su propio presupuesto de un capítulo o de una sección «ciencia»¹. Más tarde es necesario el desglose de esta sección en el momento de la discusión en plano vertical entre el Ministerio de Hacienda (del plan o del presupuesto) y el ministerio en cuestión, para que simultáneamente la discusión horizontal de los créditos de todas las secciones en cuestión, reagrupadas temporalmente en un presupuesto de la ciencia¹, tenga lugar a nivel del jefe de Gobierno y con la intervención de los servicios de planificación científica.

El apartado «ciencia»¹, es decir, el importe global máximo de este presupuesto horizontal temporal, será previamente fijado por un comité ministerial, el cual deliberará después sobre el conjunto y sobre el detalle de estos créditos. Cuando éstos «emanen con fuerza de cosa decidida» a nivel del Gobierno, las secciones «ciencia»¹ recuperarán su puesto en los presupuestos de los ministerios.

En suma, se trata de introducir para un solo campo de la acción gubernamental, la política científica, los estadios previos de elaboración por misión y por función que debería encontrarse en la base de todo el procedimiento presupuestario del Estado, si éste se organizara enteramente a efectos de la acción de desarrollo.

Por supuesto, los gobiernos que han pasado ya a un sistema general de planificación presupuestaria prescindirán de esta etapa. Pero no se debe aconsejar a los demás gobiernos que esperen la reforma general del presupuesto para crear el presupuesto de la política científica.

CONSULTA Y CONCERTACIÓN

Definiciones

La consulta y la concertación constituyen procedimientos mediante los cuales el Gobierno busca la opinión o el acuerdo de personalidades y de fuerzas organizadas situadas fuera del aparato del Estado.

Se hablará de *consulta* cuando el Gobierno pida la opinión de personas exteriores sobre sus propios asuntos y sus propias decisiones. Tal opinión no compromete al Gobierno.

Al contrario, se hablará de *concertación* cuando las personas o las fuerzas exteriores consultadas tengan que tomar por su parte ciertas decisiones, y sea deseable que se pongan de acuerdo con el Gobierno para que sus decisiones y las de este último sean compatibles y complementarias, a fin de responder mejor a los objetivos nacionales. Así, deben

¹ O, según los casos, «ciencia y enseñanza superior».

estar de acuerdo, con las del Estado¹, las decisiones de política científica de las universidades—bien sean privadas o de estatuto público, pero autónomas—y las de las grandes empresas— que igualmente pueden ser privadas, públicas o autónomas—. Esas decisiones constituyen el objeto de la concertación. En caso de acuerdo todos los que han intervenido deben quedar vinculados, en principio, por la decisión común.

Evolución de la consulta

Por no tener en su seno las competencias suficientes, el Estado ha tenido que tomar siempre del exterior opiniones y consejos cuando debía tratar problemas científicos y técnicos. Simon Stévin, que estaba al servicio de Guillermo el Taciturno, fue un verdadero consejero científico de su soberano. Incluso se puede ver en el comité de científicos que daban opiniones a la Convención de 1792, una prefiguración de los Consejos científicos actuales cerca de los gobiernos.

Sin embargo, desde hace veinticinco años se han producido dos evoluciones importantes.

Por una parte, se ha institucionalizado la función de asesoramiento al Estado en materia científica y técnica. Por ello, los organismos especializados, encargados de repartir las subvenciones del Estado, han constituido comités científicos, compuestos por expertos independientes, y han pedido su opinión sobre el valor científico de los programas de investigación que les son propuestos en lo que se refiere a la promoción de la investigación. Igualmente, las administraciones civiles y militares que concluyen contratos para alcanzar los objetivos de que están encargados se han acostumbrado a consultar a Colegios de hombres de ciencia sobre las grandes orientaciones en las cuales deben desarrollarse las investigaciones y, a un nivel más próximo de la ejecución, sobre el objeto preciso de los programas, así como sobre el valor de los equipos o de las empresas. Incluso ocurre que establecimientos gubernamentales de investigación tengan consejos científicos permanentes, compuestos por especialistas parcialmente elegidos fuera del Estado.

Por otra parte, en ciertos casos, la función consultiva se ha empleado en cuanto a su objeto: numerosos países han instituido recientemente Consejos encargados de dar sus opiniones a las instancias supremas del Estado sobre la política general a seguir para y por la ciencia.

Hay que guardarse de confundir tales Consejos de política científica con los Consejos científicos de los que se acaba de hablar y que examinan la oportunidad de las decisiones particulares. Tampoco hay que confundirlos con los Consejos nacionales de investigación (*research councils*), que, en realidad, son los Consejos de Administración de organismos de promoción y por ello tienen responsabilidades de decisión e incluso de gestión de fondos.

La incompatibilidad de las responsabilidades de gestión con la función consultiva no se ha percibido siempre a primera vista. Ya hemos señalado que ciertos legisladores o ciertos gobiernos han sumado la formulación de opiniones de política científica a las demás atribuciones de los *research councils* encargados de distribuir fondos. Esta función anexa no podría ser cumplida con efectividad. En efecto, ¿cómo juzgar serenamente el uso que hacen las demás agencias de los recursos gubernamentales, así como su mejor reparto entre las diversas agencias, cuando uno mismo es titular y gestor de una parte de los fondos en cuestión?

¹ Para evitar toda confusión, la adhesión, libre o no, de personas o de servicios sometidos a una común disciplina es llamada coordinación (para coordinar es necesario poder ordenar). El acuerdo entre personas o servicios no sometidos a tal disciplina se denomina concertación.

Alcance y consecuencias de la consulta

El Estado debe resolver a diario infinidad de problemas que afectan a su exclusiva responsabilidad. Si estima que una contribución científica le es indispensable para resolver mejor algunos de estos problemas, es normal que «consulte» a aquellos que puedan ayudarle. Pero, en estos casos, no se «concierta» con ellos porque la decisión que debe ser tomada depende de él, sólo del Estado.

Cuando se trata únicamente de pedir una opinión, la regla consiste en que esta opinión no comprometa a la persona o a la autoridad que ha consultado¹. El interés de aquel que pide una opinión reside en que el consultor sea lo más competente e independiente posible. Si se solicita una opinión a un Consejo, los miembros de éste se reunirán a título personal y no en razón de sus funciones, ni en virtud de un mandato de alguna organización exterior al Gobierno.

Alcance y consecuencias de la concertación

El Estado ya no es el único comprometido cuando, por el contrario, se trata de definir una política nacional de progreso por la ciencia. En este caso hay que hacer converger un haz de acciones, lo que supone que los responsables de las diferentes entidades que deben actuar extraigan en común objetivos y modalidades de acción. La técnica de la concertación responde a esta necesidad. Se observará que esta técnica puede aplicarse igualmente a un nivel menos elevado que el del establecimiento de un programa general de política científica: es el caso en que el Gobierno desea, en un sector determinado, armonizar más en detalle sus esfuerzos con los de fuerzas organizadas y entidades no gubernamentales. En este caso se concertará igualmente con ellos, pero sobre objetivos y modos de acción a la vez menos generales y más precisos, es decir, en un plano más directamente operativo.

¿En qué medida los resultados de una concertación vinculan a las partes? Como se trata de una técnica nueva, los principios generales del derecho ayudan poco en esta materia. De hecho, lo que se plantea aquí es el problema del carácter imperativo o indicativo de los planes y de los programas.

Teóricamente, son posibles varias soluciones.

En un primer sistema se puede concebir que, habiéndose concertado las partes, cada una guarde la libertad de tomar en su campo las decisiones que le parezcan necesarias, útiles o simplemente posibles. En este caso la concertación habrá tenido para el total de las partes, incluido el Estado, un papel simplemente indicativo. Su utilidad habrá residido en una mejor información mutua, en un esfuerzo común de reflexión y una visión común de la conducta general a seguir. En la actualidad es el sistema más frecuentemente aplicado. Teniendo cada parte una tendencia natural a considerar ulteriormente que las realizaciones de los demás no fueron aquellas que se estipularon conjuntamente, la concertación será la fuente de muchas decepciones.

En un segundo sistema puede concebirse que los resultados de la concertación comprometen al Estado para las decisiones que afectan a su competencia, a la vez que se conserva un carácter indicativo para las demás partes. En la práctica esta concepción puede ser ilusoria e inaplicable, representando una especie de homenaje ofrecido al papel

¹ Ciertamente existen casos en que la opinión debe ser seguida obligatoriamente, pero son casos excepcionales, a propósito de los cuales el derecho administrativo ha elaborado una doctrina precisa, llamada de la «competencia vinculada».

motor del Estado. En efecto, el Estado dispone de la soberanía, que le permite deshacerse con toda legalidad de los compromisos unilaterales que hubiera tomado. Por otra parte, si en realidad los demás se abstienen de tomar las decisiones que les incumben, la acción del Estado corre el riesgo de caer en el vacío y producir resultados insignificantes.

En fin, en un tercer sistema puede concebirse que los resultados de la concertación comprometen al total de las partes, siendo cada uno de ellos responsable frente a los demás de lo que se compromete. Se trata en realidad de obligaciones de un tipo especial, como las que resultan de convenciones colectivas entre sindicatos de trabajadores y empleadores. Pueden tener una gran fuerza apremiante si la necesidad de una cooperación es sentida muy fuertemente, aunque no sean sancionadas por los tribunales.

En principio, este último sistema es el que permitiría realizar la política científica más eficaz. Sin embargo, choca con numerosas dificultades, entre las cuales la menor no es la de reunir en el órgano de concertación a personalidades que tengan realmente el poder de comprometer a los medios que representan y la autoridad necesaria para hacerles ejecutar estos compromisos.

Por esta razón, puede dudarse de que un acuerdo en la cumbre, referente al conjunto de una política, obtenga resultados de buenas a primeras. Pero acuerdos parciales más concretos podrían concluirse bajo la forma de «contratos de progreso» con las universidades y las empresas que recurren a la financiación pública. La negociación de esos contratos podría representar la ocasión de una discusión contradictoria de la estrategia a largo plazo de estas entidades autónomas. Es cierto que, luchando a favor de que la subvención sea automática y global (*block grants*), frecuentemente se han prevenido con antelación contra la obligación de la concertación. Su preferencia va entonces hacia la concertación platónica, en la cual los mismos medios encuentran una tribuna para criticar al Gobierno, sin tener en contrapartida el deber de dar una explicación sobre sus propios planes de futuro y sobre su propia gestión.

Modalidades de organización de la concertación

¿Debe hacerse la concertación en el seno de un solo órgano que reúna al Estado y al conjunto de las partes? ¿Deben estas últimas ser escogidas a título individual en razón de sus competencias y de su ascendiente personal, o resulta necesario utilizarlas en calidad de representantes responsables de los medios de los que están llamados a ser portavoces?

Actualmente son practicadas diversas soluciones.

En los Estados Unidos de América, tradicionalmente unidos al principio del *check and balance*, el presidente recurre a un gran número de organismos, entre los cuales algunos están compuestos de hombres de ciencia, otros de representantes de los medios de negocios y otros, por último, de miembros de las administraciones y de las agencias. Por otra parte, estos órganos funcionan frecuentemente, ya en el plano de la simple consulta, ya en el plano de la concertación.

Existe en Francia un Comité de científicos compuesto de personalidades designadas «en razón de sus competencias en materia de investigación científica y técnica y en materia económica». Estas personalidades se reúnen a título personal y no como representantes de tal o cual organismo. En cuanto a la concertación sobre proyectos concretos con los responsables de estos proyectos, se lleva a cabo esencialmente dentro de las comisiones del plan y de mesas redondas de la Delegación General

de la Investigación, formadas por representantes de todos los medios interesados.

En Bélgica, el Consejo Nacional de Política Científica, creado en 1959, reúne a personalidades representativas de los medios científicos, económicos y sociales. El precepto orgánico disponía que «los miembros del Consejo se reúnan a título individual y no como mandatarios o delegados de las instituciones u organizaciones a las cuales pertenecen». Esta frase ha sido suprimida en 1966, lo que demuestra una evolución desde la consulta hacia la concertación. Al principio se buscaba una opinión de expertos tan independiente como fuera posible. Hoy se piensa más en establecer al menos algunas líneas de un acuerdo que vincule a las partes, y se desea entonces como interlocutor a un delegado plenamente representativo.

En el Reino Unido, el texto que ha creado el nuevo Consejo consultivo de la política científica permanece mudo ante la cuestión de la representatividad. Ocurre lo mismo respecto al Consejo de política científica creado en los Países Bajos, pero resulta, de los trabajos que han precedido a esta creación, que los miembros del Consejo se reúnen «a título personal y no como representantes de una institución cualquiera».

Pertenece a cada Estado escoger la fórmula que mejor le convenga en función de las ventajas que busca y de los inconvenientes que quiere evitar, así como en función de sus costumbres y tradiciones políticas. La única consideración que se puede añadir es que cuanto más desee un Estado aproximarse a una concertación que vincule a las partes, tanto mayor será la importancia que deba dar al carácter representativo de las personalidades a las que recurre, y en mayor número deben establecerse convenciones colectivas o particulares, con partes asociadas menos numerosas, pero más comprometidas. Así el plan científico nacional aparecerá más como una convención-cuadro que incluye a todos los demás contratos de progreso, y su elaboración se referirá y comprometerá entonces más a todos los que han intervenido.

El secretariado de la concertación

Mientras se trataba únicamente de consulta, los Consejos han dispuesto frecuentemente de secretariados independientes para estudiar los *dossiers* y preparar las opiniones. A medida que se evoluciona hacia la concertación, esta función se identifica más con la planificación propiamente dicha.

Por esta razón, cuando un país evoluciona de la política para la ciencia hacia la política del desarrollo por la ciencia, normalmente se ve al secretariado del Consejo consultivo evolucionar hacia la función de planificación a medida que el Consejo mismo evoluciona hacia la concertación¹. La etapa siguiente consiste en una aproximación o una coordinación del servicio de planificación científica con el servicio de planificación general. Sin embargo, tal aproximación no conduce a la fusión porque la planificación científica se concibe a plazo más largo que el plan general. El servicio de planificación científica, coordinado con el servicio de planificación general, se ve conducido entonces a asumir la función de reflexión a largo plazo sobre el futuro de la nación.

¹ La evolución que ha tenido lugar en este sentido, particularmente en los Estados Unidos de América, en Francia, en Bélgica, en el Canadá, demuestra bien esta necesidad.

SEGUNDA FUNCION:

LA COORDINACION INTERMINISTERIAL

LA FUNCIÓN MINISTERIAL

Hemos citado más arriba la coordinación interministerial encaminada al logro de una coherencia interna entre todas las partes de la máquina gubernamental. En realidad, aunque su principal objeto sea presupuestario, esta coordinación se extiende a todos los aspectos de la acción que exigen que diversos servicios concuerden sus métodos o ajusten sus objetivos para realizar esta coherencia. En materia de política científica, la coordinación interministerial ha permanecido por mucho tiempo en estado embrionario.

Durante todo el tiempo en que la investigación se ha situado principalmente en las universidades, el ministro de Educación ha sido al mismo tiempo ministro de la Ciencia en la medida en que dependían de él las instituciones científicas del Estado existentes. En numerosos países esta situación histórica ha dado al ministro de Educación cierta precedencia en materia científica, incluso cuando otros ministros fueron a su vez investidos de responsabilidades científicas más o menos amplias, ligadas al ejercicio de las misiones operativas de su departamento.

Pero durante los últimos diez o veinte años se ha visto aparecer, en ciertos países, una función ministerial distinta para la ciencia. El ejercicio de esta función ministerial ha revestido diversas formas.

El ministro de la Ciencia (o de la investigación científica) puede ser simplemente el «portavoz» de la ciencia en el seno del Gabinete. En este caso prácticamente no ejerce ninguna responsabilidad de gestión y no dispone de ningún presupuesto importante. Desempeña un papel de influencia personal y de persuasión, a efectos de hacer prevalecer los intereses generales de la ciencia ante sus colegas, quienes conservan sus respectivas prerrogativas en cuanto a las actividades científicas. Este fue de 1959 a 1964¹ el papel del ministro británico. Se trataba de un ministro *para la ciencia*, *Minister for Science*.

En el segundo caso, el ministro de la Ciencia (o de la investigación científica) puede reunir bajo su autoridad los principales establecimientos de investigación del Gobierno. Asume entonces responsabilidades directas en la gestión de actividades científicas. Sería plenamente un ministro *de la ciencia* y todas las instituciones científicas dependerían de él. Pero de hecho se le escapan uno u otro de los sectores importantes, como la universidad, la tecnología o la investigación militar. Esta es la situación que prevalece en la República Federal de Alemania². Es igualmente la del ministro de Educación y Ciencia en el Reino Unido.

En un cierto número de países las responsabilidades de gestión han permanecido en los ministerios tradicionales, pero en el seno del Gobierno se ha creado una función de ministro-coordinador de la política científica. Dado que sólo puede coordinar aquel que también puede ordenar, es lógico que esta función sea asumida por el jefe del Gobierno

¹ Fue suprimida en abril de 1964 la función de ministro de la Ciencia. Dos ministros se dividen desde entonces las responsabilidades "operativas" en materia científica: el secretario de Estado (ministro), de Educación y Ciencia para la investigación fundamental y el ministro de Tecnología para la investigación con finalidad industrial.

² El ministro federal de la Investigación asegura, sin embargo, una coordinación entre las actividades científicas que incumben a los Estados y a la Federación.

o por un ministro delegado de éste. Este es el caso en Bélgica¹ y en Suecia, donde el primer ministro coordina, él mismo, la política científica. En Francia existe desde 1969 un ministro de Desarrollo Industrial y Científico (encargado igualmente de las cuestiones atómicas, espaciales y de la informática), quien asegura la presidencia del Comité interministerial de la investigación científica y técnica por delegación del primer ministro.

Aunque no se trate de un ministro en el sentido propio, el consejero científico del presidente de los Estados Unidos de América, miembro de la oficina ejecutiva del presidente, puede asimilarse a un ministro coordinador.

La fórmula del «ministro de la Ciencia» consiste en reagrupar, hasta donde es posible, las atribuciones de gestión de los establecimientos científicos del Estado y de los contratos de investigación, y en separar por ello a los departamentos ministeriales especializados de su estado-mayor científico y de su instrumento de investigación.

Se crea de esta forma una política agrícola separada de la investigación agronómica, una estrategia militar separada de la investigación de armamento, una política industrial separada de la investigación tecnológica, etc.

La fórmula de coordinación a nivel del jefe del Gobierno mantiene los instrumentos y los estados-mayores cerca de los servicios operativos, pero organiza las decisiones estratégicas lo más cerca posible de la cumbre.

En 1959 han surgido controversias en los Estados Unidos de América a propósito del proyecto de creación de un departamento de la ciencia, el cual debía reagrupar las actividades científicas aseguradas hasta entonces por los diversos departamentos y agencias federales¹. En definitiva, el proyecto quedó en el papel, arguyendo unos que, para crear un departamento, habría que asignarle un objetivo importante que la ciencia no podría llenar², temiendo otros que el departamento de ciencia no fuera a ejercer de hecho un control sobre las actividades de otros departamentos, invocando algunos, en fin, los inconvenientes que hay en disociar, en los departamentos, las actividades de investigación de las demás actividades operativas a las que están unidas.

Los dos primeros argumentos son evidentemente contradictorios y el primero no convencerá en el caso de los Estados Unidos de América, donde el presupuesto científico ha llegado a constituir una opción central del Gobierno y de la nación y una pieza maestra en la estructura del poder. El argumento que podría, en todo caso, admitirse es el último: si la investigación es un instrumento de la acción, cada ministerio, cada servicio público debe conservar «su» investigación; la investigación mi-

¹ La política científica incumbe al primer ministro. Desde 1968 existe un ministro de la Programación y Política Científica, quien coordina, por delegación del primer ministro, todas las actividades y gastos científicos del Estado.

² Un primer proyecto en este sentido tiene fecha de 1880. Sobre los argumentos invocados a favor o en contra de un departamento de la ciencia, ver en particular: Hubert H. HUMPHREY, "The Need for a Department of Science", *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, enero 1960, páginas 27 a 35; Donalds W. Cox, *America's new policy makers: The scientists rise to power*, pp. 157 a 168, Washington.

² "Science and technology cannot be said to constitute a major purpose of government". Declaración de la Oficina del Presupuesto en *Hearings before the Subcommittee on Reorganization and International Organizations of the Committee on Government Operations*, U. S. Senate, 28 mayo 1959, 2.ª parte, página 181.

litar debe estar en la Defensa; la investigación agronómica, en Agricultura; la investigación de las carreteras, en Obras Públicas; la investigación pedagógica, en Educación, etc.

Por ello, no puede existir en un ministerio de Ciencia sino un residuo de atribuciones de gestión, lo que priva al titular de este departamento de la necesaria autoridad para coordinar el uso que de las suyas hacen sus colegas.

En efecto, se observa constantemente que un ministro que dirige instituciones, contratos y presupuestos operativos pierde, por este mismo hecho, su derecho de intervenir en los asuntos similares administrados por sus colegas. Ocurre lo mismo con el papel de árbitro que debe asumir el coordinador con ocasión de establecer el presupuesto de la ciencia: no puede ser árbitro en el reparto de asignaciones presupuestarias entre su propia caja y la de los demás ministros.

La aceptación de atribuciones de gestión ha llegado a ser fatal para muchos ministerios de la ciencia: han perdido su papel coordinador y se han encontrado confinados, por ello, en su dominio restringido por haber aceptado un pequeño reino constituido por algunas instituciones de investigación y por algunos fondos de estímulo.

Esto se debe sin duda a una evolución profunda de la estructura de los gobiernos que conduce a la distinción entre las funciones de estado-mayor (o de *staff*) y las funciones operativas, clásica en los ejércitos y en las empresas. Se ve aparecer bajo la forma de un nuevo escalón de ministros de alto rango político (frecuentemente viceprimeros ministros o antiguos primeros ministros), a quienes se encarga la coordinación interministerial. Estos ministros disponen de un equipo de planificadores y de *policy makers*. No administran ningún presupuesto operativo, lo que les permite intervenir eficazmente en los arbitrajes presupuestarios y en las discusiones sobre la gestión de los créditos.

Antes de llegar a esta fórmula los gobiernos hacen frecuentemente la experiencia de un ministerio híbrido, a quien encargan a la vez funciones operativas residuales y funciones de estado-mayor. Inevitablemente, las segundas se les escapan y la función de coordinación entonces se devanece, y con ella la política científica propiamente dicha.

Esta es la causa de que los ministros de la Ciencia (y/o de la tecnología) sean característicos de la fase llamada política para la ciencia, mientras que los coordinadores de la política científica lo son más bien de la fase política por la ciencia. La fase política de desarrollo por la ciencia podría conducir un día a confiar a un mismo viceprimer ministro la presidencia de los comités ministeriales de la política científica y de la política económica, así como los estados-mayores correspondientes (Oficina del Plan y Servicio de Planificación Científica); pero esto no podría realizarse sino después de que los países en cuestión hubieran superado previamente las fases precedentes.

LA ADMINISTRACIÓN DE LA CIENCIA

En el fondo, el problema de la existencia de una administración de la ciencia se plantea en los mismos términos que el de la existencia de un ministro de la Ciencia.

No es necesaria una administración de la ciencia si la función ministerial se limita a asegurar una representación de la ciencia en el seno del Gabinete. Es el caso de Italia hasta 1968, en la que, en efecto, existía un ministro, pero no un ministerio de la Ciencia.

De la misma forma, cuando existía en el Reino Unido un ministro para la Ciencia, éste debía ser «mantenido fuera de toda presión seria procedente de obligaciones administrativas» (Informe Haldane).

Por el contrario, si el ministro de la Ciencia tiene responsabilidades directas en la ejecución de las investigaciones, le es indispensable una administración de gestión. Sus funciones consisten en dirigir establecimientos, subvenciones, contratos; autorizar los gastos; nombrar al personal y asegurar su carrera; controlar la ejecución de las investigaciones; autorizar su reorientación cuando es necesaria; firmar contratos, conceder becas, subsidios, etc. Se trata de un número considerable de decisiones de tramitación diaria, de naturaleza operativa, y que a veces son denominadas «microdecisiones» por oposición a las «macrodecisiones», que afectan a la estrategia de conjunto, a las grandes masas o presupuestos generales y a los programas o planes.

Es necesario precisar que la gestión de los contratos constituye una tarea compleja y difícil, lo que exige un alto nivel de competencia en la ciencia o técnica objeto de los contratos o en los métodos de planificación y de organización mediante ordenador. El valor de una política gubernamental depende tanto de la calidad de sus microdecisiones como de la de su estrategia. No debe darse entonces ninguna connotación peyorativa a la expresión, que sólo trata de distinguir los planos en los que se sitúan dos funciones confundidas durante demasiado tiempo y ambas casi siempre mal cumplidas.

EL ÓRGANO DIRECTOR DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA

No debe confundirse la administración de la investigación con los equipos de planificadores y de *policy makers* instalados cerca de los ministros-coordinadores o del jefe de Gobierno.

Este órgano director es en Francia la Delegación General de la Investigación Científica y Técnica, situada bajo la autoridad de un delegado general que depende del ministro delegado para la Investigación y los Asuntos Atómicos y Espaciales. La Delegación ha nacido de la transformación en administración autónoma del Secretariado del antiguo Consejo Superior de la Investigación. No cuenta con más de un centenar de personas, de las cuales una treintena son funcionarios de formación universitaria. Estos últimos, cuidadosamente escogidos por su administración de origen, son enviados por un tiempo limitado cerca de la Delegación, lo que permite asegurar un relevo y mantener un alto nivel de eficacia.

En los Estados Unidos de América, el estado-mayor es la Office of Science and Technology, que forma parte de la Oficina ejecutiva del presidente y que comprende una quincena de especialistas en ciencia y en administración. La Oficina encuentra su origen, como en Francia, en el Secretariado del órgano consultivo (Advisory Council on Science and Technology), que fue erigido en administración autónoma y situado bajo la dirección del consejero científico del presidente.

Del mismo modo que la Delegación General en Francia, la Oficina tiene acceso a todas las informaciones de los departamentos y agencias. Por otra parte, el consejero científico, que es director de la Oficina, al mismo tiempo que preside el Consejo consultivo (Advisory Council on Science and Technology) y el Consejo federal (Federal Council on Science and Technology), tiene un acceso directo a las Comisiones del Congreso, ante las cuales puede defender la política gubernamental.

En Bélgica esta función incumbe a los Servicios de programación de la política científica, que dependen del primer ministro. El secretario general de estos servicios asume la Secretaría del Consejo consultivo (Consejo Nacional de la Política Científica) y preside la comisión de altos funcionarios (Comisión Interministerial de la Política Científica).

COORDINACIÓN Y NORMALIZACIÓN ADMINISTRATIVAS

Para que el potencial científico nacional, el aparato administrativo que lo dirige y el presupuesto que financia su crecimiento lleguen a ser un instrumento en las manos del Gobierno, es necesario adaptarlos previamente a tal misión.

En la mayor parte de los casos también es necesaria una fase previa de reforma administrativa. La amplitud de estas reformas es limitada, pero no debe minimizarse su dificultad y su alcance porque antes que hayan sido aceptadas las «macrodecisiones» serán a menudo letra muerta incluso cuando sean propuestas por el jefe del Gobierno y su Consejo de Ministros.

Se ha dado ya, en el capítulo de análisis presupuestario, un primer ejemplo de la necesaria normalización administrativa: conseguir que la nomenclatura de cada artículo presupuestario cubra no sólo los gastos exclusivamente científicos, sino también los gastos de una sola naturaleza, a fin de que fijando el total inscrito, bajo este título, en la ley presupuestaria, la autoridad puede regular efectivamente el volumen de la actividad en cuestión.

Otro ejemplo es el del estatuto orgánico de las instituciones científicas del Estado y de su personal científico, cualquiera que sea el ministerio del que dependan estas instituciones. Antes que se obtenga la normalización de estas disposiciones, toda medida de reorganización, transferencia de atribuciones y toda reafectación del potencial choca con dificultades insuperables. Asimismo, si los investigadores cuya actividad es financiada por contratos o subvenciones no gozan de un estatuto unificado y protegido, su inseguridad dará lugar a un malestar político o social que obligará a las autoridades de gestión a rechazar permanentemente los contratos y congelará por ello el presupuesto en la inmovilidad.

Asegurar a la vez la seguridad de las personas y su movilidad constituye, por tanto, una condición previa para hacer manejable el presupuesto científico.

Un tercer ejemplo es la práctica de ciertos gerentes de fondos de estímulo, los cuales examinan las demandas de los investigadores cada mes, a lo largo del año, y se privan así de la posibilidad de equilibrar el apoyo que dan a las diversas ramas de la ciencia y de la tecnología. ¡Por mirar los árboles de uno en uno, estos gerentes dejan de ver el bosque! No puede introducirse programación en su actividad más que reagrupando todas las decisiones de otorgamiento de préstamo o subvención en una o dos ocasiones por año. Para ello es necesario que los *dossiers* sean preparados con mucha mayor antelación y que todas las convenciones comiencen en las mismas fechas. Son pequeñas reformas, pero sin ellas el financiamiento gubernamental permanece inactivo y no disponible para la acción. Las resistencias son a veces obstinadas porque cada cual se apeg a los dispositivos intrincados que le inmunizan contra directivas gubernamentales precisas.

En la práctica, los gobiernos tendrán la prudencia de establecer pacientemente sus instrumentos de trabajo y su cuadro de dirección antes de lanzarse hacia un plan científico ambicioso. Se asegurarán que las administraciones encargadas de dirigir los contratos y los centros estatales estén en su lugar y sean de buena calidad, que respondan efectivamente a las directivas que les son dadas a nivel interministerial y que los flujos de dinero sean controlados efectivamente por el mecanismo de decisión presupuestaria. Tal trabajo supone varios años. Constituye, en lo mismo que el inventario del potencial científico y técnico, el fundamento de toda política científica.

TERCERA FUNCION:

EL IMPULSO DE LA INVESTIGACION Y SU FINANCIACION

Instrumento de la acción, el impulso emplea técnicas de financiación y control para la realización del programa científico nacional.

Entre los métodos utilizados por los gobiernos para estimular la investigación, algunos conciernen al marco general en el cual se desarrolla la investigación y son los *estimulantes generales*; otros consisten en intervenciones particulares a favor de un proyecto, de una institución, de un equipo o de un investigador individual y son los *estimulantes especiales*.

Los estimulantes generales comprenden las medidas que se refieren al derecho de patentes, a las intervenciones del Estado en favor de las formas cooperativas de investigación, a las medidas fiscales adecuadas a la investigación, a la organización de la información científica y técnica al servicio de los investigadores.

Los estimulantes especiales comprenden las subvenciones y contratos de investigación, los premios científicos y las becas de investigación.

ESTIMULANTES GENERALES

Protección legal de la invención

La concesión por el Estado de un monopolio temporal al inventor tiene por objeto crear entre él y sus competidores una desigualdad, de donde nace un beneficio suplementario llamado *beneficio de patente*. El titular de la patente o aquellos a quienes otorga licencia pueden vender, en efecto, el nuevo artículo más caro, dado que la ley aleja a los imitadores respecto a los precios a que deberían sujetarse en caso contrario. O si se trata de un nuevo procedimiento que permite producir con más beneficio un artículo producido ya por otros, los beneficiarios de esa patente o licencia tienen la libertad de elegir su táctica dentro de los siguientes límites: vender al precio de coste de los demás y realizar un importante beneficio unitario, o vender a su propio precio de coste y excluir del mercado a los demás. El monopolio legal temporal les permite elegir, dentro del margen de los precios posibles que es definido por estos dos límites, aquél que haga máximo su beneficio o su poder.

El monopolio es acordado por el Estado como contrapartida a la publicación de la invención y a su explotación efectiva, es decir, a un servicio realizado por el inventor a la colectividad. El derecho de patente constituye entonces una excepción a la regla general de la libre competencia. El estímulo es acordado a expensas del consumidor más bien que a las del tesoro público. En este sentido se asemeja a las tarifas aduaneras establecidas para estimular la industrialización.

Tal como es, en los países capitalistas o de economía mixta, el régimen legal ha permitido desde hace numerosos decenios la remuneración de los capitales invertidos por los particulares y las empresas privadas en la innovación tecnológica original. Es su mérito principal e indiscutible. Su evolución actual plantea, sin embargo, tres problemas.

El primero afecta a los abusos de poder económico a los cuales puede dar lugar; el segundo, a las lagunas, o más bien a los límites del sistema; el tercero, a las consecuencias internacionales de la intervención de los Estados en la financiación de las investigaciones de las empresas industriales.

Abuso de poder económico.—En su origen el monopolio fue otorgado para crear un beneficio. Nadie pensaba entonces que pudiera ser utilizado para dominar el mercado o para apoderarse del control de empresas competidoras.

Desde que la investigación tecnológica no consiste ya en la actividad esporádica y ocasional de individuos astutos o geniales, desde que ha llegado a ser la actividad permanente de los grandes laboratorios de empresas industriales que se han organizado para la innovación tecnológica, así como otros servicios de las mismas empresas se han organizado para producir o vender, la patente ha llegado a ser el arma preferida en las luchas de poder entre empresas.

El gigantismo de las empresas no ha alcanzado, por otra parte, en ninguno de los sectores tradicionales de la industria, las proporciones que se le conocen en las dos principales industrias basadas en la ciencia: la química y la electrotecnia. Las economías de escala en la producción, que ha permitido el sostenimiento de empresas de 5.000 a 20.000 personas en la siderurgia, evidentemente no explican una magnitud diez veces mayor de las empresas que están a la cabeza en las nuevas ramas. La cartera de patentes y el laboratorio de investigación representan a menudo el arma decisiva que elimina a los competidores, cuyo volumen de producción no es por cierto demasiado pequeño para ser económico. Se vacila en hablar de abuso de poder económico a propósito de un monopolio creado por la ley, aunque algunos piensan, sin embargo, que este monopolio debería ser utilizado para remunerar la inversión en investigación y no para construir imperios. Sus reflexiones les orientan hacia la generalización de la licencia obligatoria, que es aplicada en ciertos países a los poseedores de patentes extranjeras. La aplicación de este principio ha sido, sin embargo, hasta ahora limitada, probablemente porque desempeña tan fácilmente tanto en provecho de los más fuertes como en ventaja de los más débiles; en efecto, una empresa media podría verse privada de la ventaja que tiene al industrializar y comercializar el objeto de las patentes que adquiere: una empresa poderosa podría hacerse otorgar una licencia obligatoria y presentarse sobre el mercado antes que la empresa titular; los medios de producción y venta de las grandes empresas son tales que podrían fácilmente cortar la hierba bajo los pies a sus pequeños competidores con inventiva, incluso pagándoles una renta. Probablemente por ello el régimen de la protección de la invención no ha conocido revisión de sus principios, a pesar de la transformación casi total del contexto industrial al cual se aplica y a pesar del evidente malestar nacido del uso que se hace de él con fines de dominio.

Límites de la protección.—Por razones bastante evidentes la protección no es acordada más que a las aplicaciones particulares, no a los principios generales. Pero resulta además que los descubrimientos científicos propiamente dichos son difícilmente protegidos, al menos en el campo de la física. Lo son más en química porque el procedimiento mediante el cual se obtiene un nuevo componente constituye un dispositivo patentable y el número de las posibles vías es a menudo limitado. Con esta notable excepción, la patente protege más las inversiones de desarrollo experimental que a los gastos de investigación.

Otras inversiones de investigación-desarrollo son dejadas también sin protección eficaz: aquéllas de las cuales una empresa no podría fácilmente percibir el beneficio de patente. Las investigaciones agrícolas entran en este caso. Los desarrollos a largo plazo, como las «*filières*» de las centrales nucleares, constituyen un segundo ejemplo.

Se ve por estos ejemplos que el régimen de la patente está lejos de asegurar una remuneración a todos los gastos de investigación tecnológica necesaria para hacer progresar la economía.

El mundo industrial ha hecho frente a esta situación de dos maneras: invitando al Estado a tomar a su cargo los gastos en cuestión. En segundo lugar, organizando las empresas para valorizar rápidamente la ventaja industrial y comercial forzosamente efímera de los descubrimientos no patentables antes que la competencia haya tenido tiempo de reaccionar. El *beneficio de patente* se encuentra entonces reemplazado por un *beneficio de innovación* tecnológica sensiblemente más corto, pero que puede ser renovado constantemente gracias a una apropiada estrategia de empresa. El mismo comportamiento tiene lugar cuando la invención es patentable, pero corre el riesgo de perder su originalidad en virtud de avances realizados en otra parte.

En esta estrategia los beneficios o el poder ya no provienen en su mayor parte de las patentes que se explotan, sino de los obstáculos puestos en el camino de los competidores para infligirles plazos o retrasos; por ello, la patente de barrera ha llegado a ser tan importante, y a veces más, que la patente de invención propiamente dicha.

Evidentemente, se puede sentir un gran temor ante una práctica que ha desnaturalizado tan considerablemente la institución primitiva y los fundamentos morales y jurídicos sobre los cuales se basa. Sin embargo, el derecho de patente forma parte de un sistema económico de la competencia llamada «Schumpeteriana», que asegura, tal como es, una rápida cadencia de innovación. Esta consideración, muy pragmática, es capaz de desanimar intentos de profunda reforma, incluso de supresión del monopolio legal. Parece que debiera tener preferencia un intento de lucha más empírica contra los abusos de poder.

Consecuencias internacionales de la financiación pública de las investigaciones industriales.—En gran parte del mundo los intercambios internacionales se han mantenido sobre la base del libre juego de la competencia. Como se acaba de ver, el derecho de patentes constituye una derogación del mismo, cuya incidencia está ya multiplicada por el desigual reparto del potencial de investigación entre los países. Pero la financiación pública de las investigaciones industriales aporta una segunda derogación, más grande aún que la primera, dado que la neutralidad financiera de los gobiernos con respecto a los circuitos económicos competitivos constituye la regla de oro de una economía de mercado.

Cualesquiera que sean entonces las razones por las cuales los poderes públicos tomen a su cargo la investigación industrial—esta obra demuestra repetidas veces que las hay excelentes—, es indiscutible que por este hecho se ha llegado a crear un sesgo nuevo en las condiciones de la competencia. Los países cuyas empresas deben sufrir por ello tendrían teóricamente el derecho de protegerse con medidas proteccionistas en caso de no poder restablecer enteramente una igualdad de oportunidades con las mismas armas, es decir, mediante subvenciones científicas compensatorias pagadas a sus empresas.

Aparentemente, sería más razonable reclamar compensaciones a los gobiernos, cuya acción es la causa de esta nueva clase de competencia, y sería, sin duda, eficaz hacerlo en nombre de principios a los cuales estos mismos gobiernos, a menudo, conceden una gran importancia. La mejor compensación—y la que les sería más fácil acordar por convención internacional—consistiría, sin duda, en un amplio derecho de acceso a los resultados de las investigaciones financiadas por el Estado. Los países podrían asegurarse recíprocamente el beneficio de este derecho de acceso. Y dado que el balance de las ventajas que unos y otros sacarían de ello no estaría verdaderamente equilibrado, los países más avanzados encontrarían además una ocasión de ayudar muy eficazmente a todos los demás sin otorgarles, sin embargo, más de lo que exige la equidad.

La aplicación de este principio sería bastante cómoda: toda demanda de convalidación de una patente en un segundo país daría lugar a una averiguación sobre los contratos y subvenciones públicos de investigaciones, por los cuales la empresa peticionaria (o aquella de quien tiene sus derechos) se ha podido beneficiar, durante el tiempo anterior a la primera demanda de patente, en el país de origen. Si se pusiera de manifiesto que la patente viene a ser, en mayor o menor grado, el resultado de contratos o subvenciones públicos, el peticionario de la patente sería invitado a hacer una oferta pública de licencia en condiciones justas y razonables, oferta que entonces haría posible el registro de su patente en los países extranjeros.

Ayuda del Estado a las formas cooperativas de investigación

En varios países las empresas industriales—y particularmente aquellas que no disponían de los medios suficientes para realizar por sí mismas una investigación eficaz—se han unido para constituir organismos colectivos de investigación. Ante el interés que presentaban estas formas cooperativas para desarrollar en un sector el conjunto de la actividad de investigación, ciertos Estados han legislado para permitir que los poderes públicos extiendan esta fórmula, ya sea creando ellos mismos nuevos centros, o suscitando su creación por el otorgamiento de un estatuto particular de establecimiento de utilidad pública, al cual se agregan a veces privilegios fiscales¹.

La iniciativa pública trata de asegurarles así una cierta regularidad de financiamiento, a la vez que preserva el principio de una gestión comunitaria de tipo cooperativo. La importancia del papel del Estado en este campo varía bastante, sin embargo, de un país a otro. En algunos (como Francia) el Estado se ha limitado prácticamente a dar a estos centros un estatuto oficial. En otros, además de este patronazgo, ha instituido en su favor una importante ayuda financiera. A veces les ha permitido crear una «cotización obligatoria», verdadero impuesto sectorial.

Las experiencias británica, francesa y belga merecen un breve comentario.

En el Reino Unido, el Department of Scientific and Industrial Research (cuya misión en este campo ha sido recogida por el Ministerio de la Tecnología) ha procedido, desde antes de la guerra, a la creación de una amplia red de asociaciones de investigación.

En Francia una ley de 1948 permite al Estado crear centros técnicos industriales en toda rama de actividad en que el interés general lo exija. Se decide la creación después de haber recogido la opinión¹ de las organizaciones sindicales más representativas de los patronos, de los cuadros y de los obreros de esta rama de actividad.

Este otorgamiento es acordado por el Poder Ejecutivo, quien precisa los límites de la rama económica interesada.

El apoyo financiero del Estado a estos centros puede revestir diversas formas según los países.

¹ Ver a este propósito: F. N. WOODWARD, *Structure des associations de recherche industrielle, y Associations de recherche industrielle en France, Belgique et Allemagne*, OCDE, 1965.

¹ El proyecto inicial preveía el «acuerdo» de estas organizaciones, pero el poder de decisión del Estado ha sido reforzado sustituyéndolo por una simple opinión, a la cual, en principio, puede no conformarse.

En Francia el Estado ha impuesto el pago de una cotización obligatoria a todas las empresas del ramo. Estas cotizaciones, establecidas por decreto, son reconocidas como dependiendo jurídicamente de las leyes de hacienda y consideradas como tasas parafiscales. Estos recursos pueden ser completados por subvenciones y préstamos acordados por el Gobierno.

En Bélgica se aplica un régimen análogo: un decreto real fija la renta anual que debe ser pagada por todas las empresas del conjunto, proporcionalmente a su importancia. En estos dos países el Estado impone así por su autoridad la afiliación de todas las empresas de un sector a los centros de investigación en común².

Pero mientras que en Francia el apoyo financiero directo del Estado sigue siendo poco importante en relación con las contribuciones privadas, en Bélgica las subvenciones públicas acordadas a los centros de investigación en común representan cerca de la tercera parte de los recursos de estos centros.

En el Reino Unido, por el contrario, un sistema de parafiscalidad instaurado en 1945, es decir, en la misma época que en Bélgica y en Francia, no ha tenido éxito y ha debido ser reemplazado por el de la adhesión voluntaria.

El Gobierno británico acuerda a las asociaciones de investigación una subvención en bloque para cinco años y, según los casos, una subvención complementaria¹ para permitir a las asociaciones que extiendan sus actividades; pero el conjunto del sistema muestra una gran flexibilidad porque, al prever una disminución de los aportes públicos, permite que las industrias de la rama asuman progresivamente las cargas financieras de la asociación.

Sin embargo, importa ver cuál es el alcance real de la intervención pública en este campo. Se comprueba a estos efectos que la investigación de tipo comunitario es una investigación que trata sobre todo de mejorar técnicas y producciones existentes, y raramente de crear nuevos procesos de fabricación y nuevos productos. La razón de ello es simple: los programas de los centros de investigación en común tratan de adaptarse a las necesidades de un conjunto, a menudo amplio, de empresas. El tipo más corriente será, por ello, la investigación sobre las materias primas y los procedimientos de fabricación, porque interesa en el mismo grado a todas las empresas de un sector.

Como lo observa J. M. Collette, «la investigación cooperativa no es entonces una actividad de descubrimientos e invenciones capitales que

² F. N. Woodward señala, sin embargo, que "se ha criticado mucho el sistema de la cotización obligatoria, sobre todo porque con este sistema el entusiasmo de los miembros es variable y es menos dinámica la dirección de la asociación de investigación al disponer de una renta asegurada" (*Associations de recherche industrielle en France, Belgique et Allemagne, op. cit.*, p. 26).

¹ En su origen, las subvenciones se atribuían todas a objetivos generales de la asociación y no a trabajos precisos de investigación en los que pudiera estar interesado el Gobierno; el total de la subvención en bloque se calculaba generalmente según la suma que las mismas empresas asociadas estaban dispuestas a depositar en caja. Una reciente práctica, que va a ser continuada y quizá extendida, consiste en otorgar subvenciones aditivas "especializadas" a fin de estimular investigaciones precisas que parecen ser de interés nacional. Esta nueva técnica es particularmente interesante porque indica la evolución general de una actitud que podría llegar a ser más marcada aún en otros organismos como los Research Councils y que consiste, en vez de acordar subvenciones en respuesta a la demanda de los científicos, en tomar la iniciativa para favorecer, mediante ofertas de subvenciones, campos o proyectos especiales (*Políticas nacionales de la ciencia*: Reino Unido, Alemania, OCDE, 1966).

hacen avanzar espectacularmente una tecnología existente, o que transforman la estructura de un mercado con la salida de nuevos productos»¹.

Se trata esencialmente de un investigación de servicio. Este carácter explica las grandes diferencias que se encuentran en el lugar ocupado por esta investigación cooperativa en los diversos sectores.

Un informe de la OCDE² señala que «las actividades de los institutos de investigación en cooperación tienen una importancia menor en las industrias llamadas científicas, tales como las de productos químicos, construcción eléctrica y de los instrumentos de precisión. Revisten, por el contrario, una gran importancia en las industrias tradicionales, como los textiles, los productos alimenticios, el vidrio, el cemento y la cerámica, la madera y el papel (...), la siderurgia, el petróleo (...) y las construcciones navales».

La investigación en cooperación parece ser, por consiguiente, una etapa en el apoyo otorgado por el Estado a la investigación industrial. Es esencial durante la primera fase de la industrialización.

En los países que alcanzan o que están ya inmersos en la segunda fase de industrialización caracterizada por la innovación tecnológica, los gobiernos se esfuerzan cada vez más en financiar por la vía de los contratos investigaciones «competitivas», para las cuales el secreto representa una condición esencial del éxito. Pero esta nueva orientación de la acción pública necesita procedimientos mucho más complejos y requiere principios y conceptos mucho más importantes. Puede decirse que en este plano la mayoría de los gobiernos están haciendo todavía «sus primeras armas».

Los estimulantes fiscales de la investigación

Se está de acuerdo en pensar que las ventajas fiscales constituyen un medio importante de estimular la actividad de investigación.

Algunos manifiestan incluso una neta preferencia por esta fórmula que, a sus ojos, tiene el mérito de preservar la libre decisión de los interesados en relación con el procedimiento, por definición selectivo, del contrato que juzgan discriminatorio. Por el contrario, otros estiman que el contrato o la subvención aportan ventajas más directas y permiten responder a necesidades más definidas, a la vez que resulta más barato al tesoro que una desgravación de alcance general.

Este argumento se aplica en verdad a todas las actividades que un Gobierno puede desear, estimular o desarrollar: la desgravación crea una pérdida de sustancia fiscal sensiblemente superior, en general, al coste de una financiación directa del suplemento de actividad deseado. Pero la desgravación es, de todos los incentivos, el que menos subordina la tecnoestructura de las empresas a la burocracia del Gobierno.

Dicho esto, se comprueba que, hasta ahora, pocos países han puesto en práctica medidas fiscales a favor de la investigación que estén en neta contradicción con el régimen de derecho común. En esta materia la actitud de la administración no pasa de ser una interpretación «liberal» de las definiciones legales. El fisco no se libera fácilmente del temor de que las facilidades fiscales acordadas a la investigación no encubran en realidad la defiscalización de otras actividades. El estatuto fiscal de la investigación viene a ser, por tanto, un conjunto de reglas empíricas y no existe en ninguna parte un «código fiscal» de la investigación.

¹ J. M. COLLETTE, "La investigación-desarrollo en Gran Bretaña", *Cuadernos del Instituto de Ciencias económicas aplicadas*, serie T, núm. 2, p. 138, París.

² "Los gobiernos y la innovación técnica", *Conferencia ministerial sobre la ciencia*, pp. 48-49, París, OCDE, 1966.

La complejidad y la diversidad de las prácticas en este campo hace tanto más interesante la síntesis intentada por J. Van Hoorn en un informe elaborado para la OCDE en 1961¹. Aunque en esta materia la evolución es rápida, el cuadro de conjunto que ha establecido permite darse cuenta de los principales problemas que suscita la investigación en el plano fiscal. Nos hemos servido ampliamente de esta obra para dar a continuación una visión rápida de los problemas fiscales de la investigación.

Impuestos sobre los ingresos de los particulares y sobre los beneficios de las sociedades.—En lo que se refiere a los gastos corrientes referentes a la investigación industrial (sueldos y salarios, compras de productos necesarios a la investigación), se comprueba que son deducibles de los ingresos imposables en las condiciones habitualmente aplicables al cálculo de estos ingresos. Generalmente ocurre lo mismo para las sumas pagadas por las empresas en aplicación de contratos de investigación, con la condición de que estas investigaciones sean efectuadas en interés de las empresas y no constituyan derroche.

En lo que se refiere a los costes con carácter de gastos de capital, la regla general comprobada en las legislaciones nacionales es que no son deducibles a título del ejercicio durante el cual han sido expuestos, sino que las deducciones anuales son autorizadas para amortización; además, en ciertos países la cadencia de las amortizaciones puede ser acelerada.

Las tablas habituales de amortizaciones no tienen utilidad para la investigación: los equipamientos destinados a la investigación envejecen, por regla general, rápidamente, sobre todo cuando se trata de instalaciones-piloto o de prototipos de «dimensión real». El Reino Unido, el Canadá y el Japón han aplicado en este campo una fórmula particularmente favorable: los edificios, instalaciones y material destinados a la investigación pueden ser amortizados hasta superar el precio de coste efectivo. Este sistema de deducciones suplementarias constituye en realidad una subvención, es decir, de 130 por 100 en el Canadá, de 150 por 100 en el Reino Unido y de 195 por 100 en el Japón.

En lo que se refiere a las liberalidades concedidas a instituciones independientes de investigación (sin lazos con el donador), la mayoría de los países consideran que estas sumas pueden ser deducidas hasta un cierto tope del beneficio del ejercicio.

Un problema importante es el de los centros de investigación que trabajan bajo contrato: ¿debe ser considerado como un beneficio de explotación y gravado como tal el excedente de sus ingresos sobre los gastos?

Impuestos sobre la cifra de negocios y sobre el valor añadido.—J. Van Hoorn señala que, en ciertos países, los servicios no están sometidos al impuesto sobre la cifra de negocios, de modo que los servicios hechos por los laboratorios de investigación u otras instituciones análogas están libres de impuestos. Se considera generalmente como venta de servicios la cesión por su inventor o creador de planos, modelos, dibujos o cualquier derecho, etc. En los países en que los servicios no están libres del impuesto sobre la cifra de negocios, se considera a veces que los servicios hechos con ocasión de investigaciones realizadas por instituciones científicas tenían como finalidad el interés público, por lo que estas actividades son dispensadas del impuesto¹.

¹ J. VAN HOORN, *Régimen fiscal de la investigación y del desarrollo técnico*, París, OCDE, 1961.

¹ J. VAN HOORN, *op. cit.*, p. 27.

En cuanto a las entregas de productos y ventas de equipamientos a ciertos científicos para la investigación, están exoneradas de impuestos en ciertos países; en otros, no¹. Sin embargo, por razones de simplicidad, ciertos países tienen tendencia a aplicar la tasa de consumo a todas las ventas, incluso si el comprador es el Estado. Las excepciones que se hacen a favor de otros compradores privilegiados, en razón del carácter desinteresado de su actividad, desaparecen en esta ocasión.

Régimen aplicable a las aportaciones en sociedades de investigación. Ciertos países (por ejemplo, Francia) han previsto una amortización excepcional de las acciones o partes adquiridas en la suscripción de capital inicial o en los aumentos de capital de sociedades u organismos de investigación. Este régimen debe permitir igualar el tratamiento fiscal aplicable a las dos opciones que se presentan frecuentemente a las grandes empresas: construir y equipar un nuevo laboratorio intra-muros o transferir los fondos a una sociedad de investigación.

Gravamen a la importación de equipamientos destinados a la investigación.—En muchos países los instrumentos y equipamientos destinados a la investigación pueden ser importados exentos de gastos aduaneros. Sin embargo, en la mayoría de estos países esta franquicia no es aplicable más que a las organizaciones sin fines comerciales.

Gravamen a los productos de la investigación: régimen aplicable a las cesiones de patentes y concesiones de licencias.—La cesión de derechos inmateriales se asimilará fácilmente a una prestación de servicios y será gravada como tal. La percepción de rentas será considerada, por otra parte, como una renta mobiliaria. Todas las condiciones de una gravación acumulativa se encuentran entonces reunidas en el jefe de «la empresa de investigación», es decir, la empresa que no amortiza los gastos de sus laboratorios con los beneficios obtenidos por una producción de mercancías, sino que, por el contrario, elige valorizar sus descubrimientos vendiendo patentes y licencias de *know how*. Este caso es de los más complejos y de los más inadecuadamente tratados por las legislaciones fiscales.

PRINCIPALES ESTÍMULOS ESPECIALES: SUBVENCIONES Y CONTRATOS

Distinción entre subvención a la investigación y contrato de investigación y desarrollo

La subvención es una ayuda acordada con un objetivo muy general y sin que el resultado científico obtenido por el beneficiario constituya —como en el caso del contrato de investigación, del cual hablaremos más adelante— una verdadera contrapartida de las sumas acordadas. Tiene el carácter de una donación para la realización de proyectos de investigación o para la adquisición de equipamientos de investigación.

La subvención deja al beneficiario una gran libertad. Lo más frecuente es que sus únicas obligaciones consistan en ofrecer un informe de las actividades realizadas y ciertas justificaciones contables en el transcurso o final de la investigación. La subvención representa de hecho un compromiso unilateral por parte del organismo de financiación, dentro del marco de condiciones fijadas previamente antes del proceso de concesión. Constituye el modo habitual de apoyo a la investigación fundamental y, en particular, a la investigación universitaria. Se utiliza igualmente en favor de la investigación en cooperación con fines indus-

triales. Puede ser acordada ya sea a un individuo o a un equipo para la realización de un proyecto particular. También puede ser acordada a un servicio, incluso a una institución, para el conjunto de sus programas de investigación. En este último caso se trata de una subvención global (*block grant*). Puede extenderse a uno o varios años y cubrir la totalidad del gasto, o sólo una parte.

Desde la última guerra, sobre todo, se ha desarrollado en numerosos países una importante red de contratos de investigación concluidos por el Estado central con instituciones o empresas privadas e incluso, como más tarde veremos, con organismos públicos. En los Estados Unidos de América este sistema es la base de la política científica del Gobierno, siendo así que la gestión de los contratos que se confían a organismos exteriores constituye lo esencial de la actividad de las agencias federales en materia de investigación. Los contratos federales de investigación han supuesto, en 1966, un gasto de cinco mil quinientos millones de dólares.

En una primera fase los Gobiernos han recurrido a este procedimiento a título de comprador para responder a necesidades específicas de las administraciones que afectan generalmente a materiales de tipo avanzado: armas, aviones, cohetes, ordenadores, etc. Desde hace poco los gobiernos tratan, a título de promotor, de establecer contratos de investigación que ya no hacen referencia a las necesidades propias de ciertas administraciones, pero cuya finalidad consiste en estimular la actividad de investigación nacional en función de objetivos nacionales¹. En el primer caso se trata de contratos de investigación relacionados con los mercados públicos de aprovisionamiento y trabajo; en el segundo caso se trata de contratos de promoción del progreso que tienen una finalidad similar a la de las subvenciones.

Incluso si las fronteras entre la subvención y el contrato son a veces, en la realidad, imprecisas, existe, sin embargo, una diferencia de naturaleza entre estos dos tipos de financiación.

En el caso de la subvención la iniciativa pertenece a aquellos que ejecutan la investigación. En principio, con tal de que se comprometa a adaptarse a las condiciones generales previas, cualquiera puede solicitar una subvención si se considera capaz de emprender el proyecto que propone.

En el caso del contrato de investigación la iniciativa parte, por derecho, del mandante, es decir, del Estado, incluso si solicita las proposiciones de los interesados. Por su naturaleza misma, la investigación emprendida por contrato es entonces una investigación dirigida. El ejecutante ofrece en contrapartida resultados, conclusiones, conocimientos, incluso derechos de propiedad intelectual o industrial que han sido propuestos como tales y aceptados por el mandante al hacer el contrato. Aunque en la realidad sean a veces imprecisas las fronteras entre la subvención y el contrato, existe una diferencia de naturaleza entre estos dos tipos de actos de financiación.

¹ Ver en *Aspectos jurídicos de la investigación científica* (Facultad de Derecho de Lieja y Martinus Nyhoff, La Haya, 1965). "Los contratos de estudio e investigación firmados por las administraciones públicas" (régimen francés descrito por P. Huvelin, pp. 149 a 165, y régimen de los Estados Unidos de América, descrito por G. Pevtchin, pp. 167 a 217).

Ver también "Las modalidades de ayuda del Estado a las empresas del sector competitivo en materia de investigación científica y técnica", en *Le progrès scientifique*, núm. 97, junio 1966. Delegación General de Investigación Científica y Técnica, París. Una bibliografía extensa sobre los contratos de investigación en los Estados Unidos de América, reunidos por G. Pevtchin, figura en las páginas 411 y 416 de la obra *Aspectos jurídicos de la investigación científica*.

La elección del contratante responde al deseo del mandante de ver ejecutarlo el trabajo lo mejor posible, en el mejor plazo y al mejor precio.

Clasificación de los contratos según su finalidad

Contratos de investigación relacionados con los mercados de abastecimiento o trabajo.—Se trata aquí de una práctica reciente por parte de los Estados, pero que ha tomado—bajo el efecto de las necesidades militares—una considerable importancia en ciertos países. Trata de permitir una financiación diferente de la fase intelectual y de la fase de fabricación de un pedido público. «Los contratos de estudios se aplican, en efecto, a los estudios previos susceptibles de conducir directamente a la realización de obras o de fabricación, cada vez que subsisten imprecisiones en cuanto a la realización de nuevas fabricaciones o trabajos de concepción original, y que la administración no sea capaz de hacer desaparecer por sí misma estas imprecisiones»¹. El desarrollo del sistema de los contratos de investigación tiene su origen en la imposibilidad por parte del Gobierno de ordenar que se hagan en sus propios servicios, laboratorios o arsenales todos los estudios e investigaciones necesarias.

El espectacular desarrollo de los contratos de investigación de los Estados Unidos de América parece ser debido al hecho de que el Estado federal no había establecido antes de la guerra una red de laboratorios gubernamentales, como ocurrió en Francia y en el Reino Unido, por lo que se ha visto obligado a entenderse con empresas y organizaciones independientes y a confiarles la responsabilidad de realizar los grandes programas de investigación indispensables para la política nacional.

Más tarde se comprobó el acierto: las apertura tecnológicas realizadas en las empresas industriales se han extendido rápidamente por todo el campo civil, de modo que la economía recibe un impulso más decisivo de los grandes programas nacionales que si éstos hubieran sido realizados en los arsenales del Estado.

Contratos de promoción de la investigación.—Puede manifestarse su necesidad tanto a nivel de la investigación fundamental como al de las investigaciones tecnológicas.

En el primer caso se trata de suscitar investigaciones en campos científicos nuevos, cuya exploración implica medios—en particular en equipamiento—que superen ampliamente las posibilidades normales de los equipos de investigación existentes.

En el segundo caso se trata de ayudar a las empresas que manifiestan el deseo de realizar un esfuerzo particular en el plano científico, pero que por falta de medios no pueden lograrlo solas, o, en otros casos, de estimular a la industria hacia temas de interés comercial todavía demasiado incierto, o de alcance demasiado grande para que las empresas se comprometan financieramente, pero que, en caso de éxito de las investigaciones, abrirán nuevas vías a la economía nacional. El objetivo ya no es el producto en sí, sino la fuerza económica y el vigor industrial que deben resultar de la apertura tecnológica.

Las iniciativas de este orden, tomadas por ciertos gobiernos, tratan generalmente de suplir las formas cooperativas de actividades científicas (asociaciones de investigación en común) en los más recientes sectores

¹ Ver *Le progrès scientifique*, núm. 97, junio 1966, París, Delegación General de Investigación Científica y Técnica, p. 8.

de la actividad industrial (tales como las máquinas-herramienta, los aparatos eléctricos y la electrónica), en los cuales el factor determinante en la competencia industrial es la novedad del producto (y, por consiguiente, el secreto que rodea su puesta a punto). La investigación competitiva, que se presta mal a la cooperación, puede ser efectuada bajo los auspicios de un contrato particular firmado entre los poderes públicos y la empresa.

Pero la puesta a punto de tal forma de contrato no deja de implicar grandes dificultades. No se trata ya, en efecto, de un convenio que tenga por objeto una prestación que responda a las necesidades experimentadas por una administración-cliente. Los contratos afectarán a investigaciones de vanguardia, en los cuales los riesgos de fracaso son mayores y más lejanas las perspectivas de explotación. Se trata entonces de contratos destinados a estimular actividades de investigación en direcciones nuevas. El Gobierno se adelanta a las futuras necesidades de la industria: debe poder detectar los campos en los cuales la intervención pública es indispensable para hacer su elección sobre los proyectos cuyos resultados contribuirán a alcanzar los objetivos económicos que se persiguen.

Se trata de competencias científicas y técnicas, por una parte, y, por otra, de competencias económicas, de las cuales puede disponer el Estado gracias a la ayuda de expertos que asisten a la administración.

Por otra parte, si se trata de contratos con la industria, importa fijar el total de la contribución financiera del Estado. Es bastante corriente la fórmula que consiste en que la empresa participe en el 50 por 100 de los gastos; sin embargo, esta regla no siempre satisface, ya que una participación por mitad constituye todavía una carga demasiado pesada para proyectos cuya rentabilidad es muy aleatoria o se sitúa a largo plazo. En ciertos países la financiación pública puede alcanzar una proporción mucho más elevada de los gastos de investigación. Cuando se trata de contratos de promoción de la investigación, no parece indicado que la participación del Estado cubra la totalidad de los gastos de investigación. En una economía de mercado conviene conservar los efectos estimulantes del riesgo.

Otro problema es el de la forma que debe tomar el reembolso al Estado, en el caso en que la investigación financiada esté justificada por la perspectiva de una explotación comercial a plazo más o menos largo. Se admite generalmente que, en caso de éxito, en razón del riesgo que ha corrido, el Estado obtenga una contrapartida. Esta puede revestir diversas formas: la adjudicación de las patentes a nombre del Estado; la obligación de la empresa contratante de ceder licencias a terceros nacionales (con o sin remuneración); el reembolso, con o sin prima, de las sumas aportadas por el Estado (por ejemplo, bajo una forma análoga a la renta, proporcional a las ventas, se paga por una licencia); la reserva al Estado de un derecho de licencia gratuita para sus propias necesidades; un interés para el Estado en los eventuales beneficios que resulten de la explotación de los resultados de la investigación.

En Francia existen dos categorías de contrato de promoción de la investigación. Los «contratos de investigación» son otorgados por el primer ministro y el Ministerio del Ejército. Los contratos del primer ministro son administrados por la Delegación General de Investigación Científica y Técnica, en el marco de un cierto número de temas de investigación de interés nacional fijados por el Plan («acciones concertadas»). Los contratos del Ministerio del Ejército son administrados por la División de Investigaciones y de Medios de Ensayo (DRME) en el marco de algunos «temas orientadores» que desempeñan el mismo papel que las acciones concertadas. Estos contratos de investigación pueden referirse tanto a la investigación fundamental como a la investigación aplicada, y se establecen tanto con empresas privadas como con organismos públicos de investigación.

En el Reino Unido, el Ministerio de la Tecnología confía contratos de desarrollo civil a empresas privadas, particularmente en los sectores sobre los cuales ejerce en cualquier forma una tutela: construcción mecánica y eléctrica, electrónica, telecomunicaciones.

Tanto en Francia como en el Reino Unido el sistema de los contratos de promoción es bastante reciente. Sigue siendo difícil evaluar su impacto real sobre el desarrollo de las investigaciones y prever en qué medida responderán sus resultados a las preocupaciones de sus promotores.

En los Estados Unidos de América la Administración ha realizado tentativas para instaurar una ayuda federal directa a la innovación tecnológica en sectores industriales que hasta ahora han permanecido fuera de la corriente de los contratos gubernamentales para la defensa y el espacio, y que sufren un relativo estancamiento técnico¹.

La existencia misma de estos proyectos constituye un nuevo aspecto de la política científica de los Estados Unidos de América. El papel motor desempeñado por los contratos gubernamentales en los progresos industriales ha sido reconocido empíricamente sobre la base de las «retombées» de los contratos militares, nucleares y espaciales. La Administración se ve obligada a pedir los poderes y los créditos necesarios para generalizar este tipo de impulso a todos los sectores de la vida nacional en los cuales se deja sentir la necesidad.

Implicaciones de los contratos de investigación

Siendo reciente la práctica de los contratos de investigación, podría parecer arriesgado querer analizar la influencia que puede ejercer sobre la economía por falta de un período de observación bastante largo.

El ejemplo americano constituye la principal referencia cuando se desea conocer las implicaciones que puede tener un recurso sistemático a este sistema, tanto sobre el funcionamiento propio y el papel que se reservan, respectivamente, las administraciones de gestión y los organismos participantes (universidad y empresas privadas), como sobre la naturaleza de las relaciones que se establecen entre estas administraciones y estos organismos. Por ello, tomaremos principalmente nuestros ejemplos de esta situación americana¹.

Las implicaciones que vamos a describir se deben, ante todo, a las particularidades del sistema político y económico de los Estados Unidos de América, y por ello constituyen una experiencia única; pero no se puede evitar pensar que, en muchos aspectos, la experiencia americana prefigura la situación a la que podría conducir, en otros países, una intervención más extensa y precisa de los poderes públicos en la promoción de la investigación.

Implicaciones para la autoridad pública.—Los poderes públicos delegan ampliamente sus responsabilidades en materia técnica y científica mediante contratos a instituciones independientes.

¹ *Science*, 24 septiembre 1965, p. 1485.

¹ Ver a este propósito en particular las obras siguientes: John K. GALBRAITH, "The New Industrial State", *Report of the Select Committee on Government Research of the House of Representatives*, 88th session, Washington, U. S. Government Printing, 1964; "Impact of Federal Research and Development Program", *Report of the select Committee...*, 2nd session, Washington, U. S. Government Printing, 1964; *Report to the President on Government Contracting for Research and Development*, Washington, Bureau of the Budget, 30 abril 1962.

Carl F. STOVER, "The Government contract system as a problem in public policy", *The industrie-Government Aerospace Relationship*, Stanford Research Institute, enero 1963.

La experiencia de diversos países indica que no es necesario que los funcionarios que participan en la gestión de los contratos de investigación tengan todos una formación científica, sino que deben ser capaces de comprender las implicaciones técnicas de estos contratos y que tengan, por otra parte, una experiencia administrativa apropiada. Como dice un informe oficial americano: «Debe existir en el seno de la Administración una suficiente competencia técnica para que el consejero técnico llegado del exterior no llegue a ser, *de facto*, quien tome las decisiones»¹.

La Administración americana parece disponer, a estos efectos, de una importante ventaja: el estatuto de los funcionarios, que es menos rígido que en otros países. Es frecuente en los Estados Unidos de América designar para altas funciones administrativas a personalidades procedentes del sector privado o de la universidad, lo que permite recurrir en particular a personas competentes en materia científica cuando éstas no están disponibles en el cuadro administrativo².

El sistema de los contratos implica, por otra parte, consecuencias jurídicas importantes en materia de reglamentación de los mercados públicos.

Siendo incierto el resultado de una investigación en sus comienzos, las prestaciones pedidas por la Administración no pueden ser definidas previamente con precisión, sobre todo en los campos de la investigación fundamental. Como dice L. Favoreu, «esto no representa un obstáculo a la posibilidad de un compromiso convencional, porque un contrato no da sólo lugar a *obligaciones de resultado*, sino que también puede crear simples *obligaciones de medios*, llamadas también *obligaciones de diligencia*, las cuales implican por parte del contratante un esfuerzo proporcionado a las circunstancias y a sus capacidades supuestas, y le obligan no a procurar un resultado determinado, sino a «hacer algo» o a «hacer de manera que»¹. Pero convenciones de este tipo no se presentaban hasta ahora en los mercados del Estado. El contrato de investigación se encuentra situado, de hecho, al margen de las categorías clásicas del contrato público.

Parece igualmente difícil asimilar la noción de contrato de investigación a la de «mercados». En efecto, la investigación que es objeto de un contrato exige una combinación de factores humanos y materiales que no se puede encontrar más que en un número reducido de empresas. La persona del contratante llega a ser entonces esencial, pasando a segundo plano la consideración del precio, al revés del procedimiento administrativo tradicional, en el que los términos de referencia están suficientemente normalizados para permitir a un gran número de empresas entrar en competencia².

Por estas razones las administraciones tienden actualmente en este campo a abandonar el procedimiento de adjudicación por el simple convenio de mutuo acuerdo. Es el caso de los Estados Unidos de América, donde el conjunto de los contratos de investigación firmados por el Gobierno escapan a la adjudicación¹. En Francia, una nueva reglamen-

¹ *Report to the President on Government contracting for research and Development*, op. cit., p. 20.

² Don K. PRICE, *Government and Science*, pp. 22 a 27, New York University Press, 1954.

¹ L. FAVOREU, «¿Un nuevo tipo de contrato administrativo? Los convenios de investigación de la DGRST y de la DRME», *La actualidad jurídica, Derecho administrativo*, 20 de septiembre de 1965, p. 448.

² Así, en el campo espacial, el problema consiste en obtener a cualquier precio una máxima «fiabilidad», es decir, la mayor seguridad posible de funcionamiento de las máquinas pedidas a la industria.

tación de los mercados del Estado tomada en 1962 y 1963 prevé una petición de ofertas, pero «en toda la medida de lo posible». En la República Federal Alemana ha sido previsto igualmente un procedimiento especial.

Varias organizaciones internacionales de investigación han intentado encontrar un medio equitativo de situar contratos de investigación-desarrollo sobre la base de peticiones de ofertas, clasificando las ofertas recibidas por escala de precios como es costumbre en las adjudicaciones públicas. Estas tentativas han resultado poco eficientes, ya que el precio pagado al contratante no tiene nada que ver, a fin de cuentas, con el precio originalmente declarado por él en su «oferta».

Por otra parte, puede ocurrir que la Administración firme el convenio con un organismo de estatuto público. Es lo que ocurre en Francia en el cuadro de las acciones concertadas, dirigidas por la Delegación General de la Investigación, que establece—esencialmente hasta ahora en el campo de la investigación fundamental—contratos con servicios universitarios e incluso instituciones gubernamentales de investigación. Es verdad que el aspecto jurídico de las relaciones entre entidades del sector público se plantea fuera de los convenios que afectan a las investigaciones.

La nueva práctica de los contratos de investigación plantea también problemas referentes a los derechos y a las obligaciones de las partes que afectan a la propiedad industrial para los casos en que una invención patentable provenga de la ejecución de los trabajos de investigación. El nudo del problema consiste en determinar quién poseerá los derechos sobre las invenciones y descubrimientos que resulten de los trabajos de investigación financiados por el Gobierno: ¿será el Estado o el contratante?, y en esta segunda hipótesis, ¿en qué condiciones?

Para unos, el contratante debe conservar el derecho de tomar una patente a su nombre con la obligación de proporcionar una licencia gratuita al Gobierno para la explotación de esta invención.

En apoyo de esta tesis encontramos esencialmente los siguientes argumentos primordiales: *a)* el Gobierno no necesita la patente porque no tiene título jurídico ni está en condiciones de utilizar él mismo los resultados de la investigación con fines comerciales; *b)* las investigaciones por cuenta de las administraciones no son, como tales, orientadas hacia aplicaciones comerciales, y, por este hecho, será necesario proceder a trabajos complementarios de desarrollo, largos y costosos, antes que la invención pueda enfrentar al mercado; en estas condiciones, si la empresa no está segura de que la invención será protegida de forma exclusiva, no tomará el riesgo de introducirse en esta fase de desarrollo; *c)* el hecho, para la empresa, de saber que retendrá el derecho de tomar la patente, constituye para ella un incentivo a presentar ofertas.

Por el contrario, otros estiman que: *a)* la investigación ha sido pagada con el dinero del contribuyente y que, por esta razón, la comunidad nacional tiene el derecho de disponer de todos los frutos de esta investigación, incluidas las invenciones patentables; lo contrario equivaldría a hacer pagar al contribuyente dos veces, cuando paga la investigación y cuando compra el producto; *b)* si el Gobierno retiene el derecho

¹ Esta reforma se ha iniciado en los Estados Unidos de América por una ley adoptada en 1941 que, para las necesidades de la guerra, libera a las administraciones de los procedimientos contractuales tradicionales. Esta decisión ha sido convertida en permanente después de la guerra.

a las patentes, puede difundir ampliamente los resultados de la investigación y, de este modo, hacer que se beneficien todas las empresas interesadas por el descubrimiento o por la invención; esto le permite compensar lo que el contrato puede tener de discriminatorio para ellas.

El Gobierno americano no ha fijado todavía una posición única en este campo. Una reglamentación de la Administración Kennedy, con la preocupación de poner orden en una situación que algunos han calificado de «tortuosa»¹, ha instaurado un sistema, sin duda más simple, pero todavía no unificado, de lo que se deriva que ciertas agencias federales apliquen los principios de la primera tesis y otras los de la segunda tesis. La revista *Chemical and Engineering News* resume de la siguiente forma esta reglamentación²: «En la mayoría de los casos el contratante tiene derecho a la patente sobre una invención que resulte de un contrato de investigación-desarrollo gubernamental, y el Estado—por otra parte—dispone de licencia gratuita para explotar la invención. En estos casos el contratante debe desarrollar la invención con el riesgo de perder sus derechos exclusivos. Si a los tres años de tomar la patente un contratante no ha hecho nada para conducir la invención hasta el estadio de la aplicación práctica o no ha concedido licencias a otras empresas en condiciones razonables, el Gobierno se reserva el derecho de obligar a otorgar licencias gratuitas a todos aquellos que lo deseen. El Estado conservará el derecho a las patentes en los casos siguientes: si el contrato se sitúa en un sector en el que el Gobierno ejecuta él mismo o financia la mayoría de los trabajos; si el contrato afecta a campos en directa relación con la salud pública o con el bienestar; si el contrato prescribe desarrollos comerciales requeridos con fines de interés público.»

En la República Federal Alemana, cuando se trata de contratos para el Ministerio de Defensa, la empresa contratante debe conceder licencia al Gobierno a título oneroso. Pero los contratos administrados por el Ministerio Federal de la Investigación obligan al contratante a conceder un derecho de licencia gratuita al Estado para todos los fines que estime útiles a sus necesidades y al progreso de las ciencias y de las técnicas, y a conceder a las empresas que lo deseen el derecho de utilizar las patentes a título oneroso.

En Francia los derechos de propiedad industrial quedan reservados en principio a las empresas contratantes, pero el Estado—por medio de un sistema flexible—puede reservarse todo o parte de estos derechos gracias a una cláusula formal inserta en el contrato.

Como se ve, los contratos de investigación-desarrollo implican una profunda transformación de las situaciones jurídicas en el campo de las convenciones administrativas. Pocos gobiernos han ofrecido, hasta ahora, el esfuerzo de clarificación e innovación que requiere con toda evidencia esta rama del derecho.

Implicaciones de los contratos para las instituciones beneficiarias.—La política de los contratos gubernamentales tiende a beneficiar a las industrias de ciertos sectores. Estos sectores son las diversas ramas de la transformación de los metales (principalmente la construcción aeronáutica, los aparatos eléctricos, la electrónica, la mecánica de precisión)

¹ Samuel W. BRYANT, "The Patent Mess", *Fortune*, septiembre 1962.

² 15 de agosto de 1966, p. 36.

y, menos frecuentemente, ciertas ramas de la química y de la metalurgia (productos de síntesis y de metales especiales). En estos sectores la financiación pública cubre en los Estados Unidos de América una gran parte y, en ciertos casos, la casi totalidad de los gastos de investigación. En efecto, son estos sectores los que más contribuyen a la producción de los equipamientos militares y a la construcción de los vehículos espaciales. Pero es también en estos sectores donde las medidas de promoción de la investigación parecen alcanzar la mayor utilidad a causa del lugar que ocupa la ciencia en su esfuerzo incesante de innovación tecnológica dentro del marco de su estrategia comercial. El Gobierno concentra ya en ellos el otorgamiento de contratos de promoción en Francia y en el Reino Unido. Se constata, por otra parte, en los Estados Unidos de América, y también en Francia y en el Reino Unido, que los contratos gubernamentales benefician a las grandes empresas.

Tanto en el campo militar como en el campo espacial las administraciones se encuentran más a menudo ante la necesidad de encargar sistemas técnicos, es decir, conjuntos integrados de desarrollos a ejecutar simultáneamente: un bombardero, por ejemplo, cuyo diseño no puede ser concebido independientemente del equipamiento de mando, de las armas y de las municiones; o un cohete portador de varios cuerpos, en el que se transporta toda una serie de instrumentos de precisión. Las administraciones experimentan entonces la necesidad de un contrato de conjunto con empresas capaces de integrar los múltiples elementos constitutivos. Estos contratantes principales se reservan ciertas partes del conjunto y firman, a su vez—en cuanto al resto—, subcontratos con empresas más pequeñas. En general, solamente los grandes grupos industriales pueden asumir las responsabilidades de un contratante principal.

El otorgamiento de un contrato de investigación presenta, por otra parte, un interés vital para una empresa, porque este contrato le permite adquirir un saber-hacer (*know-how*) y la pone entonces en una situación privilegiada para reivindicar un contrato de producción.

Destacaremos, en fin, una tercera consecuencia de la política gubernamental en los Estados Unidos de América; el hecho de que los contratos de investigación hayan beneficiado hasta ahora a las industrias situadas en ciertas partes del territorio (California, Sudeste y los alrededores de Boston y Filadelfia), ha acentuado los desequilibrios geográficos existentes en la estructura industrial del país.

En lo que se refiere a las universidades, nos referimos igualmente a la situación americana, dado que el Gobierno federal ha necesitado ampliamente los laboratorios universitarios para la realización de sus programas científicos, nucleares y espaciales.

Ocurre frecuentemente en los Estados Unidos de América que toda la actividad de un laboratorio universitario queda absorbida por la realización de un programa federal. Esta situación comporta evidentemente el riesgo de crear un desequilibrio en el seno de las actividades científicas de las universidades. En efecto, para los profesores y sus asistentes es fuerte la tentación de abandonar actividades más académicas para ejecutar un contrato federal, que generalmente se refiere a trabajos de desarrollo experimental, contrato más remunerador y que les asegura facilidades de investigación, de las cuales podrían difícilmente disponer en su marco normal. Esta situación ha sido a menudo criticada en los Estados Unidos de América, y varios informes oficiales han hecho ver la necesidad de reservar una suerte más equitativa a la investigación fundamental en los establecimientos de enseñanza superior. La acción de la National Science Foundation ha permitido, indiscutiblemente, el crecimiento de los recursos acordados a la investigación fundamental; pero los contratos técnicos se han extendido, por su parte, de tal modo que

la parte relativa que representa la investigación fundamental en los créditos federales a las universidades, no ha sido sensiblemente aumentada durante estos últimos años.

Por otra parte, en el sector universitario se advierte un fenómeno análogo al que se manifiesta en el sector industrial: la ayuda federal está concentrada en algunas grandes universidades situadas en ciertas regiones. El hecho de que poseen los mejores profesores contribuye a conducir hacia ellas los fondos gubernamentales, y, por un proceso de bola de nieve, la fama y los medios que les confiere el favor gubernamental atrae hacia ellas a los mejores investigadores.

Tanto en la industria como en la universidad, es indudable que los contratos públicos han ejercido una influencia aceleradora: las grandes empresas, los sectores avanzados, las regiones más desarrolladas, las universidades más importantes han experimentado un excepcional desarrollo. Esta aceleración ha reforzado aparentemente las desigualdades, pero hay que medir también el impulso global dado a la nación y los efectos indirectos que han recibido los sectores menos favorecidos.

Influencia de los contratos gubernamentales de investigación sobre la economía nacional

Hemos visto que en la actualidad los contratos gubernamentales de investigación tienen, en los Estados Unidos de América, finalidades extra-económicas: que son militares, atómicas y espaciales en su mayor parte, y sociales, culturales y humanitarias, en la restante.

Esta acumulación de recursos a favor de las investigaciones militares, atómicas y espaciales, y su concentración sobre ciertos sectores de la actividad industrial, ¿tiene, en definitiva, efectos benéficos en el plano económico y social?

Todo este esfuerzo desplegado a fin de asegurar el dominio en el armamento nuclear, y todo lo que significa para un país como los Estados Unidos de América poner en movimiento a 20.000 empresas y gastar únicamente en investigaciones espaciales seis mil millones de dólares por año para colocar un hombre en la Luna antes de 1970, ¿está justificado por el impulso dado a la economía y a la ciencia americana, y, de un modo más general, por el impulso de progreso dado a la nación?

La literatura americana es aún poco abundante en lo que respecta al problema planteado por la identificación de las «retombées» (*fall-out, spillover*), que es la expresión consagrada por la cual se designan los efectos indirectos de los grandes programas federales de investigación. Aunque hayan surgido controversias desde el lanzamiento de los grandes proyectos espaciales en 1958-1959, la puesta en discusión de los efectos económicos de la acción gubernamental no es sino muy reciente. Ciertos economistas se han impresionado por la amplitud de los gastos asignados a la conquista espacial y se han interesado por el rendimiento económico de estas investigaciones; los medios industriales y el Congreso han criticado la falta de flexibilidad y de coordinación en los diversos sistemas de patentes aplicados por las agencias federales.

Ciertos economistas y personalidades políticas europeas subrayan por su parte que la acción del Gobierno federal ha creado un sesgo de competición a beneficio de la industria americana: en otros términos, que el sistema de economía pública así creado en los Estados Unidos de América contribuiría a poner en una situación de vulnerabilidad a las economías competidoras y, en particular, a las economías europeas, ofreciendo a la industria americana recursos y ocasiones de las que carecen sus competidores.

Las informaciones reunidas en los Estados Unidos de América confirman la existencia de numerosas repercusiones económicas de las investigaciones militares y espaciales¹.

Los estudios americanos han introducido una distinción importante entre las «retombées» tangibles y las «retombées» invisibles.

Las «retombées» tangibles constituyen efectos directos de técnicas espaciales en el campo comercial. Se detectan muy cómodamente y sus consecuencias podrían ser fácilmente medibles. Se trata de la aparición de productos y de materiales procedentes de investigaciones financiadas por el Gobierno y utilizados seguidamente para las necesidades privadas o comerciales, ya sea tal como están o bien más frecuentemente mediante puestas a punto e investigaciones complementarias.

Las computadoras se sitúan a la cabeza de esta categoría¹, seguidas por una serie de instrumentos de precisión, componentes eléctricos miniaturizados, circuitos integrados, sistemas de control y nuevos materiales. Estos productos de la investigación del Estado entran en la composición de objetos utilizados a veces en la vida cotidiana, y más frecuentemente en la industria, la medicina o la ciencia en general.

Puede tratarse también de métodos de fabricación, de embalaje o de embarque, incluso de técnicas de organización² que se aplican sin modificación o mediante ajustes complementarios con fines civiles.

Las «retombées» invisibles se presentan esencialmente bajo la forma de transferencia de informaciones científicas y técnicas. Estas son explotada por las empresas. La transferencia se realiza frecuentemente en el seno mismo de la empresa: entre sus contratos gubernamentales y sus proyectos privados.

Las transferencias pueden ser esquematizadas como sigue:

Transferencia de saber-hacer.—Los investigadores de las universidades y de las empresas industriales sacan de ella una experiencia, un bagaje teórico y práctico que se puede trasponer a campos paralelos de la actividad de la institución. En los Estados Unidos de América los investigadores y los técnicos pasan fácilmente de un sector a otro, de una empresa a otra, de una universidad a otra. Se ha probado que el nuevo saber-hacer se difunde bastante rápidamente en todo el país gracias a esta movilidad de los hombres.

¹ En primer lugar, éstos son los resultados de dos encuestas de opinión efectuadas en los medios industriales americanos:

La *Harvard Business Review* (sep.-oct. 1963, pp. 14 a 32 y p. 173 a 190) ha interrogado, en 1963, a 13.000 personas que ejercían funciones de dirección en la industria. De las 3.515 personas que han respondido, el 71 por 100 esperaban aplicaciones de técnicas espaciales en sus empresas y el 25 por 100 han declarado que su empresa las aplicaban ya.

Otra encuesta de opinión ha sido realizada por la revista *Industrial Research* (Neil P. Ruzic, "The case for going to the Moon. Part VII: The case for Technological Transfer", *Industrial Research*, marzo 1965, pp. 67 a 87). Llegaba a la conclusión de que existen efectos directos e indirectos muy importantes. Ocurre lo mismo con la encuesta realizada por J. G. Welles en la Universidad de Denver (Colorado) (WELLES and WATERMAN, "Space Technology", *Harvard Business Review*, julio-agosto 1964).

Ver también: *Commercial Profits from Defense-Space Technology*, obra colectiva, W. R. PURCELL (ed.), Boston, The Schur Company, 1964.

² El papel de los programas militares parece haber sido más decisivo en su desarrollo que el de los programas espaciales.

² Por ejemplo, el método PERT (Program Evaluation and Review Technique) ha nacido de la extrema complejidad del programa Polaris de la Marina americana.

Descubrimientos científicos.—En los Estados Unidos de América las investigaciones patrocinadas por el Gobierno han abierto nuevos caminos en el campo del conocimiento teórico y de la investigación fundamental orientada y aplicada. En particular, éste es el caso de los semiconductores y de los circuitos integrados, las fuentes de energía (pilas de combustibles, baterías solares), la ciencia de las altas y bajas temperaturas, los metales especiales, los automaticismos, sin olvidar el inmenso campo de las aplicaciones nucleares¹.

Mejora de la calidad de los productos.—Las exigencias de los programas nucleares y espaciales son muy estrictas y se proponen mejorar continuamente el coeficiente de seguridad. La exigencia de la fiabilidad espacial de la limpieza nuclear ha creado en ciertas industrias una tradición de calidad y de precisión que beneficia directamente la producción para usos civiles. Los equipos que anteriormente no eran fabricados más que a petición especial pueden actualmente adquirirse sin demoras y en serie.

Reducción de costes.—El mantenimiento por el Gobierno de un material de investigación que puede servir también a investigaciones con finalidad comercial, permite a las empresas que se benefician de contratos lanzar productos cuya comercialización hubiera sido mucho más aleatoria, incluso imposible, si hubiera sido necesario incorporar los gastos de investigación en su totalidad. Las grandes sociedades, asegurada por un flujo permanente de contratos, tienen así de hecho una parte de sus gastos de investigaciones civiles a cargo del Estado, lo que les permite consagrar más fondos a su acción comercial.

La amplitud de los efectos invisibles es difícil de evaluar. Superaría la de los efectos directos, según dicen ciertos autores¹.

Consecuencias generales de las subvenciones y de los contratos de investigación

Una corriente regular de contratos y subvenciones—que tiene tendencia a institucionalizarse—conduce a crear gradualmente una dependencia de las empresas y de las universidades respecto a las administraciones públicas. Ocurre frecuentemente que el conjunto de las actividades científicas de los centros mantenidos en esta forma se organice poco a poco en función de los contratos o de las subvenciones. Este caso se presenta en particular cuando sus recursos financieros normales son insuficientes, hasta el punto de que la existencia misma de los centros y equipos de investigación depende de la continuación de la financiación por contrato.

Sin embargo, la naturaleza misma de este modo de financiación lleva consigo su propia finalidad. El Estado puede vacilar en asumir la res-

¹ Por el hecho de que Europa ha realizado un esfuerzo nuclear civil comparable al de los Estados Unidos de América, el efecto de los contratos gubernamentales es menos aparente en este campo que en otros en los que se manifiesta el efecto de contraste. Es necesario hacer el esfuerzo de imaginar lo que sería el nivel de competencia en este campo de no haber existido programas públicos en ninguna de las dos costas del Atlántico.

¹ Ver John G. WELLES y cols., *The Comercial Application of Missile/Space Technology*, Denver Research Institute, University of Denver, 1963.

J. S. PARKER, "Space Technology's Technology Potential for Industry" 4th National Conference on the Peaceful Uses of Space, Boston, mayo 1964.

Neil P. RUZIP, "The Case for Going to the Moon. Part. VII: The Case for Technological Transfer", *Industrial Research*, marzo 1965, pp. 67-68.

Edward B. ROBERTS, "The Dynamics of Research and Development", *Address to the National Security Industrial Association*, 3 noviembre 1965, pp. 11 a 19.

pensabilidad de su interrupción, incluso cuando ya no existe utilidad ni obligación que seguir por diversas razones sociales o políticas, pero de este modo se establecen poco a poco situaciones adquiridas en las cuales la no renovación de los contratos y de las subvenciones llega a ser más difícil. De hecho llega a ser una financiación institucional lo que al principio no era más que un apoyo excepcional.

Ciertos medios académicos¹ temen incluso que la financiación indirecta, que en los Estados Unidos de América alcanza el 25 por 100 del total de los recursos de las universidades, pudiera entorpecer o comprometer su autonomía científica.

Por otra parte, la financiación por contrato implica una inseguridad de empleo para los investigadores. Las empresas, y sobre todo los centros o las unidades de investigación universitarias, vacilan en comprometerse respecto a su personal más allá del término del contrato. Así ocurre que, después de varias prórrogas de contrato, se encuentran a menudo investigadores que van envejeciendo sin que su carrera esté asegurada. Sin embargo, es necesario que una proporción importante de investigadores terminen su vida profesional en otras actividades científicas, técnicas o administrativas. Las actividades de enseñanza, de peritaje, de dirección, de inspección, incluso cargos de responsabilidad en la producción, constituyen el lugar de aterrizaje normal de los investigadores que han pasado su madurez. Es indispensable que sean abiertas las mismas perspectivas a los investigadores reclutados para la ejecución de contratos o para proyectos subvencionados. Sin embargo, estas carreras les están muy frecuentemente vedadas por reglamentos internos que rigen al personal de la empresa, del centro o de la universidad. Deberían estarles, por el contrario, garantizadas.

Sin embargo, el balance científico, económico y social de las subvenciones y contratos continúa siendo favorable a pesar de las dificultades que suscitan.

OTROS ESTÍMULOS ESPECIALES: PREMIOS CIENTÍFICOS Y BECAS DE INVESTIGACIÓN

El *premio científico* es una forma antigua de apoyo de la actividad de investigación. Tiene el carácter de una recompensa para trabajos científicos terminados y, generalmente, consagra la carrera de un investigador que ha hecho sus pruebas.

Por el contrario, la *beca de investigación* es acordada al principio de una carrera científica y se destina a financiar la formación de jóvenes investigadores, esperando que puedan serles confiadas las responsabilidades de director de investigación o de profesor. Representa el complemento necesario de la *beca de doctorado*, con la cual se confunde a veces.

Es necesario asimilar a estas medidas de apoyo las subvenciones para los cursillos de formación en el extranjero, para la acogida de expertos extranjeros, para la organización de reuniones científicas y para la publicación de los trabajos de investigación.

ORGANISMOS DE FINANCIACIÓN Y DE CONTROL

En el ejercicio de la función de impulso y de financiación de las investigaciones, algunas instituciones desempeñan un papel de primer or-

¹ La ayuda a la investigación médica: Conferencia organizada por el Consejo de las Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas, Londres, 4-8 octubre 1954, p. 15, París, Masson y Cie., 1956.

den: son aquellas que están encargadas de repartir los contratos, las subvenciones y las becas de investigación.

Hemos visto en el capítulo 5 cuáles han sido las circunstancias históricas en las que han aparecido en ciertos países.

El estudio de las estructuras en los diferentes países hace aparecer una gran variedad de estas instituciones¹ en lo que se refiere a su estatuto, su finalidad, sus actividades y su gestión. Son designadas mediante diversas apelaciones: «Organizaciones centrales de investigación», «Organismos de estímulo a la investigación», Centros nacionales de investigación», «Consejos de investigación» (*research councils*).

Su estatuto puede ser público¹ o privado². En este último caso se trata frecuentemente de organismos a los cuales el Estado ha reconocido el carácter de utilidad pública, por ejemplo, fundaciones filantrópicas.

Su competencia puede ser o bien general, es decir, que se extiende a todos los campos de la ciencia (por ejemplo, NSF, en los Estados Unidos; CNRS, en Francia), o bien delimitada a uno solo (los Consejos de investigación en el Reino Unido, en Noruega y en Suecia), o limitada a una forma de investigación fundamental (CNRS, en Francia; ZWO, en los Países Bajos; FNRS, en Bélgica), o tecnológica (IRSIA, en Bélgica; Consejo de la investigación científica e industrial, en Noruega; Consejo de la investigación técnica, en Suecia).

En los países en los cuales prevalece la estructura de tipo sectorial, ésta aparece como la resultante de un juego de fuerzas ejercidos, o por la misma comunidad científica, o por los poderes públicos para las necesidades de su política, a favor de ciertos sectores científicos que se ven asegurar así un tratamiento particular. En toda una serie de países, el proceso de sectorialización ha alcanzado situaciones privilegiadas para las ciencias biológicas y médicas, las ciencias agronómicas y las ciencias nucleares. Por otra parte, cuanto más se restringe el círculo, más tiende el papel de los notables a ser preponderante. Así los «feudos» científicos, a los que se ven sometidos los jóvenes investigadores y las ciencias jóvenes, parecen menos influyentes en un fondo de competencia general que en los fondos sectoriales.

La función de financiación y de impulso general es a veces compartida con tareas de ejecución de las investigaciones, e incluso en ciertos casos con misiones de orden más general, por ejemplo, un servicio público. Tal conjunción de atribuciones presenta inconvenientes porque comporta el riesgo de que las intervenciones de estos organismos en la financiación de proyectos de investigación extra-muros se vean demasiado influidas por las necesidades y las visiones de los responsables respecto a su programa intra-muros. En este caso puede existir la tentación de

¹ Consultar a este propósito el *Directorio de organismos rectores de la política científica nacional*, publicado en inglés/francés por la Unesco: volumen I, Europa y América del Norte (París, 1966); volumen II, Asia y Oceanía (París, 1968); volumen III, América Latina (París, 1968); volumen IV, a aparecer en 1970. Del volumen III hay edición en español publicada por la Oficina de Ciencias de la Unesco para América Latina.

² Por ejemplo, el IRSIA, en Bélgica; el CNRS, el Centro Nacional de Estudios Espaciales, el DRME del Ministerio del Ejército y la Comisaría de la Energía Atómica, en Francia; el TNO y el ZWO, en los Países Bajos; los Consejos de Investigación y la autoridad de la energía atómica, en el Reino Unido; diversas agencias federales en los Estados Unidos de América: NASA, NSF, DOB, NIH, AEC, etc.

² Por ejemplo, la Deutsche Forschungsgemeinschaft, en Alemania; el FNRS, en Bélgica; la Fundación Real para la Investigación, en Grecia; el FNRS, en Suiza, etc.

considerar a las primeras como el complemento de las segundas. La neta separación de las funciones de financiación y de las funciones de ejecución tiene la ventaja de distinguir mejor los niveles de responsabilidad y garantiza, en definitiva, una mayor objetividad en la elección de los proyectos de investigación y en la de los ejecutores.

A través de la diversidad de las organizaciones nacionales dos rasgos comunes se destacan: la dependencia financiera de los organismos de impulso respecto al Estado y la amplia autonomía de gestión de la que frecuentemente gozan.

Se observa que incluso los organismos que han conservado un estatuto privado obtienen actualmente del Estado la mayor parte, si no la totalidad, de sus recursos. Este es el resultado de una evolución histórica: a medida que las necesidades de la ciencia han aumentado han llegado a ser insuficientes las aportaciones privadas a estos organismos y las rentas de su patrimonio. El Estado ha tomado el relevo de la financiación privada.

Esta evolución hace que la distinción entre estas instituciones según su estatuto sea de pura forma. En realidad, tanto si son públicas como privada, se presentan más frecuentemente como organismos, cuyo papel esencial consiste en repartir entre investigadores, equipos y establecimientos de investigación una parte determinada de las sumas que el Estado reserva a la financiación de la investigación.

Estas instituciones gozan generalmente de una amplia autonomía de decisión, tanto si su estatuto es público como privado, tanto si sus dirigentes son nombrados o no por el Gobierno, y tanto si éstos son administradores como si son científicos.

Ciertamente hemos de convenir que la autonomía de que disponen estos organismos en materia de asignación de los fondos públicos no encuentra siempre su contrapartida en un control adecuado por parte del Gobierno. Aquí se trata evidentemente no del control puramente contable que a menudo es efectuado muy correctamente, sino del control sobre la óptima utilización de los recursos que la comunidad nacional confía a estas instituciones. Ha sido necesario, por una parte, que los jóvenes investigadores y los promotores de las nuevas ciencias atraigan la atención sobre el conservadurismo de una gestión en la cual se han cristalizado frecuentemente las estructuras de poder; por otra parte, ha sido necesario que los gobiernos se inquietaran por la tendencia a la duración indefinida de las mismas subvenciones, así como por las condiciones de trabajo propuestas a los investigadores de los programas subvencionados, para que esta gestión sea sometida a la crítica. Es un problema delicado, en virtud de las situaciones adquiridas y del temor muy extendido, tanto en los medios científicos como en el seno mismo de los gobiernos, de ver cómo una intervención más a fondo de la autoridad pública puede degenerar en condicionamientos sobre el trabajo científico mismo.

Las estructuras de poder que han ido creándose a favor de la perennidad de los cargos de administradores y de expertos recuerdan en muchos aspectos la institución de los «patrones» o «patriarcas» de ciertas facultades. Los jóvenes talentos deben frecuentemente patelear, antes de darse a conocer, para ser admitidos después en el círculo de los elegidos... y dominar a su vez a los siguientes. La extensión muy rápida de la base de la pirámide de los investigadores da lugar evidentemente a graves tensiones en este sistema un tanto arcaico.

Sin embargo, parece iniciarse una evolución en muchos países, en el sentido de una nueva estructuración de las relaciones entre estos organismos y el Gobierno, basada en directrices generales más netas que se refieren a la asignación de los recursos y a un control más real de su ejecución, así como a una mayor movilidad en la composición de los

órganos de decisión, sin tocar, sin embargo, el principio mismo de su autonomía.

En efecto, la intervención directa de los ministros y de la burocracia del Estado en las microdecisiones que conciernen a personas y proyectos de investigación ha dado raramente buenos resultados. La tendencia apunta hacia el logro de un sistema de influencia más fluido, por una rotación más rápida de las personas, y exigir que se lleve a cabo una preparación científica de las decisiones sobre la base de criterios que reduzcan el margen de arbitrariedad y busquen el interés general. El Gobierno puede asignar, según encuadre éste, cuotas globales para los diversos campos de la ciencia y los diversos tipos de investigación precisando algunas orientaciones prioritarias. La gestión de las fundaciones, centros o Consejos nacionales de investigación, aun permaneciendo autónoma en cuanto a sus decisiones particulares, contribuiría mucho más de este modo a la realización del plan nacional.

Se estima también que, para evitar el peligro del monopolio y para liberar constantemente fondos para la financiación de nuevas iniciativas, estos organismos deberían limitarse a favorecer el lanzamiento de programas de investigación que, en virtud de su novedad o de los equipamientos costosos que requieren, no han conseguido ubicarse en la actividad normal de una universidad, de un centro de investigación o de una empresa. La responsabilidad de financiación y de gestión de un proyecto de investigación debería ser entonces transferida tan rápidamente como fuera posible a la institución en el seno de la cual se realiza el proyecto.

Estos organismos desempeñarían entonces en el desarrollo científico el papel que los bancos y las cajas de créditos desempeñan en el de la economía: permitir a las unidades más dinámicas o más imaginativas anticiparse en lo que respecta al crecimiento de sus recursos ordinarios para poner en marcha nuevas cosas.

El papel del planificador consiste en orientar las masas de dinero hacia los empleos más útiles para el desarrollo nacional. El de los organismos de crédito, como el de los organismos de estímulo, consiste en aplicar las directrices del plan a los casos particulares, no avanzando fondos más que a aquellos que merecen confianza. Se dejará entonces a los gestores de estos organismos la autonomía, sin la cual no existe responsabilidad. Pero es necesario que la ejerzan en condiciones de independencia y objetividad suficientes para que ningún joven talento se vea obligado a expatriarse a causa de la barrera elevada por un clan, un «patrón» o toda otra red tradicional de influencia que controlaría tenazmente el examen de los proyectos y la decisión de asignación de los fondos.

CUARTA FUNCION: LA EJECUCION DE LAS INVESTIGACIONES

Los objetivos han sido definidos, los proyectos de investigación han tomado forma y la financiación está dispuesta. Quedan por realizar los proyectos: equipar unidades de investigación, dotarlas de personal, organizar sus actividades.

No entra en el marco de esta obra tratar de la dirección y gestión de la investigación-desarrollo. Constituye una disciplina en plena expansión a la que se han consagrado ya numerosos tratados y artículos, escritos por directores de investigación que han acumulado una considerable experiencia durante una vida pasada al frente de laboratorios o servicios de dirección científica de las grandes empresas o de instituciones de investigación.

Por ello, nuestros comentarios se detendrán en el umbral de esta nueva disciplina, en el punto exacto en que cesa la responsabilidad de la autoridad pública y en el que empieza la del director de investigación. Este punto consiste en la elección de la unidad que quedará encargada de la ejecución de las investigaciones.

TRES SECTORES

Normalmente se distinguen tres sectores de ejecución de la investigación: el Estado, la universidad y la industria.

El primer sector comprende las instituciones científicas públicas de creación casi siempre simultánea a la de los servicios públicos científicos (tal como la meteorología, la geodesia, la hidrología, etc.), pero más recientemente los gobiernos han creado numerosos centros, cuya principal actividad es la investigación-desarrollo. Sin embargo, la función de servicio público permanece subyacente. También se clasificará en esta primera categoría a los establecimientos de utilidad pública cuando su financiación está asegurada, en lo esencial, por el Estado.

El segundo sector tiene por finalidad directa la formación de los hombres. Pero, desde el siglo XIX, la investigación desinteresada ha encontrado en la universidad el terreno propicio y esta actividad intelectual exploratoria se ha revelado indispensable para la calidad de la enseñanza superior. Por ello, se considera normal y necesario, en la mayoría de los países, que el personal de las universidades reparta su tiempo entre la enseñanza y la investigación.

Las empresas industriales tienen por finalidad directa la producción. En la ejecución de la investigación, su papel (que se va haciendo preponderante en el transcurso de la segunda fase de industrialización) proviene de la necesidad de crear los productos y procedimientos en los que se basará la producción futura. Normalmente, las asociaciones de investigación industrial se clasifican en este tercer sector, aunque su situación sea intermedia entre este sector y el primero, dado que su función es de interés general y su financiación, en muchos casos, tiene tendencia a estar a cargo del Estado.

Es necesario reservar un lugar aparte para las empresas de investigación (que se esfuerzan por obtener sus beneficios de los derechos industriales que resultan de sus investigaciones, más bien que de la producción a la cual dan lugar) y para los centros de investigación bajo contrato. Estas unidades constituirían un cuarto sector si la investigación llegara a ser una actividad rentable en sí misma y susceptible por ello de ser comercializada como tal. Ciertamente parece que estos centros, por útiles que sean, permanecen tributarios de un volumen importante y permanente de contratos públicos y que ningún Gobierno ha hecho de ellos un elemento esencial de su estructura nacional.

NECESIDADES PROPIAS DE INVESTIGACIÓN-DESARROLLO DE LOS TRES SECTORES

En términos generales, las instituciones de los tres sectores no tienen por finalidad directa o explícita el avance de los conocimientos o la creación de nuevos métodos y materiales (constituyendo excepciones la parte del sector «Estado», en que las funciones de servicio público son poco importantes, y los centros de investigación bajo contrato).

Las unidades de cada uno de los tres sectores tienen, sin embargo, necesidades propias de ejecución de la investigación, es decir, un volumen mínimo de actividades de esta naturaleza, sin el cual la unidad perdería sus cualidades profesionales en su función principal. Este nivel le es

necesario incluso si se basa, para lo esencial, en la transferencia de informaciones científicas o de tecnología de origen exterior.

Así, la empresa que no realiza investigación y debe comprar toda su tecnología—por ejemplo, bajo forma de licencias—corre el peligro de perder poco a poco su profundo conocimiento del oficio y de no ser ya capaz de escoger correctamente las licencias que compra. No le quedará entonces otra solución más que dejarse absorber. De la misma forma, una estación agronómica del Estado que no hiciera ya suficiente investigación, perdería sin duda su competencia en la función de asistencia técnica a los cultivadores, lo cual representa su finalidad principal. En fin, una unidad universitaria que no basara su enseñanza en la investigación podría deslizarse gradualmente hasta el nivel de la enseñanza profesional.

Existe, pues, en efecto, un nivel mínimo en la actividad de investigación-desarrollo en las unidades de cada uno de los tres sectores. Pero estas unidades pueden desarrollar también el volumen de su actividad de investigación muy por encima de este mínimo si tienen los recursos o si éstos les son dados: el volumen efectivo de investigación-desarrollo puede alcanzar un múltiplo del volumen mínimo.

Un primer deber del planificador consistirá entonces en asegurarse de que el nivel mínimo de actividad de investigación-desarrollo es alcanzando en todas partes, si es posible, por medio de la financiación ordinaria de la institución; es decir, mediante su puesto ordinario, si se trata de una unidad pública o que pertenece al sector de la enseñanza; su beneficio bruto, si se trata de una empresa; sus cotizaciones, si se trata de una asociación de investigación. Si no bastan los medios ordinarios o no pueden ser aumentados, pueden ser necesarios capitales de origen público.

ELECCIÓN DEL SECTOR POR EL PLANIFICADOR

Habiendo sido alcanzado el mínimo orgánico en las tres partes del aparato científico de producción nacional, queda por escoger el lugar de ejecución de toda la parte del programa nacional de investigación que no ha sido ya asignada.

Ciertos países, como los Estados Unidos de América, han confiado lo esencial de los trabajos de investigación-desarrollo a las empresas. Otros han confiado la mayor parte a centros públicos que han sido eventualmente creados *ad hoc*. Otros, en fin, han tenido confianza en las universidades hasta el límite de sus posibilidades.

Es dudoso que pueda existir una respuesta clara a la pregunta: «¿Cuál es el buen camino a seguir?»

La respuesta aproximada que quisiéramos proponer aquí, fundamentada en las observaciones realizadas en numerosos países, se refiere a la vocación de cada uno de los sectores.

La vocación de las empresas es la *producción*. Si el objetivo esencial consiste entonces en crear nuevos materiales, en producirlos económicamente para las necesidades públicas y después en valorizar al máximo todas sus «retombées» sobre el mercado comercial, tanto interior como mundial, la mejor elección podría ser la empresa, aunque se trate de investigación fundamental orientada. Parece, en efecto, que un gran número de resultados de investigaciones de los centros públicos o universitarios permanecen insuficientemente valorizados porque, en la unidad en cuestión, nadie tiene la función de reflexionar sobre el partido que se podría sacar del descubrimiento en otras direcciones distintas de las que sigue la unidad. Una empresa se preocupará por ello, y poco le importa para qué cliente o qué uso, porque su función es producir. La difusión de las computadoras en las aplicaciones de gestión ha sido así

mucho más rápida en los Estados Unidos de América que en la U. R. S. S., aunque en ambos casos se trata de una «retombée» de la investigación militar y espacial.

La vocación del sector público es la *continuidad del servicio*. No hay que confiar la investigación meteorológica a una empresa, porque el valor de esta investigación depende de una acumulación secular de datos y de medidas precisas, algunas de las cuales no tienen aparentemente finalidad inmediata. Una empresa no tiene por vocación sujetarse a esto. Tampoco hay que basarse en una universidad para esta tarea, porque ningún unidad de enseñanza querría organizarse para repetir eternamente las mismas observaciones de rutina durante decenios.

La vocación de la universidad consiste en conducir la *curiosidad intelectual* de sus investigadores hacia aquellos puntos singulares de la naturaleza o de la teoría que plantean problemas no resueltos. Debe guardar sus disponibilidades para no abandonar su puesto a la vanguardia de la ciencia sin el lastre de servidumbres ajenas a su enseñanza. No está motivada como la empresa para perseguir la apertura tecnológica hasta su aplicación rentable (sobre todo si las dificultades que quedan por vencer dependen de la técnica más ordinaria). No está motivada tampoco, como el servicio público, para soportar la carga de la ciencia de rutina con la preocupación de la constancia del método y de la continuidad de las series.

Fuera de la vocación se plantea el problema de la perturbación que se aporta a la función principal: demasiada investigación puede desorganizar la producción, la enseñanza o el servicio público, desviando la dirección de la unidad, de aquello que constituye su finalidad.

Se han visto desplomarse empresas al final de los contratos públicos de investigación-desarrollo: habían cesado de ser productoras y vendedoras eficaces. Se han visto servicios públicos científicos desorganizados por la abundancia de su presupuesto de investigación. Se ha visto a profesores de universidad descuidar su enseñanza para satisfacer las exigencias de la administración militar o espacial con la que tenían contratos.

Pero nos guardaríamos de exagerar la importancia de este argumento. Un gestor capaz puede adaptar más cómodamente su organización a una sobreabundancia que a una penuria de medios. Si una actividad accesoria llega a ser demasiado prepotente, resulta relativamente cómodo aislarla, creando una filial o una estructura administrativa distinta, con la cual la unidad principal mantendrá conexiones muy estrechas sin quedar saturada.

Parece entonces que la vocación propia de cada uno de los tres sectores pueda ser utilizada como hilo conductor para escoger el lugar de ejecución de la investigación.

8. La cooperación científica internacional

La política internacional en materia científica está todavía por crearse. No existe una autoridad competente capaz de imponer sus decisiones a todos los Estados cooperadores para la definición de una línea política común.

Pero las relaciones científicas internacionales han evolucionado de tal manera que los gobiernos nacionales se ven conducidos desde ahora a tomar en común decisiones relativas a una cooperación en ciertos campos de la ciencia y de la tecnología. En efecto, las relaciones científicas internacionales se han desarrollado considerablemente desde el siglo XIX, adoptando múltiples formas. A este movimiento se añade una creciente intervención de los gobiernos.

BREVE RESEÑA HISTORICA

«La ciencia, escribe A. King¹, menos aún que las otras formas del saber humano, no puede ser nacionalizada. Felizmente la constitución de los componentes químicos es la misma en todos los países, ninguna doctrina nacionalista ha podido cambiar hasta ahora las leyes de la gravedad, la desintegración radiactiva escapa a toda influencia política y el método científico puede aplicarse al estudio de todos los tipos de sistemas. Los que desgraciadamente hemos sido testigos de los excesos del nacionalismo sabemos que todo esfuerzo de adaptación de los hechos científicos a intenciones políticas acaba siempre por caer en el ridículo.»

La ciencia constituye entonces algo más que un patrimonio común de la humanidad. Es también, como hemos visto, un terreno privilegiado de relaciones en donde se realiza el acuerdo intersubjetivo entre los hombres.

Desde la antigüedad, y aún más desde el Renacimiento, la difusión de las ideas y de los métodos científicos ha franqueado siempre las fronteras, incluso, con frecuencia, a pesar de los conflictos entre naciones. Los científicos, por ideal y por necesidad, han tenido en todo momento «espíritu internacionalista».

La ciencia de un país se ha nutrido siempre de las aportaciones extranjeras, y si, a veces, los nacionalismos han levantado barreras entre

¹ A. KING, "La cooperación científica internacional: sus posibilidades y sus límites", *Impact*, volumen IV, núm. 4, 1953, p. 196.

los científicos, ello ha sucedido por breves períodos y por razones accidentales.

COOPERACIÓN ENTRE CIENTÍFICOS

La forma más antigua de relaciones científicas internacionales es una forma absolutamente espontánea y no organizada, constituida por relaciones personales o epistolares entre científicos deseosos de intercambiar sus publicaciones y de confrontar sus métodos y los resultados de sus investigaciones. En la época en que la investigación todavía no encontraba su lugar en el seno de las sociedades científicas y de las universidades, estos intercambios individuales contribuyeron a crear una amplia comunidad intelectual, lo que otorgaba frecuentemente una ayuda moral, si no material, al hombre de ciencia enfrentado con las limitaciones políticas o filosóficas de la sociedad en que vivía.

Esta forma de relaciones es todavía muy viva en nuestros días y encuentra sin duda su mayor eficacia con ocasión de los innumerables congresos, coloquios y conferencias que favorecen considerablemente el intercambio de ideas.

Cuando se crearon las sociedades científicas, las relaciones personales fueron completadas mediante relaciones más permanentes. A lo largo de los siglos XVIII y XIX las academias de ciencias, las sociedades y las asociaciones científicas establecieron entre ellas contactos que incluso han dado lugar a veces a ciertos programas concertados en dominios que se prestaban más particularmente a una cooperación internacional, como la astronomía, la meteorología, la geodesia.

Ha sido en la segunda mitad del siglo XIX cuando ha comenzado el proceso de institucionalización de la cooperación científica internacional. En 1914 se contaba ya una cincuentena de organizaciones científicas internacionales.

Según M. Daumas¹, la primera organización científica internacional ha sido la Asociación Geodésica de Europa central, fundada en 1861, en Berlín, para coordinar las operaciones geodésicas emprendidas en Alemania y en los países limítrofes. Después de algunos años de actividades la Asociación invitó a otro país a unirse a ella, y en 1896 se firmó una convención internacional para crear una Asociación Internacional de Geodesia, en la cual estaban representados veintitrés Estados.

A fines del siglo XIX surgieron las primeras uniones internacionales especializadas en ciencias particulares. Desde 1900 la Asociación Internacional de las Academias intentaba coordinar las actividades de estos organismos, pero chocó con las vicisitudes políticas de los años que precedieron a la primera guerra mundial.

La Asociación desapareció después de las hostilidades y fue reemplazada por el Consejo Internacional de Investigaciones. «El nuevo organismo tenía por objeto coordinar la actividad internacional en las diferentes ramas de la ciencia, provocar la creación de asociaciones o uniones internacionales, orientar la actividad científica en los campos en los que no existían organizaciones internacionales y entrar en relación con los gobiernos de los países adheridos para provocar el estudio de las cuestiones que dependen plenamente de su competencia»¹.

¹ Maurice DAUMAS, "Esbozo de una historia de la vida científica", *Historia de la Ciencia*, p. 170, París (Gallimard), 1957. Enciclopedia de la Pléiade.

¹ A. KING, *op. cit.*, p. 200.

El Consejo Internacional de Investigaciones fue reemplazado en 1931 por el Consejo Internacional de las Uniones Científicas (ICSU), el cual desempeñó un papel importante en la creación y el desarrollo de las uniones científicas internacionales entre las dos guerras mundiales. Después de la segunda guerra mundial el ICSU fue reconocido por la Unesco como el organismo internacional competente para representar a las uniones científicas y coordinar sus trabajos.

COOPERACIÓN DE LOS GOBIERNOS PARA LA CIENCIA

A fines del siglo XIX los gobiernos comenzaron a interesarse también por la cooperación científica. Consideraciones políticas todavía limitadas han intervenido al mismo tiempo que consideraciones puramente científicas. La creación en 1873 de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas, de acuerdo con una recomendación de una comisión internacional de científicos, constituyó la primera manifestación de esta nueva actitud de los responsables políticos.

Pero, como ha escrito J. J. Salomon², en aquella época el papel de los gobiernos en este campo «es todavía muy discreto, dado que se limita a facilitar, a nivel gubernamental, el establecimiento de lazos institucionales entre los científicos de los diferentes países. En suma, se contentan con prestar sus servicios y, si intervienen, lo hacen en la conclusión de las negociaciones, no durante las negociaciones mismas. Se concibe fácilmente por qué: en el siglo XIX la ciencia no compromete aún a ninguno de los principales intereses de los Estados y las organizaciones que son objeto de un acuerdo gubernamental cuentan con objetivos y presupuestos tan limitados que no plantean un importante problema político».

Un cierto número de organismos han sido creados así por un acuerdo intergubernamental en campos como la medicina, en donde la explotación de los descubrimientos requiere reglamentaciones oficiales comunes.

Después de la primera guerra mundial la óptica se modificó un poco. Durante las hostilidades los gobiernos habían tomado conciencia de las nuevas perspectivas abiertas por la ciencia. Esta empieza a ser considerada poco a poco como un instrumento, entre otros, de la política internacional. En el cuadro de la Sociedad de las Naciones se hacen algunas tentativas para establecer organizaciones científicas. Pero estas tentativas no han tenido éxito, en el sentido de que no han superado el estadio de la cooperación puramente cultural.

La actitud de los gobiernos no se ha precisado, a decir verdad, más que después de la segunda guerra mundial. Sus intervenciones se han desarrollado tan rápidamente que actualmente no existen ya acuerdos científicos importantes en los cuales los gobiernos no tengan al menos un derecho de información.

Según P. Auger¹ han intervenido tres factores: el reemplazo de la Sociedad de las Naciones por la Organización de las Naciones Unidas, que dispone de medios mucho más amplios; el fuerte interés de los dos grandes, U. R. S. S. y U. S. A., por el Consejo Internacional de las Uniones Científicas, y, por último, los esfuerzos orientados hacia la unificación europea.

De esta forma han nacido o se han agrupado, inmediatamente después de la guerra, en el cuadro de las Naciones Unidas, grandes instituciones científicas y técnicas especializadas con una vocación mundial (UNESCO,

² J. J. SALOMON, *Minerva*, Londres, otoño 1964.

¹ Pierre AUGER, "Scientific cooperation in Western Europe", *Minerva*, volumen I, núm. 4, verano 1963, p. 431.

FAO, OMS, OMM, AIEA, ONUDI, etc.) que ejercen actividades estrechamente ligadas con su misión general.

Otras organizaciones intergubernamentales con competencia regional, tales como la OTAN, Comecon, OCDE, OEA, OVA, han desarrollado actividades científicas en grados diversos dentro del cuadro de su misión general de orden militar, político o económico.

En el plano europeo se ha asistido a la creación de organizaciones cuya misión esencial, e incluso exclusiva, es la investigación: el CERN, en 1953 (bajo la égida de la Unesco); el Euratom, en 1958; la ESRO y la ELDO, en 1962, y la EMBO, en 1969.

Puede comprobarse entonces que la evolución de la cooperación científica internacional ha obedecido a tres movimientos de fondo.

En un primer movimiento aparece la tendencia de institucionalización de las relaciones entre los hombres de ciencia, las que, de personales y episódicas como todavía eran en el siglo XIX, pasaron a ser cada vez más organizadas y permanentes en el marco de las organizaciones especializadas que reúnen a los científicos de varios países o del mundo entero.

En una segunda fase, la cooperación, que tenía en su origen objetivos exclusivamente científicos, se vio cada vez más guiada por móviles de orden económico y político. Los gobiernos se dieron cuenta de la utilidad que presenta la ciencia, tanto en el plano nacional como en el de su política exterior. De esta forma, un cierto número de organizaciones intergubernamentales han nacido de la preocupación—ante todo política—de los gobiernos por asociarse en la forma de una cooperación científica entre países vinculados por concepciones económicas y políticas comunes. Se puede citar en este sentido el caso de Euratom, cuya creación se sitúa en el marco de los esfuerzos de unificación europea y que trata de asegurar, en beneficio de seis países europeos, la independencia de la producción de energía nuclear. La creación de organizaciones espaciales europeas (ELDO, ESRO, CETS) ha respondido a consideraciones políticas del mismo orden.

Las consideraciones políticas se incorporan, por otra parte, muy a menudo a las opiniones expresadas por la comunidad científica, que se encuentra así respaldada por la acción diplomática de los gobiernos. Sin embargo, en ciertos casos, los móviles políticos pueden ser determinantes y pasar por encima del poco entusiasmo o incluso de las reticencias de los medios científicos¹.

En otros casos, los motivos políticos se han opuesto a los deseos de la comunidad científica y han contrarrestado proyectos cuya iniciativa había partido de los científicos. Este es el caso, por ejemplo, del proyecto de creación de un Instituto de Tecnología Avanzada en el marco de la OTAN y del proyecto de Laboratorio Biomédico Internacional en el marco de la OMS, que ha sido rechazado en 1965².

COOPERACIÓN DE LOS GOBIERNOS EN LA FASE ACTUAL

En la tercera fase, en que nos encontramos, la cooperación internacional se hace de modo simultáneo en el plano científico y en el tecnológico. Existen dos razones para ello: en primer lugar, porque los pro-

¹ Este ha sido el caso de la Agencia Internacional del Cáncer, creada en 1963 por iniciativa del Gobierno francés, a la que se suscribieron cinco países europeos.

² Ver Hilary ROSE, "The rejection of the WHO Research Center", *Minerva*, volumen IV, núm. 3, primavera 1967, p. 340.

gramas científicos internacionales requieren el concurso de la industria bajo forma de pedidos para la construcción o infraestructura científica, es decir, los equipamientos y la instrumentación generalmente importantes que se requieren para el trabajo de experimentación. Este ha sido el caso especialmente de dos organizaciones europeas de investigación fundamental. El CERN ha recurrido a la industria en su origen para la construcción de su acelerador de partículas y más recientemente para la construcción de un anillo de almacenamiento; de la misma forma, el proyecto de gran acelerador de 300 GeV, si debe realizarse, exigiría evidentemente una importante participación a largo plazo de la industria europea. La ESRO ha solicitado numerosos instrumentos para la construcción de sus laboratorios y satélites científicos. Más tarde porque un cierto número de programas científicos son emprendidos con una perspectiva de aplicación. Este es el caso de ELDO, que tiene por misión construir un cohete para el lanzamiento de los satélites europeos; del Euratom y de la ENEA, que tienen por misión poner a punto prototipos de reactores nucleares. La existencia de objetivos comunes más allá de la fase puramente científica conduce a concebir una política común integrada desde el estadio de la investigación hasta el de la explotación industrial y su comercialización. Volveremos a hablar de ello más adelante a propósito de los problemas que plantea la cooperación científica internacional.

FORMAS ACTUALES DE LA COOPERACION

En la actualidad existen formas muy variadas de cooperación científica internacional.

Trataremos de hacer aquí una tipología de las formas actuales de cooperación científica internacional, bilaterales o multilaterales.

De modo esquemático se puede adoptar una clasificación según: a) la función cumplida por la cooperación; b) el estatuto jurídico de las organizaciones; c) el área geográfica, en la cual se ejerce la cooperación; d) el campo científico que abarca.

CLASIFICACIÓN SEGÚN LA FUNCIÓN CUMPLIDA

Intercambio de informaciones

En el campo del simple intercambio de informaciones científicas y técnicas, las iniciativas son libres y espontáneas. Las responsabilidades dependen únicamente de los medios científicos y no de los gobiernos, incluso si éstos aportan un cierto apoyo financiero o intervienen en el tratamiento mecanográfico de los documentos y de las informaciones, o también si patrocinan la cooperación en el marco de un acuerdo cultural bilateral.

Generalmente, el intercambio de informaciones no requiere ninguna reunión o concertación previa de los investigadores antes de emprender las investigaciones. La cooperación se realiza *ex post* y tiene relación con la difusión de informaciones en curso o terminadas en los países interesados. Este tipo de cooperación reviste la forma de intercambio de publicaciones y coloquios, en los que los investigadores discuten conjuntamente sus concepciones, sus métodos de trabajo y sus resultados.

En la aurora del tratamiento automático de la información, y particularmente de la bibliografía, la cooperación por intercambio de información está llamada a un nuevo impulso, que exigirá importantes acuerdos internacionales y de los que, por otra parte, se preocupa la Unesco.

Coordinación de acciones nacionales

La coordinación puede tomar la forma de una concertación de los programas en armonía con un intercambio de resultados de la investigación. Los investigadores se han reunido para repartirse el trabajo en el cuadro de un programa flexible, y han convenido intercambiar y confrontar los resultados de su trabajo. Esta cooperación implica a veces una normalización de los métodos.

Uno de los objetivos de esta cooperación puede consistir en asegurar el encuadramiento de un determinado territorio científico, es decir, haciendo un inventario tan completo como sea posible (Año Geofísico Internacional, Decenio Hidrológico Internacional) en aquellos dominios en los cuales cada investigador es tributario de un inventario regional, incluso mundial, para llevar a cabo sus propias investigaciones. Por ello, la Unesco ha concentrado particularmente sus esfuerzos sobre investigaciones relacionadas con las ciencias del contorno humano en un plano mundial.

Otro objetivo consiste en evitar duplicaciones inútiles entre los programas de diversos laboratorios o equipos de investigación (es el caso, por ejemplo, de los equipos que funcionan en el marco del Comité de Cooperación en la Investigación de la OCDE).

En esta fórmula cada laboratorio o cada país participante paga sus gastos, pero queda asegurada una amplia difusión de los resultados bajo la forma de revistas periódicas, congresos, coloquios, ficheros, etc.

La coordinación de los esfuerzos nacionales puede ir más lejos. Se emboca entonces en un programa común con reparto previo de las tareas. Se trata en este caso de un solo proyecto técnicamente integrado, con partes definidas a realizar por cada Estado. Cada participante paga sus gastos, pero la acción queda integrada desde el comienzo. Una secretaría internacional, o uno de los participantes, asegura la coordinación administrativa y técnica.

Por ejemplo, se pueden clasificar bajo esta rúbrica las grandes expediciones oceanográficas internacionales organizadas bajo los auspicios de la Unesco, los programas de reactores de ensayo puestos en marcha bajo los auspicios de la ENEA (Halden, Dragon), el satélite franco-alemán *Symphonie*, el prototipo de reactor supergenerador holandés-germano-belga, el proyecto *Concorde* franco-británico, el proyecto *Airbus* franco-germano-británico.

Acciones comunes institucionalizadas

El proyecto común con presupuesto común.—Este tipo de cooperación se caracteriza por la existencia de un programa común y de una caja común alimentada por contribuciones nacionales, cuyo reparto se determina al comienzo. El presupuesto común es administrado por una organización internacional. Las tareas son repartidas entre diversos países y no existe laboratorio central. El proyecto da lugar a una serie de contratos situados por la organización en los diferentes países participantes a cargo de la caja común. El reparto geográfico de estos contratos se realiza por un órgano que delibera según reglas definidas por mayoría y siendo a veces previstos en la convención los condicionamientos de cuotas. El ejemplo tipo de esta forma de cooperación es la ELDO.

El proyecto común con presupuesto y establecimiento de investigación común.—Las investigaciones son realizadas en un centro que reúne a investigadores de todos los países participantes. Este centro puede pertenecer a uno de los países participantes y ser puesto a la disposición de la comunidad internacional o de una organización internacional (por ejemplo, el Institut Von Karman de dinámica de los fluidos, en Bruselas).

Puede ser también un centro propiamente internacional: es el caso de los laboratorios de la ESRO, del Euratom, del CERN. Ciertas organizaciones internacionales combinan la fórmula de los contratos de investigación con la del establecimiento común (ESRO-Euratom). Distinguen entonces las actividades intra-muros y las actividades extra-muros.

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ESTATUTO JURÍDICO DE LAS ORGANIZACIONES

No existe definición jurídica de las organizaciones científicas internacionales. El *Directory of International Scientific Institutions*, publicado por la Unesco en 1953, mencionaba ya 264 definiciones. El *Catálogo de las organizaciones científicas internacionales*, publicado por la OCDE en 1965, cuenta 381 definiciones¹. Este catálogo destaca, sin embargo, que resulta muy difícil conseguir una enumeración, si no completa, al menos satisfactoria, de las organizaciones internacionales, cuyos textos de base mencionan, de una forma o de otra, una competencia científica. Si las atribuciones científicas son preponderantes en ciertas instituciones, en otras las actividades científicas proceden de una o varias misiones más generales, de orden económico, social, agrícola, sanitario, cultural, etc., de modo que habría que hablar más bien de organizaciones internacionales con una competencia en materia científica.

Es útil hacer una distinción entre organizaciones no gubernamentales y organizaciones intergubernamentales.

Las organizaciones no gubernamentales han nacido de iniciativas privadas. Emanan directamente de la comunidad científica internacional y son muy numerosas. La mayoría se limitan a una misión de contacto e intercambio de informaciones y métodos entre investigadores. Son raras las que dirigen o establecen por sí mismas un programa común de investigación, salvo el ICSU, que, en estrecha relación con la Unesco, asegura la coordinación de programas ejecutados por las uniones científicas federadas en su seno y las academias y sociedades científicas nacionales que se han adherido a esta organización.

Las organizaciones no gubernamentales son generalmente creadas bajo la forma de asociaciones internacionales y se rigen por el derecho del país huésped. Se caracterizan por la variedad y también por la flexibilidad de sus estatutos, que les otorgan una gran libertad en la elección de sus actividades y en el reclutamiento de su personal. Funcionan, en general, con un presupuesto y un personal reducidos. Un gran número de ellas han solicitado un apoyo financiero a los gobiernos, que les es aportado ya sea directamente o por conducto de organizaciones intergubernamentales¹.

Las organizaciones intergubernamentales son creadas por un acuerdo entre gobiernos. El proyecto inicial proviene a veces de los medios científicos, pero la creación, financiación y administración de estas organizaciones están bajo la responsabilidad de los gobiernos. La lista de las organizaciones intergubernamentales de competencia científica es menos larga¹ que la de las organizaciones no gubernamentales, pero se ve en ellas una gran diversidad de composición, de estructuras, procedimientos y atribuciones.

¹ Consultar también el *Yearbook of international organizations*, 12.^a edición, Bruselas, 1969. Unión de las asociaciones internacionales.

¹ Es el caso de la Unesco, que aporta su apoyo a un cierto número de organizaciones no gubernamentales, como el ICSU.

¹ El catálogo de la OCDE, ya citado, contaba 56 organizaciones.

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ÁREA GEOGRÁFICA EN LA CUAL SE EJERCE LA COOPERACIÓN

Se pueden distinguir: a) las organizaciones o programas mundiales; b) las organizaciones o programas regionales; c) los acuerdos y programas bi o plurilaterales.

Organizaciones o programas mundiales

La cooperación a escala mundial queda asegurada por la Organización de las Naciones Unidas y sus instituciones especializadas², como la Unesco, la FAO, la OMS, la OMM, la IAEA, la ONUDI, etc., pero también por ciertos organismos que no forman parte de la familia de las Naciones Unidas, como la Oficina Internacional de Pesos y Medidas, la Oficina Hidrográfica Internacional, el Instituto Internacional del Frío.

Organizaciones o programas regionales

Esta forma de cooperación vincula en el plano científico a países que están ya unidos por objetivos políticos o económicos comunes y que comparten las mismas tradiciones sociales, culturales y universitarias.

La cooperación regional se ha desarrollado sobre todo en Europa³, pero existen también en Asia⁴ y en América⁵ organizaciones regionales de competencia científica.

Acuerdos bi o plurilaterales

Este tipo de cooperación cubre una gama muy amplia de acuerdos de cooperación en materia cultural, científica, técnica y de producción, que vinculan a gobiernos, laboratorios, universidades o empresas industriales de dos o varios países.

Se pueden reagrupar estos acuerdos en dos categorías: a) los acuerdos culturales y científicos; b) los acuerdos industriales.

Acuerdos culturales y científicos.—Numerosos acuerdos concluidos entre dos países prevén el intercambio de investigadores, profesores, becarios y conferenciantes, la organización de seminarios y coloquios, el intercambio de métodos y experiencias, el intercambio de modelos de aparatos de experimentación, etc. Frecuentemente se prevé esta cooperación científica en el marco de acuerdos culturales más generales que comportan «cláusulas científicas».

Acuerdos industriales.—La cooperación entre firmas que pertenecen a países diferentes puede tomar diferentes aspectos: la producción bajo licencia; los acuerdos de cooperación técnica; la asociación de firmas en un consorcio o un grupo internacional; la creación de filiales o de departamentos comunes de investigación; la absorción o la toma de control.

La cooperación puede tratar de solucionar un problema particular. Puede ser también más permanente: en este caso sus repercusiones sobre la estructura industrial son evidentemente mucho más importantes.

Se puede hacer el inventario de las relaciones científicas y técnicas entre firmas industriales cuando van acompañadas de operaciones refe-

² Ver *Yearbook of international organizations*, ya citado.

³ CERN, Euratom, CECA, ENEA, ELDO, ESRO, EMBO, CETS, CEMT, etc.

⁴ Plan de Colombo, Comisión de los bosques para Asia y el Pacífico, etc.

⁵ OEA, Organización Panamericana de la Salud, Instituto de Nutrición de América Central y del Panamá, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Centro Latinoamericano de Física, etc.

rentes a las patentes. Pero a menudo no se hacen públicos los intercambios que afectan al saber-hacer relativos a procedimientos de fabricación.

Los gobiernos pueden estar asociados a estos acuerdos y contribuir económicamente en el proyecto, a veces tomando incluso la iniciativa. Las consideraciones políticas vienen entonces en apoyo de los intereses industriales y comerciales que están en juego. Así sucede en el proyecto franco-británico de construcción del avión supersónico *Concorde* y en el proyecto franco-alemán de puesta a punto del satélite *Symphonie*. Sucede también así en el proyecto *Airbus*, previsto en común por Francia, la República Federal de Alemania y el Reino Unido.

Por otra parte, los nuevos lazos que unen en el plano nacional a los gobiernos y a las grandes empresas en Europa, al menos en ciertos sectores industriales, así como la importancia decisiva de las adquisiciones públicas para crear el primer mercado de una nueva producción, son capaces de hacer nuevas fórmulas de acuerdos.

BALANCE ACTUAL DE LA COOPERACION CIENTIFICA INTERNACIONAL

AMPLITUD DE LA COOPERACIÓN

Durante estos últimos diez años se han multiplicado las iniciativas en materia de cooperación científica internacional y los presupuestos de las organizaciones internacionales han aumentado considerablemente.

Se pueden señalar a título de ejemplo los presupuestos—en millones de dólares—de algunas organizaciones europeas en 1968: CERN, 60; Euratom, 88; ELDO, 97; ESRO, 50. Es decir, un total de 295 millones de dólares.

Desde ahora la cooperación absorbe en muchos países, en el plano nacional, recursos financieros muy importantes. Esto sucede especialmente en la Europa occidental, en la que los gastos de las empresas internacionales representan, según los países, del 10 al 50 por 100 del total de los recursos que los gobiernos consagran a la investigación.

La carga de las contribuciones financieras para programas en colaboración puede llegar a ser entonces muy pesada para los presupuestos nacionales.

MOTIVACIÓN DE LA COOPERACIÓN

Las motivaciones que han estado hasta ahora en el origen de las experiencias de cooperación son evidentemente diversas. Sin embargo, es posible clasificarlas en tres categorías principales.

Por una parte, la cooperación puede resultar de la necesidad de establecer medios materiales y equipos de investigadores tan importantes que lleguen a superar las posibilidades de un país. Para alcanzar el umbral de eficacia es indispensable agrupar los medios que pueden ser aportados por los diversos países interesados (ejemplo: CERN).

Por otra parte, cierto campos de investigación (por ejemplo, la oceanografía y la meteorología) escapan por su naturaleza misma a una limitación nacional y no pueden ser explorados sistemáticamente más que en un plano internacional.

La tercera motivación, que es también la más reciente, se sitúa en la perspectiva del desarrollo por la ciencia. Parte de la necesidad de emprender ciertas actividades científicas para realizar objetivos de alcance más amplio por medio de esfuerzos conjuntos.

De esta forma, ciertas organizaciones internacionales de vocación económica, por ejemplo, la CEE, establecen programas de investigaciones tecnológicas en ramas especializadas de la industria y organizaciones especializadas en el desarrollo económico y social, patrocinan investigaciones sobre la salud o la alimentación (por ejemplo, la OMS y la FAO). Los objetivos científicos se integran en este caso en objetivos de acción.

Sin embargo, es necesario notar que las razones de la cooperación científica y técnica no han sido hasta ahora tan conscientes, o al menos tan precisas, como podría sugerirlo el análisis que precede, y con bastante frecuencia las decisiones han sido motivadas por razones diplomáticas o políticas.

ORIENTACIONES ACTUALES DE LA COOPERACIÓN

Se pueden distinguir seis orientaciones principales de la cooperación:

La investigación fundamental y fundamental orientada, en la que ya es antigua la cooperación bajo la forma de congresos científicos internacionales y uniones científicas internacionales. Entre las instituciones del sistema de las Naciones Unidas, la Unesco es la única que tiene una vocación general en este sentido.

Las ciencias del contorno: oceanografía, hidrología, geofísica, ciencias de la atmósfera. Las organizaciones intergubernamentales son numerosas en estos campos. Algunas datan del siglo XIX (Comité Meteorológico Internacional, 1872). Algunas de ellas son regionales, por ejemplo, la Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mediterráneo (ocho Estados miembros europeos). En el plano mundial la Unesco y la OMM desempeñan desde ahora un papel preponderante en materia de investigaciones científicas que conciernen al medio ambiente humano.

Las tecnologías y las ramas especializadas de las ciencias aplicadas, en las que un gran número de organizaciones persiguen a la vez la promoción de un sector particular de la economía y la puesta a punto de los procedimientos tecnológicos que utiliza este sector. Constituyen ejemplos, en el sistema de las Naciones Unidas, la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Internacional para el Desarrollo Industrial (UNIDO). Se puede citar igualmente las actividades del Comité de Cooperación en la Investigación de la OCDE, así como los trabajos de las comisiones permanentes por ramas industriales del CAEN (Comecon). Existe un gran número de organizaciones no gubernamentales, ya científicas o profesionales, cuyo dominio de especialización es reducido al definirse su campo de actividad por una producción (agrícola o industrial) o por un problema específico (defensa de los cultivos o polución).

Las actividades de servicio público, que, sin ser de carácter innovador, poseen las condiciones necesarias para facilitar la cooperación internacional de pesos y medidas (BIPM), que remonta a 1875; la Organización Internacional de Metrología Legal, la Oficina Internacional Hidrográfica, así como las uniones o asociaciones que se ocupan de la documentación. Actividades muy importantes, como la química analítica, el control y la normalización de los productos industriales o alimenticios, pueden ser clasificadas en esta categoría o en la categoría precedente; las organiza-

ciones que se ocupan de ello desempeñan un importante papel en las relaciones interdisciplinarias entre científicos y técnicos de las ramas en que son utilizadas dichas técnicas auxiliares.

Las investigaciones y el desarrollo tecnológico de materiales avanzados, que asocian a la vez investigaciones fundamentales orientadas y tecnologías avanzadas. Se trata esencialmente de las investigaciones espaciales (ELDO-ESRO) y de la física de las partículas (Euratom-CERN-ENEA).

Las ciencias biológicas y médicas: la cooperación en este campo crece rápidamente en las ciencias biológicas fundamentales en forma coincidente con las ciencias de la alimentación o ciertas ciencias del medio ambiente.

La OCDE estima que un 50 por 100 del total de los recursos financieros consagrados a las organizaciones internacionales de cooperación científica por los países miembros de esta Organización son consagrados a las investigaciones nucleares y un 30 por 100 a las investigaciones espaciales. Esto permite decir que el esfuerzo de cooperación internacional se concentra en Europa occidental actualmente sobre la megaciencia y la megatecnología¹.

PROBLEMAS ACTUALES DE LA COOPERACIÓN

La multiplicación de los programas científicos internacionales en los últimos años y la carga que hacen pesar sobre los presupuestos nacionales, han dado lugar a un cierto número de problemas que preocupan a los gobiernos.

La historia reciente de la cooperación científica europea en dos sectores: el espacio y el átomo, permite hacerse una idea de las dificultades que pueden surgir en el futuro. *Mutatis mutandis*, el ejemplo de Europa occidental es, sin duda, transferible a una escala más amplia y las enseñanzas que pueden deducirse parecen válidas en todas partes.

Ejemplo de la investigación espacial en Europa occidental

Las preocupaciones europeas en este campo datan de una decena de años. En abril de 1960 un grupo de hombres de ciencia, especialistas del espacio, se reunieron en Londres e hicieron proposiciones, a título privado en primer lugar y a título oficioso después, sobre lo que podría ser un programa científico europeo en el dominio espacial.

Los trabajos del grupo han desembocado, a fines del año 1960, en una conferencia—esta vez intergubernamental—que se celebró en Ginebra. Esta dio lugar a la firma de una convención por cierto número de países europeos y a la creación de una Comisión preparatoria europea para la investigación espacial (COPERS), encargada de elaborar un programa y definir los estatutos de una organización europea para la investigación espacial.

Esta organización (ESRO) fue creada por una convención firmada en París en junio de 1962 con objeto de poner a la disposición de los investigadores europeos una infraestructura técnica que les permitiera realizar experiencias científicas sobre cohetes-sonda de débil dimensión o sobre satélites. Diez países europeos forman parte de ella. El principal objetivo de la cooperación consistía entonces en crear una logística con gastos comunes. Pero dado que en este campo los materiales deben fre-

¹ Las expresiones periodísticas *big science* y *big technology* hacen alusión a la dimensión desacostumbrada de los instrumentos y de los presupuestos que han llegado a ser necesarios en un pequeño número de sectores de la ciencia fundamental y en los sectores más recientes de la tecnología.

cuentemente ser creados, el desarrollo tecnológico pasaba a ser un objetivo importante de la organización. Esta perseguía también, aunque accesoriamente, un objetivo de cooperación en la investigación propiamente dicha.

Mientras tanto el Reino Unido propuso a los países firmantes de la convención de Ginebra crear una organización europea que tuviera por objeto la construcción de un equipo de lanzamiento de satélites pesados, utilizando un cohete británico, denominado *Blue Streak*, como primer piso. El cohete *Blue Streak* debía servir inicialmente de misil estratégico, pero su tecnología fue juzgada inadecuada para las necesidades militares y el Gobierno británico propuso utilizarlo con fines científicos civiles transformándolo en lanzador de satélites pesados añadiendo dos pisos, a construir por los colaboradores europeos.

Este proyecto fue aceptado por Francia después de algunas vacilaciones y presentado oficialmente por los dos países.

El examen de esta proposición tuvo lugar en 1961 en el seno del Consejo de Europa. Una conferencia diplomática que tuvo lugar en Londres a fines de 1961 condujo a la redacción de una convención que preveía la creación de una organización para la puesta a punto y construcción de lanzadores espaciales. Solamente seis países europeos se interesaron por el proyecto del lanzador. La organización (ELDO) fue creada en abril de 1962.

Poco después Europa se encontró frente a un nuevo problema. Las perspectivas que se abrían en el dominio de la explotación futura de los satélites para las telecomunicaciones hacían necesaria una larga negociación a nivel mundial. Los Estados Unidos, que habían tomado ventaja en este campo, proponían una fórmula de acuerdo que les aseguraba una preponderancia en el sistema mundial.

En mayo de 1963, una quincena de Estados europeos se agruparon en una Conferencia europea de las telecomunicaciones por satélites (CETS). Esta conferencia preparó una posición concertada a presentar por los países europeos con motivo de las discusiones que precedieron en Washington a los acuerdos de 1964 sobre la edificación de un sistema mundial de telecomunicaciones por satélites. Los acuerdos de Washington tienen un carácter provisional y debían ser revisados en 1969. Desde 1964 la CETS se esfuerza por definir un programa de acción común con el fin de asegurar una presencia más importante de Europa occidental en el sistema mundial. No ha dispuesto de ningún presupuesto para emprender desarrollos tecnológicos. Pero paralelamente a las actividades de las organizaciones internacionales se han desarrollado iniciativas nacionales. Diversos países han decidido lanzar, con sus propios medios o en el marco de acuerdos bilaterales, programas de satélites de telecomunicaciones.

Nos encontrábamos así, en 1968, en presencia de la siguiente situación: por una parte, habían sido creadas tres organizaciones europeas separadas. Dos de ellas, que disponen de presupuestos y de secretariados internacionales, han encontrado graves dificultades internas a partir de 1965-66.

Las dificultades presupuestarias, técnicas y de organización que han conducido a verdaderas crisis han requerido la convocatoria en muchas ocasiones, desde 1966, de conferencias ministeriales para discutir el conjunto de los problemas que se plantean en este campo en Europa, y tratar de coordinar los medios disponibles y definir una política espacial común a largo plazo.

Por otra parte, se comprueba la existencia de una multiplicidad de programas nacionales, generalmente de pequeña o media envergadura que se superponen técnicamente, mientras que las orientaciones tecnológicas del futuro no son objeto de ningún programa nacional o común.

La multiplicidad de organizaciones y la ausencia de una política industrial común han conducido manifiestamente a un «impasse espacial» de Europa occidental que la Conferencia de Bonn se ha esforzado por resolver en noviembre de 1968.

Ejemplo de la investigación nuclear en Europa

La experiencia nuclear europea ofrece grandes semejanzas con lo ocurrido en el dominio espacial.

Después de la segunda guerra mundial, los científicos, y en particular los físicos, de los diversos países europeos comenzaron a plantearse la posibilidad de recuperar la ventaja que los Estados Unidos de América habían adquirido en el dominio nuclear, dotando a Europa de un equipamiento de envergadura para el estudio de la física de las altas energías.

Hombres de ciencia europeos han estudiado en el marco de la Unesco la posibilidad de crear un centro europeo de ciencia fundamental en el dominio de la física de las altas energías. A continuación de una conferencia intergubernamental, reunida bajo los auspicios de la Unesco en 1952, un cierto número de países europeos firmaron una convención creando una organización europea para la investigación nuclear (CERN), la cual entró en vigor en 1953.

El CERN ha establecido cerca de Ginebra un gran laboratorio en el que se emprenden estudios teóricos e investigaciones fundamentales sobre la física nuclear.

En esa misma época los gobiernos comenzaron a preocuparse por problemas de todo orden, especialmente científicos, para lograr que la fisión nuclear llegara a ser una fuente de energía, susceptible de utilización práctica y económicamente rentable con fines industriales, marítimos y domésticos. Estos problemas afectan la puesta a punto de reactores y de combustibles, el tratamiento de los combustibles irradiados, la separación de los productos de fisión y el tratamiento de los residuos irradiados. Asimismo apareció un informe, preparado bajo la responsabilidad de Louis Armand, en el que se advertía la amenaza de una penuria de fuentes de energía clásica para Europa y la necesidad, para paliarla, de desarrollar la energía nuclear.

Sobre la base de este informe la OECE¹ decidió confiar a una Comisión de expertos científicos la tarea de explorar las posibilidades de acción de los países europeos miembros de esta organización en el dominio de la energía nuclear. Las proposiciones de esta Comisión dieron lugar en 1957 a la creación de un órgano permanente en el seno de la OECE: la Agencia Europea de Energía Nuclear (ENEA), encargada de promover el desarrollo de la producción y de las utilizaciones de la energía nuclear con fines pacíficos por los países participantes, mediante una cooperación entre estos países y una armonización de las medidas tomadas en el plano nacional».

La ENEA patrocina así investigaciones y estudios de puesta a punto de reactores experimentales según una fórmula flexible de empresas comunes, es decir, de asociación abierta a los países que deseen participar en un programa común de investigación y de estudios.

El Euratom fue creado en 1958 con una perspectiva diferente, es decir, la de una integración económica entre seis países europeos que se unieron para crear un mercado común. Por ello, la iniciativa ha sido en

¹ Organización Europea de Cooperación Económica, que debía transformarse más tarde (en 1962) en Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) por asociación de ciertos países no europeos: Estados Unidos de América, Canadá, Japón.

este caso exclusivamente gubernamental, teniendo como determinantes los factores de orden político.

Los objetivos eran: *a)* desarrollar las investigaciones en materia nuclear, particularmente en el campo de los reactores, y difundir ampliamente sus resultados; *b)* realizar una política común de aprovisionamiento en materias fisibles.

Una parte del programa de investigación del Euratom se ha ejecutado en cuatro establecimientos comunes de investigación, y otra parte por medio de contratos de investigación o de asociación firmados entre la organización y los institutos nacionales (centros de investigación, universidades, empresas industriales).

El Euratom ha sufrido notoriamente por las divergencias entre sus miembros en cuanto a la oportunidad de una política nuclear con fines militares, y esta coyuntura política ha contrariado a la vez la política de aprovisionamiento y la integración de los centros de investigación y de las industrias nucleares en la comunidad.

Sin embargo, las decepciones provienen también de que ciertos problemas han sido minimizados. En especial se ha creído que la investigación nuclear podía desarrollarse en una primera fase en centros públicos, con una gran diversidad de orientación, y que la fase industrial se organizaría de una forma concurrencial, pudiendo todas las industrias de todos los países miembros hacer oferta a todas las redes de centrales eléctricas de la comunidad.

Sabemos ahora que es urgente decidir cuanto antes los programas de construcción de centrales, y que se hace más necesaria la existencia de una comunidad europea a este nivel. Si se hubiera tomado conciencia de este hecho se habría comenzado sin duda por establecer una concertación de las adquisiciones públicas, conduciendo a la elección de un número limitado de «filières» a desarrollar. Un consorcio de industrias de muchos países (de todos, a ser posible) hubiera podido ser constituido para cada «filière». La investigación en los centros públicos habría podido ser focalizada entonces sobre las necesidades de los desarrollos tecnológicos y encontrar su lugar en una política rentable.

La situación de hecho en Europa a fines de 1968 es la siguiente:

En el dominio de los reactores de primera generación llamados «experimentados», varias industrias nacionales comercializan por su parte «filières» de reactores de concepción americana.

En el dominio de los reactores de segunda generación llamados «convertibles», a cuyos efectos se sigue la investigación-desarrollo en el marco de la ENEA y del Euratom, la falta de interés de los utilizadores y de los constructores por estas «filières» hacen problemático su futuro.

En fin, en el campo de los reactores del futuro de tercera generación, llamados «sobregeneradores» o «rápidos», cuya explotación se contempla para los años 1980, se comprueba una duplicación entre un programa nacional francés y un programa germano-beneluxiano y una tendencia a la rivalidad industrial, que constituye una amenaza para la cooperación misma.

En lugar de crear un nuevo espíritu por la constitución de equipos europeos, una parte notable del presupuesto comunitario ha sido utilizada para subvencionar los programas nacionales de los países miembros.

Por otra parte, no ha sido resuelto el problema de aprovisionamiento en uranio-235. En particular, se ha planteado la cuestión de cómo se podría asegurar el abastecimiento de materias fisibles para los reactores que la industria europea podría exportar, en la hipótesis de que esta industria diera resultado.

En Europa son numerosos los que se apoyan en esta situación para hablar de un fracaso de la política nuclear europea, para criticar el papel de las instituciones actuales y las formas en que se ha concretado la cooperación en este sector.

Incluso la fórmula del CERN, que ha sido considerada hasta ahora como un éxito por el conjunto de sus miembros y como un ejemplo a seguir en el dominio de la cooperación, corre actualmente el peligro de ser puesta de nuevo en cuestión. Recientemente han surgido dificultades cuando ha parecido necesario desarrollar sus medios de experimentación y aumentar, por consiguiente, sus recursos financieros. Así, por ejemplo, el proyecto de construcción de un gran acelerador de 300 GeV no ha contado con la unanimidad de los miembros participantes.

La lección de la cooperación de Europa occidental

Diez años de cooperación en la Europa occidental permiten deducir la causa esencial de las dificultades que se han encontrado y de la ineficacia que se deriva de la ausencia de un consenso suficientemente sólido de los países participantes sobre los objetivos y sobre las perspectivas a largo plazo de su acción común: las iniciativas que se han sucedido en este campo no han sido situadas en una estrategia de conjunto del desarrollo económico que aproveche a todos.

La cooperación se ha limitado hasta ahora al estadio de la investigación y desarrollo, lo que evidentemente requiere un empleo de fondos considerables. En campos como el átomo y el espacio, que, sin embargo, están estrechamente vinculados con la actividad industrial, nada ha sido previsto para realizar en común la explotación de los resultados de la investigación emprendida en colaboración. Dicho de otra forma, la cooperación científica internacional ha sido concebida hasta ahora en una perspectiva de *política para la ciencia*. Desarrollada sin un plan de conjunto, a medida que aparecían las nuevas necesidades, la cooperación ha dado lugar a la creación de un cierto número de instituciones bajo la presión, tanto de los medios científicos como de los gobiernos, tratando cada una de obtener ciertos objetivos limitados y sin que se haya intentado alcanzar ninguna coherencia entre ellos.

El resultado más evidente de esta evolución es la actual multiplicidad y diversidad de las organizaciones, cuyos dominios de actividad se superponen y cuya lista de países miembros es en cada caso diferente¹.

La ausencia de una verdadera política común es también la causa de la escasez de programas científicos internacionales. En estos últimos años se ha visto que, a falta de compromisos a largo plazo y a falta de una amplitud de visión en cuanto a los fines de la cooperación, los programas corren el riesgo de ser puestos continuamente en discusión, en especial cuando las decisiones deben ser tomadas por unanimidad y alguno de los países padece de inestabilidad financiera.

Igualmente la ausencia de una política industrial común es causa de que no se haya podido resolver el principal problema de las relaciones entre los programas internacionales y los programas nacionales: las industrias nacionales impulsan el desarrollo de los programas nacionales, que constituyen su coto cerrado, y esta presión estimula duplicaciones inútiles.

¹ He aquí la composición de las organizaciones nucleares y espaciales europeas: Euratom, los seis países del Mercado Común; ELDO (cinco países del Mercado Común más el Reino Unido); ESRO, diez países; CERN, trece países; ENEA, dieciocho países; CETS (dieciocho países).

De esta forma, en el conjunto de países europeos, los gastos para los programas internacionales en materia de investigación espacial y nuclear alcanzan apenas el total de los gastos asignados por los diversos países en los mismos campos de sus programas nacionales. En estos dos sectores ciertos grandes países consagran, por otra parte, a sus programas nacionales sumas mucho más importantes que las que consagran a la cooperación. La cooperación no ha reemplazado, entonces, a la acción nacional. No se podría afirmar honestamente que la haya completado, dado que, en casos evidentes, simplemente la ha repetido.

Los gastos incoherentes no conducen a resultados económicos favorables más que en coyunturas particulares, en las que una civilización se encuentra como llevada por una ola de éxitos. En verdad no es éste el caso de Europa occidental en la segunda mitad del siglo xx. La ausencia de suficientes resultados económicos a partir de los gastos científicos comprometidos por los Estados para superar los problemas de la segunda fase de industrialización suscita también en todas partes agrios comentarios. Los participantes más pequeños, que no cuentan con programas nacionales, sospechan que sus vecinos, de talla más adecuada y con empresas en marcha, tratan de valorizar en su exclusivo provecho los resultados de una investigación y de una infraestructura pagada por todos los miembros participantes. Se replica a esto que teniendo en cuenta el tipo de eficacia del dispositivo europeo, constituye una pesada obligación para las principales naciones tener que soportar a la vez las cargas del programa europeo (concebido como un deber de solidaridad) y las del programa nacional (concebido en un espíritu de eficacia industrial).

Se puede concluir de todo ello que una acción común en ciertos campos de la investigación puede aparecer ciertamente como una idea fecunda, pero, por otra parte, no siendo ya la investigación una actividad aislada que encuentra en sí misma su propia justificación, esta política corre el riesgo de ser insuficiente, a falta de una verdadera política industrial común, susceptible de integrar el esfuerzo científico en una perspectiva de desarrollo económico favorable al conjunto de los participantes.

Otra dificultad resulta de la necesidad para la organización nacional de adaptarse a la existencia de las actividades científicas internacionales.

A falta de una política nacional coherente, existe el peligro de que las acciones internacionales ejerzan efectos esterilizantes sobre los potenciales científicos nacionales. Esta es la razón por la cual ciertos países han vacilado en asociarse a proyectos de cooperación, temiendo desgarnecer equipos nacionales ya poco nutridos, en beneficio de laboratorios internacionales. El hecho de que los «mejores elementos» se vean tentados a trabajar en organizaciones internacionales puede ser causa de un éxodo de las competencias (*brain drain*), que quedará privado de contrapartida para el país abastecedor en el caso de no existir posibilidad de que posteriormente le alcancen los efectos económicos y culturales de la actividad científica en cuestión.

Los gobiernos se muestran igualmente preocupados por controlar mejor la aportación de recursos internacionales a sus laboratorios nacionales. Los fondos internacionales así distribuidos no son sino recursos nacionales que transitan por el canal de organismos internacionales bajo forma de contratos o de subvenciones a centros nacionales. Esta financiación internacional puede introducir distorsiones en la asignación de recursos al potencial nacional y constituir, sin provecho, un circuito administrativo costoso e irresponsable.

Pero la necesidad, para cada país, de tener una política científica nacional coherente es evidente sobre todo cuando se trata de tomar deci-

siones internacionales. La insuficiente coordinación, incluso la rivalidad entre departamentos ministeriales en el seno del mismo país, se refleja evidentemente en la incoherencia de las posiciones que este país se ve conducido a tomar en los organismos internacionales. La multiplicidad de estos últimos aumenta este riesgo de incoherencia, dado que las posiciones defendidas por un mismo país en tal organización pueden ser discordantes en relación con aquellas que son defendidas en tal otra, cuando no se realiza una coordinación suficiente a nivel nacional. Apenas existen posibilidades de que la suma algebraica de las posiciones así tomadas por ocho o diez países en diez o doce organizaciones pueda ser considerada como una política europea coherente de desarrollo por la ciencia.

FUTURO DE LA COOPERACION

Los problemas inherentes a la cooperación científica internacional se han ido precisando con la experiencia, a medida que van apareciendo con mayor claridad los objetivos de esta cooperación y sus implicaciones.

ALGUNOS PRINCIPIOS DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL

La cooperación científica internacional debe integrarse en una *política de desarrollo* aceptada por el conjunto de los participantes, es decir, que deriva de una misma concepción del Ministerio de la Ciencia en el proceso del desarrollo económico, social y cultural.

La primera justificación de la cooperación reside, en consecuencia, en facilitar la superación de las etapas de desarrollo de los países en un plazo más corto de lo que podrían hacerlo con sus propios recursos.

La política científica internacional no puede ser disociada, por ello, de una política económica, social y cultural internacional, que debe definir los objetivos concretos y precisos de una acción común en el plano de la investigación y la manera de asegurar la difusión y aplicación de los resultados en todos los Estados participantes.

Con esta perspectiva la cooperación científica internacional parece deber basarse en cuatro principios fundamentales.

El primero de estos principios es que la cooperación debe aprovechar al conjunto de los participantes: en otra forma no podría asegurarse su continuidad. Este interés de los participantes no debería consistir exclusivamente en un derecho de acceso a los nuevos conocimientos creados por la investigación común. La cooperación en la investigación no es, en efecto, sino uno de los tantos medios de promover la aplicación de la ciencia en cada país para el progreso de la sociedad. Debe extenderse hasta la aplicación de la ciencia y la técnica al desarrollo. El interés internacional puede ser superior, ciertamente, a la suma de los intereses nacionales, y se puede concebir que una autoridad supranacional pueda tener suficiente visión para perseguir exclusivamente programas que no tuvieran utilidad más que para el futuro de la comunidad entera, o que no beneficiaran concretamente más que a sus miembros más avanzados en el campo en cuestión. Una organización internacional no podría conducir semejante política sin disgregarse.

El segundo principio se desprende en alguna forma del primero. Prescribe que cada participante en la cooperación debe obtener la justa contrapartida de lo que aporta. Ciertamente, esta contrapartida no debe ser identificada con gastos realizados sobre el suelo nacional o con contratos realizados con las empresas o laboratorios del país, sino con la realización de los mismos objetivos: si la finalidad consiste en el progreso industrial, agrícola o sanitario, se hace necesario que la actividad inter-

nacional afecte, directamente y en profundidad, a las realidades industriales, agrícolas o sanitarias de cada uno de los países participantes, y que éstos obtengan dividendos reales en nuevos empleos, en aumento de producción, en mejora de la salud, etc.

El tercer principio podría ser expresado de la siguiente forma: la solidaridad de los países miembros debe extenderse al conjunto de una política y no quedar limitada a programas o proyectos separados. La experiencia de Europa occidental ha mostrado que, en ausencia de una real asociación industrial entre las naciones participantes, los países se han visto tentados a exigir una estricta contabilidad de los contratos de retorno confiados por diversas organizaciones europeas (Euratom, ESRO, ELDO) a las industrias de los países miembros para la construcción de los instrumentos de investigación y experimentación, y, en una segunda fase, a practicar el sistema del «menú a la carta»; es decir, la facultad para cada país miembro de no financiar más que los proyectos que le convienen. Las tentativas de aplicar este sistema han puesto en peligro la existencia misma de la cooperación, encontrando cada país excelentes razones para desinteresarse de muchos proyectos cuya financiación se hizo demasiado pesada para ser soportada por un número reducido de participantes y que fueron desechados por esta causa. Por ello, parece que no existe ninguna perspectiva de estabilidad fuera de programas de envergadura y continuidad suficientes para permitir una compensación de las contribuciones y de los retornos en un conjunto de tareas de larga duración. De ahí resulta que el grupo de países asociados debe ser suficientemente homogéneo en cuanto a sus necesidades, formado hasta donde sea posible por países que se encuentren en la misma fase de su desarrollo.

En fin, un cuarto principio podría ser que la cooperación no debe emprender aquello que los Estados nacionales pueden hacer satisfactoriamente por sí mismos y separadamente. Su dominio es por ello el de los gastos que sobrepasan las posibilidades de los países miembros: los grandes instrumentos, los grandes laboratorios, los desarrollos de la gran tecnología. Para todos los temas de investigación que no exigen grandes concentraciones de medios, presentan menos riesgos de fracaso las formas más flexibles de la cooperación por intercambio y concertación, sin caja común ni burocracia internacionales.

FACTORES DE EFICACIA DE LA COOPERACIÓN

La experiencia reciente ha puesto en evidencia los requisitos que debe tener una cooperación para que sea verdaderamente eficaz: voluntad política común de cooperación; información objetiva sobre las políticas y los potenciales nacionales e internacionales; conocimiento de las necesidades reales a las que debe responder la cooperación; definición de objetivos a largo plazo que asegure una suficiente continuidad de los programas; acuerdo sobre las formas de cooperación más aptas para alcanzar estos objetivos.

Los factores que determinan la eficacia de la cooperación son los siguientes:

La información

La cooperación debe fundarse en un conocimiento objetivo de las situaciones nacionales e internacionales. En efecto, es necesario que los países esté mutuamente informados sobre los potenciales científicos y técnicos, y sobre los programas nacionales de sus copartícipes, así como también sobre sus estructuras de decisión política, de tal forma que puedan definir en consecuencia su línea de conducta.

De esta forma el conocimiento de los medios que cada país puede aportar al esfuerzo común evita fundar la cooperación sobre bases ilusorias o insuficientemente evaluadas. Por otra parte, es indispensable que el conocimiento mutuo de las actividades de los diversos organismos internacionales se desarrolle constantemente, a fin de evitar que nuevas iniciativas internacionales vengan a duplicar actividades ya existentes en este nivel¹.

Las necesidades

La cooperación debe responder a necesidades concretas que sean sentidas como tales por el conjunto de los países cooperadores. Generalmente se descubren estas necesidades por fallos en las actividades que son conducidas separadamente por cada país, gracias a sus propios medios. Evidentemente, las necesidades serán más o menos estrictas según que se trate de investigación fundamental, de investigación aplicada o de desarrollo experimental.

Los objetivos

Se trata ahora de definir los objetivos en función de los medios disponibles y de las necesidades a las que es necesario responder.

Los objetivos deben ser accesibles, teniendo en cuenta los medios que cada país miembro está dispuesto a consagrar a la empresa común. Es decir, que estos objetivos no deben ser ni demasiado limitados, ni demasiado ambiciosos. Para cada uno de ellos el problema consiste evidentemente en evaluar las ventajas de todo orden que puede obtener, en el plano nacional, de su participación en la persecución de objetivos internacionales. El juicio de un país miembro debe fundarse en un análisis del tipo coste-beneficio que incluya una comparación entre las elecciones alternativas: ninguna acción o bien una acción nacional.

Los objetivos deben ser a plazo suficientemente largo para asegurar la continuidad de la acción internacional. El dominio de la ciencia es, por definición, un dominio que compromete el futuro.

Algunos ejemplos permiten ilustrar lo que pueden ser los objetivos de la cooperación científica internacional:

Objetivos puramente científicos y culturales: reunir medios suficientes para permitir trabajos de experimentación cuyo umbral de eficacia es elevado (satélites de experimentación y de observación científica, aceleradores de partículas, reactores de ensayo).

Objetivos políticos: asegurar la autonomía de aprovisionamiento de un grupo de países en combustibles nucleares, o la autonomía de un sistema de televisión espacial con fines culturales o geopolíticos, o la libertad de competencia en el mercado mundial en cuanto al abastecimiento de material avanzado, o la autonomía de explotación de los recursos naturales, por ejemplo, los del mar.

Objetivos económicos: se trata de objetivos susceptibles de tener una incidencia directa o indirecta sobre la economía del conjunto de los interlocutores.

Entre los objetivos económicos directos se pueden citar: a) los objetivos de estructura, que tratan de adaptar la estructura industrial de los interlocutores, constituyendo unidades industriales internacionales capa-

¹ En el campo espacial, el inventario de las actividades y proyectos de los Estados miembros y de las organizaciones internacionales no ha sido emprendido más que en 1966, en una época en la que la ELDO y la ESRO estaban ya en crisis.

ces de competir con las de terceros países y creando un mercado interior unificado con la necesaria dimensión; b) los objetivos comerciales, que tratan de abrir nuevas salidas a las industrias o a la agricultura de los países interlocutores.

Objetivos de servicio público: se pueden clasificar bajo esta rúbrica los servicios de carácter científico que aprovechan al conjunto de los investigadores de la industria, de la universidad y del Estado de los países participantes. Este es el caso, especialmente, de los sistemas integrados de tratamiento automatizado de la información en ciencia y tecnología.

Objetivos sociales: se encuentran en ellos actividades que aprovechan directamente al conjunto de la población, tales como las investigaciones o servicios públicos de protección sanitaria, las medidas de normalización, la explotación de nuevas fuentes de alimentos y, por último, todas las medidas que tienden a desarrollar y a mejorar la educación (por ejemplo, organización de un *post-graduate* común para un conjunto de países).

FORMAS DE COOPERACIÓN

Habiendo sido definidos los objetivos, queda por definir la forma más adecuada de cooperación.

La forma institucional, que ha suscitado en estos últimos años mayores dificultades, parece estar justificada únicamente por la necesidad de concentrar los medios en ciertos campos de investigación fundamental o aplicada. Es el caso de programas que requieren grandes equipos interdisciplinarios trabajando sobre instrumentos de experimentación o sobre prototipos de gran magnitud.

En todos los casos en que una tal concentración de medios no parece indispensable, la cooperación se ha probado más eficaz, bien bajo la forma de un concierto de las iniciativas nacionales y una coordinación de los programas nacionales, o bien por el simple intercambio de informaciones.

Por lo que se refiere a la forma institucional, la experiencia ha mostrado los peligros que supone la multiplicidad de organizaciones y la rigidez de su funcionamiento. Por ello conviene tender hacia un programa de conjunto en el marco de una unidad *institucional y presupuestaria*. La multiplicidad de los tratados y protocolos financieros, que evidentemente se debe a la diversidad de puntos de vista de los cooperadores, conduce, en efecto, rápidamente a un enmarañamiento de procedimientos que impide la eficacia y la continuidad de la acción emprendida.

Para asegurar esta última, el programa de cooperación debería apoyarse sobre un plan a plazo medio (por ejemplo, quinquenal), susceptible de ampliaciones sucesivas, es decir, que pueda prolongarse cada año en uno más, siendo reajustado, con este motivo, en función de las nuevas necesidades y perspectivas.

El *club abierto*, que permite a ciertos países no participar en una parte del programa, constituye una solución preferible a la multiplicidad de instituciones en las que cada una está compuesta diferentemente y puede quedar bloqueada por el veto de uno de los interlocutores. Pero el club abierto se ve acechado por el peligro del «menú a la carta», que disuelve la voluntad común. Un programa de base mínima que comprometa la solidaridad de todos los Estados miembros, parece indispensable para sostener la cooperación.

VOLUNTAD POLÍTICA DE COOPERACIÓN

Se sabe hoy que no basta con definir los objetivos y elaborar programas para alcanzarlos. También es necesario que la acción internacional sea sostenida por una voluntad política de cooperación por parte de

cada uno de los participantes. Esta es, sin duda, la condición esencial de la cooperación, de la que se desprende todo el resto y a falta de la cual toda empresa común está llamada a disolverse.

La voluntad política de alcanzar un objetivo en colaboración con otros supone y reclama una política nacional coherente y una visión clara de los límites de la acción nacional.

Una política nacional poco coherente se traduce en una organización ineficaz de la asignación de recursos en el plano interno, y esta situación repercute también en el plano internacional.

CONCLUSIÓN

La reciente experiencia de Europa occidental muestra que la política internacional no puede sustituir a políticas nacionales deficientes, y la organización a nivel internacional no puede servir para paliar los defectos de las organizaciones nacionales: las vacilaciones nacionales se suman al escalón superior y no se integran jamás para lograr una óptima aleación. Por ello, la cooperación internacional aprovecha realmente a las naciones que, habiendo concebido y aplicado su propia política de desarrollo por la ciencia, han chocado con el obstáculo de la insuficiencia de sus recursos y de su dimensión, y quieren sobrepasar este obstáculo uniéndose para fines específicos en el marco de una misma visión política global.

El concepto de cooperación que acabamos de exponer parecerá quizá de alcance limitado a los que sin duda esperaban una visión más amplia en un último capítulo de una obra patrocinada por la Unesco, pero sin duda el lector comprenderá mejor la voluntad de prudencia que anima a los autores si tiene en cuenta dos importantes restricciones que atemperan estas conclusiones sobre la cooperación.

La primera afecta a los programas de servicio público científico y a los programas sociales, a los cuales se desea dar el marco más amplio posible sin plantear ninguna condición. Por definición, el servicio público se destina a extenderse a todos. Constituye la acción más eficaz de ayuda mutua internacional.

La segunda afecta a los programas de investigación de las organizaciones especializadas de la ONU.

La participación en estas acciones no debe limitarse, y por otra parte no podría hacerlo, a los países que se encuentran en la misma fase de desarrollo, y no se les pueden aplicar ni los criterios de unidad de objetivos y miras políticas ni los de equipamiento en las cargas y en las ventajas.

Tales programas deben desarrollarse en amplitud, aunque sólo fuera porque constituyen el testimonio de una voluntad universal de progreso mediante la solidaridad en la gran aventura científica de nuestra época.

Pero es esencial que los países aprendan también a cooperar entre ellos, en grupos más restringidos, para resolver por la ciencia los problemas que encuentran y viven en términos comparables. A esta difícil cooperación, con su lastre de resabios europeo-occidentales, va dirigido este capítulo.

Conclusiones

La revolución científica y técnica tiene para la humanidad caracteres de *fenómeno* o proceso natural, en el cual se ha visto envuelta ya sea por alguna contingencia histórica o por la aparición de nuevas e imperiosas necesidades.

Pero al constituirse en una *práctica*, la ciencia pierde gradualmente su carácter de exterioridad. En primer término, es aceptada; después, asumida, y, en fin, apasionadamente adoptada por la mayor parte de los pueblos, tanto por las promesas que lleva en sí misma como por la aventura colectiva en la cual se transforma. Hay un profundo impulso en la naturaleza del hombre a explorar el medio en que vive, arriesgándose y comprometiéndose en la empresa tanto como individuo o como colectividad. Esta exploración y este compromiso han tomado proporciones extraordinarias: la eficacia del método científico ha multiplicado tanto su activo como su pasivo, tanto las promesas como los riesgos.

Cada pueblo, empresa o individuo se esfuerza en asumir por su cuenta esta aventura colectiva de los hombres de nuestra época, aportando a ella su mejor empeño. Esto supone, en primer término, un esfuerzo de selección y elaboración de los objetivos, para el cual se sugiere en el tercer capítulo de esta obra el término de *invención axiológica*. Supone, en segundo lugar, una voluntad de eficacia en el trabajo y en la acción que se traduce por la generalización en todas las esferas de la actividad humana de la noción de innovación tecnológica, que solamente se empleó en primer término, en relación con la industria.

Escoger objetivos y crear las técnicas que permitan alcanzarlos son, pues, los dos momentos esenciales de la *práctica* contemporánea, que se denominará *política* si se trata de un Gobierno; *estrategia*, si se trata de una empresa o de un grupo cualquiera de hombres que han sido reunidos por la acción o la creación; *compromiso*, si se trata de un individuo.

En los tres casos la cultura científica impone sus criterios de racionalidad y eficacia, y es ella la que une el conjunto de los esfuerzos de los hombres en un haz coherente, a pesar de las tensiones, las oposiciones o las duplicaciones que se encuentran. La universalidad de esta práctica ha hecho que los actos de nuestros contemporáneos sean inteligibles en todo punto del globo para cada uno de ellos en cuanto a sus objetivos y en cuanto a sus medios, con excepción de algunos islotes de humanidad que no han sido todavía implicados en el movimiento y que por esta razón calificamos cómodamente de «arcaicos». De ahí resulta que la *inter-subjetividad* es ahora mucho más amplia a nivel de los conocimientos y de los medios. Las corrientes de *transferencia de tecnología* han sido intensificadas. La transferencia es, en efecto, de una gran rapidez cuando tiene lugar entre individuos o grupos que son reunidos por una misma

especialidad o una similar experiencia vivida de la práctica científica; de investigador a investigador, de médico a médico, de técnico a técnico, la transferencia es inmediata, cualquiera que sea el foso cultural o político que separe a sus comunidades, a condición de que su nivel de formación y de actividad sea equiparable.

Para cada uno de los pueblos del globo, esta característica de la época científica crea la posibilidad de entrar en contacto con el estado más elaborado de las ciencias y de las técnicas en el mundo. Dos condiciones bastan a este efecto: la primera, poseer en cada una de las especialidades un número suficiente de científicos y tecnólogos, y que estos hombres sean activos en la investigación avanzada de estos sectores; la segunda, que estos mismos hombres se encuentren vinculados con el conjunto de su comunidad nacional por intensos lazos culturales y funcionales que les permitan influenciar positivamente la práctica cotidiana y las decisiones que orientan a esta comunidad. Cuando no se reúnen estas condiciones, la nación queda como desconectada del gran movimiento mundial y persigue entonces su evolución técnica según un ritmo propio, necesariamente lento, a menos que su economía no sea dirigida por organismos exteriores (privados o públicos). En este caso se experimentará su inserción en el mundo moderno en calidad de subordinado, sin participación verdadera en la práctica científica en la que se fundan las decisiones de estos organismos. De ahí que la necesidad de un enlace directo de la nación con el mundo científico y técnico sea percibida en primer lugar por los gobiernos. El tipo de acción que se deriva de ello ha sido descrito bajo la expresión «política para la ciencia».

Más ambiciosa es la fase siguiente, que trata de introducir la práctica científica en el proceso de la decisión gubernamental y de poner por ello mismo la ciencia y la tecnología al servicio de los objetivos de la nación. Denominamos a esta fase «política de desarrollo por la ciencia».

Hemos intentado describir cómo esta fase puede ser alcanzada y franqueada y cuáles son las exigencias que impone a la acción gubernamental. La exigencia de mayor responsabilidad es sin duda la de una elección correcta de los objetivos, a consecuencia de una clara apreciación de la real situación del país y del nivel de desarrollo económico en que se encuentra. Ninguna imitación o mimetismo de estructuras o de actitudes puede reemplazar a esta reflexión. Por el contrario, el mimetismo puede ser pernicioso, como se desprende de nuestro análisis, dado que el tipo de respuesta que la situación reclama es absolutamente diferente según que el país inicie su primera fase de industrialización, se encuentre ya profundamente comprometido en ella, inicie o prepare su segunda fase o incluso se encuentre frente a las consecuencias de esta última.

Ello explica suficientemente que esta obra no aporte al lector ninguna receta universal y pocos preceptos. Quizá le proporcione al menos un nuevo ámbito de reflexión que pueda serle útil cuando analice la situación de su propio país y las decisiones de su propio Gobierno.

El lector habrá visto en el transcurso de esta obra que los éxitos y fracasos relativos de otros países en sus tentativas de política por la ciencia han sido con frecuencia más bien accidentes de la historia que elecciones deliberadas. También habrá llegado a deducir que los impulsos progresistas, como en todo procedimiento exploratorio, se han manifestado a veces en forma inesperada.

Hemos tenido la ambición—inherente a todo método científico—de facilitar el hallazgo de conclusiones razonables y aplicables a la acción eficaz en otros lugares y épocas; en conciencia, creemos haberlo logrado sólo parcialmente.

Deseamos, por último, que más de un lector se haya planteado como nosotros la cuestión que obsesiona a nuestra generación: «¿Para cuándo una práctica racional, y por ello una política de desarrollo por la ciencia, que sea concebida y aplicada a escala del mundo?» Su legítima impaciencia quedará insatisfecha cuando terminen este libro. Hay que pensar, sin embargo, que si la práctica científica debe surgir mañana, como es necesario que lo haga, en una civilización universal auténticamente nueva, es a nivel de cada colectividad, grupo o empresa donde se encontrará una estrategia de progreso basada en la ciencia y no solamente a nivel mundial. La etapa de las políticas nacionales constituye entonces no solamente una etapa necesaria, sino una piedra fundamental del edificio ulterior. La política científica nacional, aun en el caso de estar ya iniciada, no tiene todavía suficiente forma y consistencia en la mayoría de los países; en otros sigue salvando obstáculos en la búsqueda de medios y caminos. Sin perderlos de vista, a ellos y a sus luchas, es preciso también elevar nuestra mirada hacia metas más lejanas y soñar un poco: es lo que nos hemos atrevido a hacer cuando nos ha sido posible.

Bibliografía

- ARROW, K. J. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. Universities, National Bureau, The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors, 1962.
- ; CAPRON, W. M. Dynamic Shortages and Price Rises: The Engineer-Scientist Case. Quarterly Journal of Economics, May 1959.
- AUGER, Pierre. Scientific Cooperation in Western Europe. *Minerva*, vol. I, n.º 4, Summer 1964.
- BENNETT, William B. The American Patent System. Louisiana State University Press, Baton Rouge, 1943.
- BENOIT, E. Europe at Sixes and Sevens. Columbia University Press, 1961.
- BERNAL, J. D. Science in History, London, 1965.
- BRYANT, Samuel W. The Patent Mess, Fortune, Sept. 1962.
- Central Advisory Council for Science and Technology. Technological Innovation in Britain, 1968.
- COLLETTE, J. M. La recherche, développement en Grande-Bretagne. *Cahiers de l'Institut des sciences économiques appliquées*, série T, n.º 2, Paris.
- CONSEIL NATIONAL DE LA POLITIQUE SCIENTIFIQUE (CNPS)¹. *Recherche et croissance économique, I*. Bruxelles, 1965.
- . *Recherche et croissance économique, II*. Bruxelles, 1968.
- COX, Donald W. America's New Policy Makers: The Scientists Rise to Power. Chilton Books, Washington, 1964.
- DAUMAS, Maurice. Esquisse d'une histoire de la vie scientifique. *Histoire de la science*, Paris, Gallimard, 1957. (Encyclopédie de la Pléiade.)
- DEDIER, S. Measuring the growth of Science. Science, Washington, 1962, II. 16.
- DE HEMPTINNE, Y., PIGANIOL, P. et VU CONG, L. Développement national, innovation technologique et programmation de la recherche, dans *Méthodes et moyens de déploiement de l'activité scientifique dans un pays d'Afrique intertropicale*, Actes du Colloque organisé par l'Unesco sur la politique scientifique et l'administration de la recherche en Afrique à Yaoundé (Cameroun) du 10 au 21 juillet 1967. SPS/11.
- DÉLÉGATION GÉNÉRALE A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE. La politique de l'État en faveur du développement industriel des résultats de la recherche. *Le progrès scientifique*, n.º 97, juin 1966.
- DE L'ESTOILE, M. Critères économiques de choix dans la politique scientifique et dans l'application de la science et de la technologie au développement. *Réunion*

1. Depuis 1968 le secrétariat du Conseil s'intitule Services de programmation de la politique scientifique du premier ministre (Belgique).

- d'experts sur le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique*, Unesco, Paris, 11-18 déc. 1968.
- DENISON, E. F. *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives before us*. New York; Committee for Economic Development, 1962.
- . *Selection of Articles on Economic Problems of Science and Technology*. Unesco, Paris, 1968.
- ; POUILLIET, Jean-Pierre. *Why Growth Rates Differ: Postwar Experience in Nine Western Countries* Brookings Institution, 1967.
- DE SAINT HIPPOLYTE, M. L'écart de productivité entre les États-Unis et les pays industrialisés d'Europe. *Le progrès scientifique*, n.º 120, juin 1968.
- DEWHURST, H. J. *America's Needs and Resources: A New Survey*. Twentieth Century Fund, New York, 1965.
- DIERASSI, Carl. A high priority? Research Centres in Developing Nations. *Bulletin of Atomic Scientists* (January) 1968.
- DOWNIE, J. *The Competitive Process*. 1958.
- DUPRE, Stéfán; LAKOFF, Sanford A. *Science and the Nation. Policy and Politics*, Washington, 1962.
- EDWARDS, A. *Investment in the European Economic Community*. Praeger, New York, 1964.
- EWELL, R. H. Role of research in economic growth. *Chemical and Engineering News*, Washington, vol. 33 (1955).
- FAVOREV, L. Un contrat administratif de type nouveau? Les conventions de recherche de la DGRST et de DRME. *Actualité juridique, Droit administratif*, 20 septembre 1965.
- FOURASTIÉ, Jean. *Le grand espoir du XX^e siècle*. Paris, Presses universitaires de France, 1949.
- . *The Causes of Wealth*, Illinois, 1960.
- FREEMAN, C.; YUNG, A. *The Research and Development Effort in Western Europe, North America and the Soviet Union*, OECD, Paris, 1965.
- FUCHS, Victor, R. *Productivity Trends in the Goods and Service Sectors, 1929-1961: A Preliminary Survey*. New York, National Bureau of Economic Research, 1967.
- GABRIEL. *The International Transfer of Corporate Skills*. Harvard University Press, Cambridge, 1967.
- GALBRAITH, John K. *The New Industrial State*, HMCO, Boston. 1927.
- GERRITSEN. Les problèmes et les méthodes de financement de la recherche scientifique et technique (point de vue d'un expert d'un pays occidental). *Réunions d'experts sur le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique*, Unesco, Paris, 11-18 déc. 1968.
- GRANICK, D. *The European Executive*. New York, 1962.
- GUSTAFSON, E. *Research and Development, New Products, and Productivity Change* American Economic Review, May, 1962.
- HANSTEIN, MM. H. D., NEUMANN, K. Die ökonomische Analyse des technischen Niveaus der Industrieproduktion. *Die Wirtschaft*, Berlin, 1965.
- HAYASHI, L'expérience japonaise dans le domaine du financement de la recherche scientifique et technique. *Réunion d'experts sur le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique*, Unesco, Paris, 11-18 déc. 1968.
- HERTZ, D. B. La recherche-développement considérée comme facteur de production. *Economie appliquée*, 1961, Paris.
- HINASIAN, J. R. *The economics of Research and Development*. Universities, National Bureau, The Rate and Direction of Inventive Activity, Economic and Social Factors, 1962.
- HIRSCH, S. *The U.S. Electronics Industry in International Trade*. National Institute Economic Review, n.º 34, November 1965.
- HEFMANN, F. *Forschung in der Amerikanischen Industrie*. Köln, 1922.
- HUMPHREY, Hubert H. "The Need for a Department of Science". *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, January 1960.
- HUVELIN, P. Les marchés d'étude et de recherche passés par les administrations publiques, régime français. *Aspects juridiques de la recherche scientifique*. Faculté de droit de l'Université de Liège et La Haye, Nijhoff, 1965.

- HUYGENS, Christian. *Correspondance, Œuvres complètes*, vol. IV. La Haye, Nijhoff.
- IMEDE. The Swedish Investment Reserve System. A Special Feature in Economic Policy. Institut pour l'étude des méthodes de direction de l'entreprise (IMEDE) Lausanne, 1964.
- JANTSCH, E. Technological forecasting in perspective. OCDE, 1967.
- JEFFIMOV, A. N. Die Rolle der Verflechtungsbilanz bei der Optimierung Volkswirtschaftlicher Proportionen. Berlin, Wirtschaft-Wissenschaft, 1965, n.º 10.
- JEWKES, J.; SAWERS, D.; STILLERMAN, R. The Sources of Invention. London, 1958.
- JOHNSON, E. A.; STRINER, H. E. The quantitative effect of research on national economic growth. International Conference on Operation Research, Aix-en-Provence (France), 1961.
- Joint Economic Committee, U.S. Congress. Higher Unemployment Rates, 1957-1960, Structural Transformation or inadequate Demand. Washington, D.C.: Government Printing Office, 1961.
- KEEZER, Dexter M. The Outlook for Expenditures on Research and Development During the Next Decade. American Economic Review, Papers and Proceedings, May 1960.
- KINDLBERGER. Economic Development. McGraw Hill, New York, 1965.
- KING, A. La coopération scientifique internationale: ses possibilités et ses limites. *Impact*, vol. IV, n.º 4, 1953.
- KING, James E. Science and Rationalism in the government of Louis XIV. John Hopkins Press, Baltimore, 1949.
- KUSICKA, H.; LEUPOLD, W. Industrie Forschung und Ekonomie. Berlin, 1966.
- LAYTON, C. Transatlantic Investment. Atlantic Council, Paris, 1968.
- LECERF, D. Les grands programmes de recherche et développement, instruments de la stratégie économique. *Impact*, vol. XVII, n.º 2, 1967.
- LYON, H. The Royal Society 1660-1940. Cambridge University Press, 1944.
- MANSFIELD, E. Rates of Return from Industrial Research and Development. American Economic Review, May 1965.
- MARLEWICZ, M. Les problèmes et les méthodes de financement de la recherche scientifique et technique (point de vue d'un expert d'un pays socialiste). *Réunion d'experts sur le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique*, Unesco, Paris, 11-18 déc. 1968.
- . *Système de financement de la recherche scientifique et technique. Réunion d'experts sur le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique*, Unesco, Paris, 11-18 déc. 1968.
- MATTHEWS, R. C. O. Contribution de la science et de la technologie au développement économique. *Réunion d'experts sur le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique*, Unesco, Paris, 11-18 déc. 1968.
- NATIONS UNIES: Le développement par la science et la technique. *Rapport sur la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées*, Genève, 4-21 février 1963 (UNCSAT), 8 volumes. Transfer and Adaptation of Technology for Developing Countries. United Nations E/C 5/31, New York, 1963.
- NELSON; PECK; KALACHEK. Technology, Economic Growth and Public Policy. Washington, 1967.
- NELSON, R. R. Uncertainty, Learning and the Economics of Parallel Research and Development Efforts. Review of Economics and Statistics, November 1961.
- ; PHELPS, E. S. Investment in Humans, Technological Diffusion and Economic Growth. American Economic Review, May 1966.
- NEUMEYER, F. Employees Rights in their Inventions: A comparison of National Laws. International Labour Review, January 1961.
- ODHIAMBO, T. R. East Africa: Science for Development. Science, November 17, 1967.
- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (OCDE). *Ampleur et structure de l'effort global de la recherche-développement dans les pays membres de l'OCDE*. Paris, 1967.

- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (OCDE). *Associations de recherche industrielle en France, Belgique et Allemagne*. Paris, 1965.
- . *Les gouvernements et l'innovation technique. Conférence ministérielle sur la science*. Paris, 1966.
- . *Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement*. Paris.
- . *Organisations scientifiques internationales*. Paris, 1965.
- . *Politique nationale de la science: Belgique*. Paris, 1966.
- . *Politique nationale de la science: États-Unis*. 1968.
- . *Rapport sur l'organisation de la recherche scientifique en France*. Paris, 1964.
- . *Economic growth 1960-1970*. Paris, 1966.
- . *The Impact of science and technology on social and economic development*. 1968.
- . *Gaps in technology between member countries. General report of Third Ministerial Meeting on Science, OECD, Paris*, 1968.
- . *Resources of Technical and Scientific Personnel in the OECD Area*. Paris, 1963.
- . *Reviews of National Science Policy, United States*. Paris, 1968.
- . *Science economic growth and government policy*. Paris, oct. 1963.
- . *A Study of resources devoted to research-development in OECD member countries in 1963-1964*. Paris, 1967.
- PAIGE, R. D.; BOMBACH, G. *A comparison of National Output and Productivity of the United Kingdom and the United States*. OCDE, Paris, 1959.
- PECK, M. J. *Science and Technology*. R. E. Caves and Associates Britain's Economic Prospects, 1968.
- PERROUX, François. *Le progrès économique*. Paris, Presses universitaires de France, 1965.
- PEVCHIN, G. *Les marchés d'étude et de recherche passés par les administrations publiques, régime des États-Unis. Aspects juridiques de la recherche scientifique*. Faculté de droit de l'Université de Liège et La Haye, Nijhoff, 1965.
- PHELPS, E. S. *Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research*. Review of Economic Studies, 1966.
- PIERRE, A. *La recherche scientifique en URSS*. *Industrie*, n.º 6, juin 1961, Bruxelles.
- PIGANIOL; VILLECOURT. *Pour une politique scientifique*. Paris, 1963.
- PRICE, Don K. *Government and Science*. New York, 1954.
- QUINN, B. M. *Technological Competition, Europe vs. U.S.* Harvard Business Review, July-August 1966.
- QUINN, J. B. *National Planning of Science and Technology in France*. Science, November 19, 1965.
- . *Science, technique et innovation: implications économiques*. Unesco, Paris, 11-18 décembre 1968.
- . *Scientific and technical strategy at the national and major entreprise level. Meeting of experts on the role of science and technology in economic development*. Unesco, Paris, 11-18 december 1968.
- ROBERTS, Edward B. *The dynamics of Research and development. Address to the National Security Industrial Association*, November 3, 1965.
- ROSE, H. *The rejection of the WHO Research Center*. Minerva, Vol. IV, n.º 3, Spring 1967.
- RUZIC, Neil P. *The case for going to the Moon, Part VII: The case for technological transfer*. *Industrial Research*, March 1965.
- SALOMON, J. J. *International Scientific Policy*. Minerva Summer, 1964, London.
- SALTER, W. E. G. *Productivity and Technical Change*. Cambridge University Press, 1960.
- SAMUELSON, R. J. *Israel Science Based Industry Figures Large in economic Plans*. Sciences, May 24, 1968.
- SCHMOOLKER, Jacob. *Invention and Economic Growth*. Cambridge, Massachussetts, 1966.
- SCHUMPETER, M. A. *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1949.
- SERVAN-SCHREIBER, J. J. *The American Challenge*. Hamish Hamilton, London, 1968.

- SHELL, K. Towards a theory of inventive Activity and Capital Accumulation. *American Economic Review*, May 1966.
- SHONFIELD, A. *Modern Capitalism*. Oxford Press, 1965.
- SILBERSTON, A. The Patent System. *Lloyds Bank Review*, April 1967.
- SOLOW, R. M. Investment and Technical Progress. *Mathematical Methods in the Social Sciences*. Stanford, 1960.
- SORBIERE. Discours à l'Académie de physiciens, 3 avril 1963. *Académie des sciences*, 1917, tome 1964.
- STEINITZ, K. Zeitfaktor und Effektivität der sozialistischen erweiterten Reproduktion Wirtschaftswissenschaft, 1965, nov., Berlin.
- STONEHILL, A. Foreign Investment in Norwegian Enterprises. Statistisk Sentralbyrå, Oslo, 1965.
- STOVER, Carl F. The Government contract system as a problem in Public Policy. The Industrie-Government Aerospace Relationships. Stanford Research Institute, January 1963.
- SZAKASITS, György D. Les diverses approches au problème de l'intégration des plans scientifiques et des plans économiques dans la planification générale. *Réunion d'experts sur le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique*, Unesco, Paris, 11-18 déc. 1968. Budapest, 1968.
- . La planification prospective des capacités de recherche-développement. *Közpazdasági Szemle*, n.º 9, 1962, Budapest.
- . *La recherche scientifique et le développement économique*. Budapest, 1965.
- TOMS, M.; HAJEK, M. Determinants of Economics Growth and integral Productivity. *Politika Ekonomica*, n.º 10, 1966, Prague.
- UNESCO. Directory of International Scientific Organizations. 2nd edition. Paris, 1953. Tendances actuelles de la recherche scientifique, 1961.
- . *Conférence internationale sur l'organisation de la recherche et la formation du personnel en Afrique en ce qui concerne l'étude, la conservation et l'utilisation des ressources naturelles*, à Lagos (Nigeria), 28 juillet-6 août 1964: *Rapport final*.
- . *Conférence sur l'application de la science et de la technologie au développement de l'Amérique latine, Santiago du Chili, 13-22 septembre 1965: Rapport final*.
- . *Directives pour l'élaboration des études de politique scientifique nationale* 1965. (Unesco/NS/ROU/85.)
- . *La politique scientifique et l'organisation de la recherche en Belgique*. Paris, 1965.
- . Science policy and organization of scientific research in the Czechoslovak Socialist Republic. Paris, 1965.
- . National science policies in countries of South and South-East Asia. Paris, 1965.
- . Science policy and organization of research in Norway. Paris, 1966.
- . *Recherche scientifique en Afrique: politiques nationales, institutions de recherche*. 1966.
- . *Répertoire mondial d'organismes directeurs de la politique scientifique nationale*. Vol. I: *Europe et Amérique du Nord* (1966); col. II: *Asie et Océanie* (1968); vol. III: *Amérique latine* (1968).
- . *Principes et problèmes des politiques scientifiques nationales*. Paris, 1967.
- . *Schémas structurels et opérationnels d'une politique scientifique nationale*. Paris, 1967.
- . Science policy and organization of research in the USSR. Paris, 1967.
- . *Les liens bilatéraux entre institutions, comme moyen d'accélérer le développement*. 1967.
- . Science policy and organization of scientific research in Japan. Paris, 1967.
- . Science policy and the organization of scientific research in the Socialist Federal Republic of Yugoslavia. Paris, 1968.
- . National science policies of the USA. Origins, development and present status. Paris, 1968.
- . *Contribution de l'Unesco au premier stade du Plan mondial d'action pour l'application de la science et de la technique au développement*. 1968. (Unesco/NS/ROU/155.)

- UNESCO. *Le problème de l'émigration des scientifiques et des techniciens*. 1968. (Unesco/NS/ROU/158.)
- . *Colloque sur la politique scientifique et la recherche biomédicale*, Paris, 26-29 février 1968: *Conclusions*.
- . *Colloque sur la recherche sur le cerveau et le comportement humain*, Paris, 11-15 mars 1968: *Rapport final*.
- . *Réunion d'experts en politique scientifique préparatoire à la Conférence des ministres de la science des Etats européens membres de l'Unesco*, Bucarest (Roumanie), 23-30 avril 1968: *Rapport final*.
- . *La politique scientifique et ses rapports avec la planification du développement national. L'application de la science et de la technique au développement de l'Asie. Données et considérations de base*. 1968.
- . *Conférence sur l'application de la science et de la technique au développement de l'Asie*, New Delhi (Inde), 9-20 août 1968: *Rapport final*.
- . *Directives pour la rédaction d'un résumé national, analysant l'état actuel et les perspectives de la politique scientifique dans un Etat membre européen de l'Unesco*. (Unesco/NS/ROU/167.)
- . *Conférence intergouvernementale d'experts sur les bases scientifiques de l'utilisation rationnelle et de la conservation des ressources de la biosphère*, Paris, 4-13 septembre 1958: *Rapport final*.
- . *Activités de l'Unesco dans le domaine de la promotion de la coopération scientifique et technique*. 1968. (Unesco/NS/ROU/172.)
- . *Activités de l'Unesco dans le domaine des politiques scientifiques et technologiques nationales*. 1968. (Unesco/NS/ROU/169.)
- . *Deuxième réunion des dirigeants des conseils nationaux de la politique scientifique et de la recherche des Etats membres d'Amérique latine*, Caracas (Venezuela), 10-17 décembre 1968: *Rapport préliminaire*.
- . *Réunion d'experts sur le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique*, Paris 11-18 décembre 1968: *Projet de rapport sur le premier thème: Politique scientifique et développement économique; projet de rapport sur le troisième thème: Problèmes et méthodes de financement de la recherche scientifique et technique*.
- . *Manuel d'inventaire du potentiel scientifique et technique national*. 1969.
- . *Méthodes et moyens de déploiement de l'activité scientifique dans les pays d'Afrique intertropicale. Actes du colloque sur la politique scientifique et l'administration de la recherche en Afrique*, Yaoundé (Cameroun), 10-21 juillet 1967.
- UNION DES ASSOCIATIONS INTERNATIONALES. *Yearbook of International Organizations*, 12th edition, Bruxelles, 1969.
- USHER, D. *The Welfare Economics of Invention*. *Economica*, August 1964.
- VAN HOORN, J. *Régime fiscal de la recherche et du développement technique*. Paris, OCDE, 1961.
- VILLECOURT. *Formes de coopération dans les problèmes de politique scientifique, Séminaire de Jouy-en-Josas*, 19-25 février 1967, OCDE, 1967.
- WEINBERG, A. *Criteria for Scientific Choice*. *Minerva*, Winter 1963.
- WELLES, John G. *et al.* *The Commercial application of Missile/Space Technology*. Denver Research Institute, University of Denver, 1963.
- WELLES, John; WATERMAN, Robert. *Space technology. Pay off from Spin off*. *Harvard Business Review*, July-August 1964.
- WILLIAMS, B. R. *Research and Economic Growth-What Should we Expect?* *Minerva*, Autumn 1964.
- WOODWARD, F. N. *Structure des associations de recherche industrielle*. OCDE, 1965.



EL
DESARROLLO
POR LA
CIENCIA

5827
