

INSTITUTO LATINOAMERICANO
DE PLANIFICACION
ECONOMICA Y SOCIAL



LIMITADO
INST/S.4/L.2/add.4
28 de julio de 1969
ORIGINAL: ESPAÑOL

SEMINARIO SOBRE DESARROLLO NACIONAL CON INTEGRACION
Organizado en colaboración con CELADE y CLACSO
México, D.F., 4 al 8 de agosto de 1969



ELEMENTOS PARA LA ELABORACION DE UNA POLITICA DE
DESARROLLO CON INTEGRACION PARA AMERICA LATINA*

Documento preparado por el ILPES y el CELADE

Capítulo IV

La ciencia y la tecnología

* Este estudio forma parte de un conjunto de investigaciones coordinadas que se realizan con diversos centros nacionales de investigación de América Latina.

El presente texto es una versión revisada y mejorada del capítulo IV del documento INST/S.3/L.3 distribuido con anterioridad con motivo del seminario celebrado en Santiago de Chile, del 15 al 19 de julio de 1968.

Proyecto de índice general

ELEMENTOS PARA LA ELABORACION DE UNA POLITICA DE DESARROLLO CON
INTEGRACION PARA AMERICA LATINA

(Índice sintético de la segunda versión)

Síntesis y conclusiones

Primera parte. Algunos problemas básicos del desarrollo de América Latina

Capítulo I: Los problemas del estrangulamiento externo y su relación con el desarrollo de sectores fundamentales.

Capítulo II: Ocupación, población, y distribución del ingreso

Capítulo III: Aprovechamiento de la capacidad productiva en el sector industrial

Capítulo IV: La ciencia y la tecnología

Segunda parte. Análisis de algunos de los elementos más importantes de una política de desarrollo para el conjunto de América Latina

Capítulo V: La sustitución regional de importaciones y la integración

Capítulo VI: La exportación de manufacturas

Capítulo VII: La ampliación del mercado interno y su relación con políticas de ocupación

Capítulo VIII: Algunos aspectos de la política de desarrollo para grupos de países

Apéndices estadísticos

Se incluye este proyecto de índice general del estudio para orientación de los participantes sobre el contenido del estudio del presente documento.

CONSIDERACIONES GENERALES

Para estudiar un tema de la complejidad de éste se requiere partir examinando y precisando las nociones usuales, o si se quiere definiciones, que hay sobre él.

Una visión económica simple y tradicional, concibe a la tecnología a través de su expresión en técnicas, y a éstas como las maneras de combinar los factores de producción y los insumos. Es decir, resulta una noción exógena a la economía, un dato, tal como los gustos de los consumidores. Una noción de este tipo, bastante extendida por cierto, descuida por entero precisamente la importante evolución de esas técnicas, la transformación de los modos de producir, y descuida también a la actividad económica que logra estos resultados. Esta actividad, científica y tecnológica no es despreciable, y sobre todo, su rol cualitativo no puede perderse de vista.

Las consideraciones sobre la tecnología, surgen a cada instante en el examen del desarrollo. El contraste entre la magnitud y efectos de la tecnología en los países avanzados con su rol y composición en economías subdesarrolladas; surge también en casos concretos, muy abundantes, en la industria química por ejemplo, por la velocidad con que cambian las técnicas productivas y la manera vertiginosa en que aumenta la dimensión de las plantas óptimas. Todo ese proceso de cambio, se advierte con facilidad, que puede trastornar las relaciones de inversión y de ocupación en una economía. Para la ciencia, los países subdesarrollados, se ha dicho con mucha razón, son un desierto.

No es posible entonces, limitarse a una definición, que desde cualquier punto de vista, fuera de la forma académica de la disciplina, resulta bastante estéril.

Los economistas, usualmente han tenido poco que decir sobre el tema de la tecnología y la ciencia. De ellos, sin embargo, los estudiosos de la historia económica debieron confrontar el problema en toda su magnitud, que ha dejado su sello peculiar en cada siglo. En los años 50, se reactiva el interés de los economistas sobre este asunto, pero esto se traduce en visiones a través de modelos de alta agregación a que si bien se llega a la conclusión de la tecnología es importante, no parece ser mucho más lo que se extrae.

/En los

En los países desarrollados, la actividad científica ha crecido con rapidez que supera en varias veces a la de su producto, y lo que es más importante, se ha adquirido conciencia de su rol económico y social. La política científica empezó a discutirse en los años 20, cuando ya existía una ciencia pujante, y los países fueron adoptando políticas científicas, pero la mayoría de las economías avanzadas, tomaron este paso con decisión, sólo después de 1960. A partir de esta fecha, esos países contaron con un sistema institucional para diseñar y aplicar la política científica y tecnológica

Una vez que se sale de la comprensión del fenómeno científico en un solo campo especializado, casi todas las definiciones existentes, enfatizan el carácter de proceso que tiene la creación y aplicación de tecnología, y también subrayan la necesidad de concebir a estas actividades en un solo sistema integrado.

Es importante señalar que el sistema científico llega a entrelazarse con los valores de la sociedad, y forma parte de ellos, incluso, Dedijs, uno de los que se han ocupado del tema se refiere a la ideología de la investigación científica. Ideología, en el sentido de normas encaminadas a la acción.

En contraste, en algunos casos, se intenta superar esa visión simple a que antes se hacía referencia, de la ciencia y técnica como un dato, pero se admite adicionalmente que esos datos, un conjunto de dispositivos, trabajo calificado y aptitudes organizativas, constituyen a la ciencia y tecnología.

Pero, indudablemente, la ciencia es más que esto. Se trata de un fenómeno social, como lo atestigua su papel histórico y actual en relación con el nivel de vida de las sociedades que se sustentan en la técnica y en su relación con los valores de la sociedad, basta examinar su rol bélico y político. Por cierto que también es social por sus realizaciones médicas. Además, se trata de un fenómeno cultural, por la temática que abarca, por su trasmisibilidad de generación en generación, por su ligazón con los valores sociales y la contribución a su cambio. Además, en la medida en que representa conocimiento y dominio acrecentado sobre las fuerzas de la naturaleza, además de ser cultural, tiene importancia por su

/significado técnico

significado técnico y económico, que en definitiva puede viabilizar el cambio social. Así, puede apreciarse una concepción de la ciencia y técnica como un sistema coordinado de ideas, técnicas y patrones de acción, que pervade toda la sociedad.

De este modo, si bien tratará de examinarse al sistema científico en el contexto de la economía del desarrollo, ambos tienen un significado mucho más amplio que la sola economía, y ese significado más amplio es el que permite comprender sus importantes efectos económicos.

Se trata pues, de un modo amplio, del saber, de la sistemática producción y aprovechamiento de conocimientos, con énfasis especial en sus aspectos industriales, como aspecto tipificante de las economías avanzadas. Sin embargo no hay que olvidar los elementos críticos que permitirían su adecuada asimilación a otras economías. La tradición crítica es precisamente uno de los elementos valiosos de la historia científica, y su empleo le permite renacer de sí misma. La crítica tiene relevancia además en dos sentidos muy amplios, uno de ellos en relación con los patrones culturales de países subdesarrollados que constituyen serios impedimentos a su desarrollo científico, el otro en relación con las orientaciones bélicas del esfuerzo científico en los países desarrollados, que no parece deseable imitar.

En la ciencia ^{1/} como sistema, pueden diferenciarse componentes, pero la ciencia no equivale a ninguno de ellos, aisladamente. La ciencia no es la investigación, ni el proceso o diseño de la fábrica, ni la patente o máquina. Tampoco es sólo el conjunto de los bienes materiales o culturales, comprende además algunos valores y metas de la sociedad.

No es de extrañar entonces, que cuando se traslade algunos de esos componentes a un país subdesarrollado, eso no hace fructificar a la ciencia local. Es común la obsolescencia de las instalaciones, que en un momento fueron modernas, el decaimiento progresivo de los conocimientos adquiridos por los técnicos en el exterior, y otros casos similares. La ciencia no se reproduce al trasladarse de esa manera parcial, se desgasta, se transforma en un consumo.

^{1/} Ciencia se utilizará como sinónimo del sistema integrado científico y tecnológico.

A escalas diferentes, se da también un problema similar en los países desarrollados. La experiencia histórica de la industrialización pudo trasladarse a bastantes economías. La etapa de la sistematización científica, resulta ser de extensión más difícil. Entre las razones visibles de esta dificultad están sus más exigentes requisitos. Diferencias insignificantes en el patrón industrial o los sistemas educativos en el modelo industrial, resultan problemas considerables para el desarrollo científico. Las necesidades de recursos son también más exigentes, y se advierte con claridad cómo es preciso cambiar algunas escalas axiológicas de la sociedad para poder emprender la carrera científica. Si así aparece el problema para muchos países desarrollados - la angustia europea sobre su retraso en este campo lo atestigua - cuanto más seria es la dificultad para economías subdesarrolladas.

Ya se mencionó que - además de su importancia industrial, y por ella - la ciencia es un componente esencial de la cultura. La cultura también se considera como un conjunto interrelacionado, y que sólo en ese contexto tiene sentido. La cultura, o la ciencia, se objetivan en sus resultados, pero no pueden entenderse sólo por ellos. Es típico también de la actividad cultural, su incorporación de valores.

Parece ocioso insistir en el tema, si no fuera porque esa visión integral del papel de la ciencia, es una noción poco frecuente en América Latina, siendo común en los países desarrollados. Esto se revela no sólo en la concepción del problema, sino también en la temática de las discusiones y algunas guías de acción en materia científica.

Los elementos críticos en la ciencia, son de interés para el cambio social, en la medida en que se traducen en un desafío creador. La ciencia adelantó históricamente superando concepciones arcaicas y mitos, aunque también fue originando problemas nuevos. Por ejemplo, en los países desarrollados se reconoce, no sin inquietud, que la política científica tiene el sello de la emergencia y propósitos esencialmente bélicos en contraste con importantes problemas sociales vigentes en dichos países y también en contraste con los argumentos de racionalidad que parecieran ser sinónimo mismo de la actividad científica. Y si bien hay inquietud,

/se acepta

se acepta que la crítica social, en el campo científico es débil. Entre las críticas más recientes, se ha intentado señalar al cuerpo de científicos como nuevos bramanes, cuya exclusividad y control del conocimiento científico es su palanca de movilidad social.

El considerable y reciente frenado a que se han sometido en los Estados Unidos, sobre todo los gastos de investigación académica, que habían crecido con mucho mayor rapidez que todos los de la ciencia y tecnología, ha sumido a muchos investigadores en la frustración, y es otro componente de un reexamen, del que aún no se ha salido.

Para sistematizar la invención, ha sido preciso crear conciencia sobre el contenido y el rol del sistema científico, como el conjunto de sus resultados, con la economía, los valores sociales, la educación, y otros. Así, la ciencia no es un conocimiento indiferenciado que pueda transferirse ya sea en libros, máquinas, o licencias. La ciencia tiene una estructura en la que puede diferenciarse: a) una actividad creadora, ejercida por los científicos y técnicos; b) un resultado, en el que se objetiva o incorpora la actividad, tal como un diseño, un concepto nuevo, o la solución a algún problema productivo, o bien una máquina con algo nuevo; c) un acervo de conocimientos científicos. La unidad de este conjunto de componentes se da en dos planos, uno, el valorativo a través de los valores sociales, las ideologías y las políticas económicas, el otro, en el plano material, por las relaciones técnicas del sistema científico dentro de sí y en el sistema productivo, y por sus resultados prácticos.

Los esfuerzos estadísticos para apreciar la magnitud de la actividad científica que ha realizado la OECD, se refieren a ese concepto integrado de la ciencia, y registran dicha actividad científica - y no sus resultados - a través de los gastos corrientes y de capital.

Otro aspecto caracterizante de la ciencia es su propia superación, no sólo en el esfuerzo creativo sino también en el aprovechamiento de sus resultados y la interacción entre ambos, con lo que se consigue acrecentado dominio sobre las fuerzas naturales. Justamente, uno de sus propósitos más antiguos, es la superación del medio natural. Por eso, cuando se afirma que, en las economías subdesarrolladas es necesario atenerse a la constelación de recursos, o bien, desarrollar una técnica adecuada y nueva

/para los

para los recursos peculiares, sin más pretensión, no puede ocultarse que en esencia se trata de invertir las finalidades de la ciencia, esto es precisamente la superación de la naturaleza.

Tanto el caso histórico de los Estados Unidos como el japonés ilustran, de distinta manera, el contraste entre naturaleza y creación cultural. En el primero partiendo de una rica base relativa de recursos, desde la independencia se realiza un esfuerzo dirigido a la creación técnica incluso hasta que en la actualidad, algunos recursos originales se han hecho exiguos, problema que la técnica se encarga nuevamente de superar. En el segundo caso, la creatividad científica permite superar la estrechez de recursos.

El desarrollo y primacía de la petroquímica en países que no cuentan con notables recursos petroleros, la exportación a los Estados Unidos de arrabio y productos de acero desde el Japón, sin grandes recursos ferríferos, son otros casos ilustrativos.

La adaptación a los recursos aparece pues, como una falacia. Niega, además, la esencia del progreso técnico. Los bienes de la tecnología no son valiosos por su condición natural, sino en la medida en que satisfacen requisitos o especificaciones técnicas para usos previamente concebidos. Los materiales son susceptibles de mejora o de creación, no sólo se imita a la naturaleza sino se la supera, para satisfacer los requisitos de la técnica. El cobre por ejemplo, no interesa como tal, sino por su conductibilidad eléctrica, peso específico y costo, para los usos correspondientes. Algo similar puede decirse del cobre para aleaciones. Para satisfacer las especificaciones se han diseñado a su vez las tecnologías que tratan a los productos naturales hasta conseguir el resultado deseado. Qué especificaciones puede satisfacer una constelación de recursos donde muchos son naturales.

Se ha dado la adaptación a los recursos en los países desarrollados, por cierto, pero usualmente a recursos nuevos, o bien para adaptarse a recursos naturales más abundantes o baratos sin cambios sustanciales en las técnicas. Pero, la marcha general del proceso es a la inversa, de la naturaleza hacia la cultura, es como avanza.

Los argumentos expuestos hasta ahora, muestran cómo el papel moderno de la ciencia, es el de una verdadera industrialización de la cultura. En contraste con ese mundo cultural y el sistema integrado en el que florece la actividad científica, su aparición en los países subdesarrollados se da en formas y contextos completamente diferentes, y resultados también distintos.

En estas economías, la tecnología aparece fundamentalmente como un producto terminado, o el conjunto de ellos. Pero no es lo único que proveniente de países avanzados, se mira como un resultado final y no como actividad permanente. Las ideologías - se ha dicho - incluso, se absorbieron con rigidez, no como métodos de acción y a la vez de investigación de la realidad, sino como sistemas de valores permanentes.

Esa actitud influencia a la educación técnica, su finalidad se reduce a conocer el manejo del producto, o al examen rutinario de problemas de operación que deben resolverse in situ. No se plantea recrear el producto, superarlo. La creatividad se restringe a lo imprescindible, o a lo naturalmente abundante, en lo cual hay una práctica de importancia tal como la actividad agropecuaria, o el examen de recursos mineros y pesqueros.

Cuando se teoriza sobre alternativas económicas, la así llamada selección de técnicas, los planificadores y economistas trabajan con una técnica constante y exógena. En esos estudios se intenta satisfacer determinadas metas socioeconómicas, adaptándose a una constelación de recursos. Las técnicas en ese caso, simplemente están disponibles o no lo están. Es decir, surgen abruptamente, sin preguntarse de dónde salen o cuál es su proceso de maduración. Las implicaciones de estas preguntas respecto al propio desarrollo o a la inversión extranjera son importantes.

Es decir, otra vez, aparece la técnica como un producto terminado, como un conjunto de datos, rígido en el tiempo. Pareciera que se trata de un bien libre, del cual es sólo cosa de apropiarse. Se trata de una clara expresión del hecho que la tecnología se incorpora a través de las importaciones en los países subdesarrollados. O sea, que se incorpora como los productos terminados de la tecnología y no como proceso creador, por su objetivización pero no por su actividad. Resulta así comprensible que se tenga una visión distorsionada de ella.

La industrialización sustitutiva, precisamente, no ha sustituido tecnología, ha sustituido sus bienes pero no sus conocimientos o actividad. Además, ya se indicó que la ciencia, como fenómeno cultural, no puede implantarse simplemente, mediante la transferencia de sus componentes o resultados. Se ha realizado pues una sustitución de bienes, que ahora se encuentra limitada por la necesidad de sustituir conocimientos. Uno de los campos donde se advierte esta limitación y la necesidad de crear esos conocimientos, es en bienes de capital.

Por cierto que la sustitución de conocimientos precisa contar con una valoración social de su necesidad, lo que implica ciertos cambios en los valores vigentes, en especial la preminencia, por ejemplo, del consumo, directo o indirecto en que se traducen las divisas de importación, esto es otra revelación de en qué forma se valora la técnica, como sus productos finales.

En medios económicos, es usual encontrar esa visión adaptativa para las economías subdesarrolladas a que ya se hizo referencia. Con diversas variantes, se plantea fundamentalmente que al haber mayor disponibilidad relativa de mano de obra a capital, que en otros países, sería preciso crear o adaptar técnicas más apropiadas a esta situación. Eso es, concebir una técnica más apropiada a la disponibilidad relativa de recursos, sin precisar si es o no nueva; sin embargo, se hace ver que esa técnica no tiene por qué ser la que se aplica en otros lugares, o se importa de ellos. Pero parece perderse de vista el hecho de que también las técnicas alternativas han sido el fruto de los países desarrollados y que resulta casi imposible plantearse un nuevo resultado sin contar con todos los demás componentes de la ciencia. Estas consideraciones sobre la búsqueda de técnicas más apropiadas a los recursos, si pasan de la exhortación general, terminan en un examen de técnicas alternativas y disponibles como se describió antes, o bien en buscar un arreglo en algunas partes restringidas del proceso productivo para lograr una ocupación mayor. No suele examinarse simultáneamente el hecho de la importante capacidad no utilizada en las industrias de América Latina, o la posibilidad de producción en varios turnos con lo que se conseguiría, tanto un empleo más completo de los equipos como mayor ocupación. Plantearse la necesidad de /técnicas distintas

técnicas distintas resulta así un elemento de sugerencias demasiado incipiente para ser útil. Pero sobre todo, en un planteamiento ficticio, por la misma naturaleza de la tecnología.

El planteamiento anterior se trata típicamente de un "bottleneck approach" ^{1/} que parte del estrangulamiento en el empleo y supone que la tecnología es bastante maleable, a pesar que se la representa exógena y fija, como para alterar esa situación y, simultáneamente, llevar al desarrollo económico aunque no queda explícito su significado en el largo plazo. Se hace caso omiso de que en esas condiciones no se producirían muchos bienes específicos, de que el nivel de productividad sería bajo y las perspectivas del comercio internacional magras. Parece tratarse pues de un planteamiento poco realista, pero es común, y por eso resulta necesario referirse al caso.

Otro extremo, que también suele plantearse, es que sólo la más elevada productividad, con las tecnologías más recientes, en aplicación masiva, son capaces de resolver el problema. Este enfoque salta por encima de la realidad económica, y tampoco plantea la tecnología en un contexto adecuado. Para la política económica ambos enfoques pueden coexistir y así sucede. El problema de la política económica es cómo, a la vez que satisface las exigencias de la realidad va superándolas hacia la posibilidad, mediante un adecuado empleo de la tecnología, logrando de ese modo el desarrollo económico que implica crecientes escalas culturales y productivas. Es decir, si a la larga, efectivamente no predominara el esquema innovativo y tecnológico, no parece tener mucho sentido el desarrollo económico.

^{1/} Lo de "bottleneck approach" en contraste con lo que podría llamarse un enfoque afirmativo, representa lo siguiente. Cuando se presenta un conjunto de problemas, si se intenta resolver fundamentalmente los más agudos o dominantes cuantitativamente, el diseño de las soluciones está muy influido entonces por el apremio o la magnitud de alguno de los problemas. Sin embargo se puede plantear la duda de si el conjunto de problemas, ya no sólo los más apremiantes reciben una solución adecuada de ese modo. La medida de alivio puede constituirse en un espejismo de solución a largo plazo. Mientras tanto, un enfoque afirmativo, no sólo parte del apremio o de la magnitud relativa de algunos de los problemas, sino intenta concebir un diseño de solución más completa en cuanto a comprensión y a tiempo.

Pensar que en ciencias sociales una solución nacida de una visión de apremio (el bottleneck approach) lleve a una solución integral suele resultar simplista.

/El propósito

El propósito de la visión adaptativa, en términos positivos, es de carácter defensivo, pero implica no sólo resolver los problemas usuales de la tecnología - una rica realidad cultural - sino además enfrentar el problema adicional de transformarla, para adaptarla al subdesarrollo. El esquema que pone énfasis en las ventajas de la tecnología, si bien omite la problemática del subdesarrollo, ofrece una visión afirmativa, en la que implícitamente se debe transformar la propia realidad cultural.

Sin embargo, en ambos esquemas frecuentes, por su simplicidad, no se llega a configurar los mecanismos de la actividad creativa científica que haga posible tales cambios, se miran solamente los resultados. En ambos sólo queda la sugerencia de que la práctica facilitará la tarea, sobre todo en el caso del esquema apoyado en el avance tecnológico. Sin embargo, de no resolverse este aspecto, en ambos casos puede seguir dándose una ciencia trunca, basada en la implantación de sus frutos y a través de las importaciones.

Es preciso pues, enfrentarse a la necesidad de crear una tecnología, con todas las implicaciones que esto tiene, siendo algunas de estas, la magnitud de recursos que demande y los cambios de actitudes.

Si bien la creación tecnológica suele sintetizarse por el concepto innovación, que lleva con rapidez a ambiciosas imágenes, en términos de lo que el concepto significa en los logros de la ciencia moderna, para la gestación propia de tecnología se precisa sobre todo, un concepto más humilde y cotidiano de lo que significa innovación. Mucho de lo que es corriente en economías avanzadas, resulta nuevo en las subdesarrolladas. Lo que en unas es un proyecto rutinario, puede implicar un problema y un desafío científico para otros, así, lo cotidiano para unos puede ser innovación en el contexto del subdesarrollo. Se trata de la conocida "imitación", pero la imitación eficiente es algo muy complejo, se trata de una comprensión profunda, de una recreación, a esto podría llamársele una asimilación creativa, a diferencia de la simple implantación.

Es ese proceso imitativo, de la asimilación creativa, el que han utilizado intensamente las economías de reciente desarrollo como Japón, la Unión Soviética y otras en que se han conseguido logros técnicos.

/En ese

En ese proceso, junto con redescubrir y encontrar nuevos caminos, se redespliega toda la problemática del proceso creativo y se enfrenta con la realidad cultural propia. Ese procedimiento tiene la ventaja de que es posible ahorrar recursos, y cuenta con guías que orientan el trabajo y decisiones, en base a la experiencia de los demás, experiencia que suele estar disponible a través de varios mecanismos de transmisión.

Sólo una asimilación creativa muy alerta, sin embargo, es capaz de filtrar, separar y recomponer de distinto modo los elementos ideológicos de los tecnológicos, o reconocer la interacción entre ambos y examinar su compatibilidad con los valores propios. Una situación así sería prueba de madurez en el campo científico.

Sobre esta dificultad hay poco conocimiento y experiencia. Pero es interesante señalar un caso pertinente. Como no sólo se implantan los productos de la técnica como resultados finales, sino también se trasladan las temáticas de la investigación, en un medio donde los recursos para la investigación son exiguos y muy ligados a la universidad, esos recursos se dedican con frecuencia a temas lejanísimos, no sólo de la realidad del subdesarrollo, sino incluso lejana a la de los países desarrollados. En estas últimas, eso no constituye ningún problema, y puede ser una virtud, de ese modo se realiza la exploración de nuevas líneas científicas que comprometen sólo una parte pequeña del esfuerzo realizado, pero en el medio más desarrollado, comprometen una parte sustancial, eso señala el significado enorme de las diferencias, nuevamente.

Esta traslación acrítica de la temática ha sido descrita de manera interesante:^{1/} "Para el joven científico inteligente este problema no existe. Tan aplastante es el prestigio de la ciencia, personificada por los principales científicos del momento, que simplemente no puede aceptar - a veces ni concebir - que sea apropiado explorar campos que ellos no hayan bendecido. Hacer eso sería, a sus ojos, una confesión de impotencia, de no ser suficientemente bueno para competir en la

^{1/} O. Varsavsky, El colonialismo cultural en las ciencias naturales, Edición del CENDES, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1967.

gran carrera de la Humanidad para conquistar el Universo y alcanzar la verdad". Y continúa: "Es difícil hacerle ver que esta carrera no es un juego de seguir al líder; que el camino hacia la verdad se parece más a una red que a una línea, y que no es necesariamente ineficiente para los objetivos de la ciencia que diferentes países exploren diferentes mallas de esa red".

Con claridad surge pues, la necesidad de diseñar una política científica y tecnológica. Se trata de una política de esencia cualitativa que alcanza a la economía y también a la sociedad, y por consiguiente, para ser eficiente una política de este tipo debe ser equivalente a una reforma estructural. El énfasis ya tradicional en la industrialización sustitutiva no podrá superar sus limitaciones sobre todo en bienes de capital, ni por lo tanto podrá superarse la herencia limitativa - vía estructura de exportaciones - del modelo primario exportador, sin la búsqueda de la creatividad tecnológica propia, que no necesariamente implica crear una tecnología nueva y original, al menos por un tiempo.

En el terreno delineado, resulta interesante y significativo que en discusiones recientes se ponga mucho énfasis en la transferencia de tecnología pero casi ninguno en su creatividad. Cualquier transferencia planteada sólo en términos ya sea de inversión externa, de licencia, o de productos - ya se planteó anteriormente - no resuelve el verdadero problema, al menos por sí sola, que es el de crear un sistema científico, es decir, una capacidad integral para resolver los problemas científicamente. Lo integral no impide la especialización, lo integral se refiere tanto al sistema, a las actitudes inquisitivas y críticas como a la naturaleza funcional de los conocimientos, que permiten cierta flexibilidad en el paso de unas especialidades a otras, tanta flexibilidad como lo que precisamente va creando el progreso al alterar las especialidades.

Nuevamente se remarca lo artificioso de los planteamientos que afirman que se ha incorporado tecnología porque se compró o instaló una fábrica moderna, o que así se tiene acceso a la tecnología. En este contexto debe examinarse también a la inversión extranjera, pues

uno de los argumentos empleados para legitimarla es su aporte tecnológico. Mientras sea el aporte trunco, ya descrito, no podrá realmente valer como contribución tecnológica y sin embargo, la apariencia de ser tal, y su efectividad como resultado de la tecnología, pueden limitar seriamente la creación autónoma, sin contar otras implicaciones, como la del comercio exterior. Salvo que, expresamente se considere difícil o se retarde por un tiempo la creación tecnológica en un campo específico, pero aún así subsiste la crítica al argumento legitimante.

Un campo en el cual se advierte de inmediato la trascendencia de la tecnología es el comercio exterior. El carácter subordinado de las economías subdesarrolladas y su inestabilidad en comercio exterior tienen una versión tecnológica. Así como en el conjunto del comercio mundial, en las importaciones de los países subdesarrollados, crecen y predominan los bienes de la tecnología moderna. En las exportaciones se participa en un contexto muy diferente a través de bienes que, debido a su naturaleza primaria, van siendo desplazados del comercio mundial precisamente por los frutos de la tecnología, tanto específicamente por bienes que cumplen similares funciones o son mejor producidos, como en términos más amplios, al formar los bienes primarios una porción declinante, en términos relativos, del comercio mundial.

Debe advertirse que no es posible hacer el planteamiento simplista de que el monto de recursos destinado a la ciencia influye directa o establemente sobre la tasa de crecimiento del producto. Es una condición necesaria pero no suficiente. Además, la importancia que se confiere a la ciencia se da tanto en el plano político-cultural como en el económico. Esto señala que un indicador, como la tasa de crecimiento del producto, no revela esa clase de acontecimientos.

ASPECTOS ECONOMICOS DEL SISTEMA CIENTIFICO

Conviene ilustrar la naturaleza y magnitud de los aspectos económicos ligados a la ciencia, tratando, en lo posible, de hacer referencia a los problemas de América Latina, aunque por ello sea preciso estirar al máximo y hasta conjeturar sobre la escasa información disponible, escasez que es significativa de por sí.

Una esquematización inicial y bastante conocida, sobre la importancia del esfuerzo tecnológico, viene dada por la fracción del producto nacional bruto que se destina a investigación y desarrollo. En este sentido destaca la economía norteamericana con un 3.5 ^{1/} por ciento, en la actualidad.

Una estimación conservadora sobre la proporción correspondiente en la Unión Soviética muestra que la relación es superior al 2.5 por ciento. ^{2/} (Se dice conservadora por la necesidad y forma de hacer comparables tanto el numerador como el denominador de la relación, los autores sugieren que se trata seguramente de una subestimación de la cifra real).

En el cuadro 1, siguiente puede apreciarse el orden de magnitud de los gastos en investigación y desarrollo de un conjunto de países, por lo general europeos.

Cuadro 1

PROPORCION DEL PRODUCTO NACIONAL BRUTO ^{a/} DEDICADO A INVESTIGACION Y DESARROLLO ^{b/} ALREDEDOR DE 1963

Países	Proporción en milésimos	En dólares per cápita
Estados Unidos	33	110
Unión Soviética	25	
Reino Unido	23	40
Holanda, Francia, Suecia	de 19 a 15	27 a 34
Alemania, Japón	14	25 y 9
Bélgica, Canadá	10	15 y 23
Noruega, Italia, Irlanda	de 7 a 5	11, 6, 4
Turquía, Austria, Grecia, España, Portugal	de 4 a 2	0.9, 3, 0.9, 1.0, 1.0

Fuente: OECD. 2. "Statistical Tables and Notes." A Study of Resources Devoted to RRD in OECD Member Countries.

a/ A precios de mercado

b/ El término se explica más adelante

^{1/} Los gastos norteamericanos en investigación y desarrollo son del mismo orden de magnitud de todo el producto industrial latinoamericano.

^{2/} Freeman, C. and Young, A., The Research and Development Effort in Western Europe, North America and the Soviet Union, OECD, Paris, 1965.

Cuál es la situación en América Latina. Los países mejor situados, estan al nivel de Portugal, en Europa, aunque hay fuertes indicaciones de sobre estimación. En el cuadro 2, se dan algunas cifras para América Latina, de fuentes distintas y es probable por lo tanto que los cálculos no tengan la homogeneidad que alcanzan los de OECD. Sin embargo, las proporciones más elevadas son de 0.2 por ciento del producto, como Portugal. Tal es el caso de Argentina, que como se trata de una estimación en la que se incluyeron todas las entidades que realizaban investigación es probable que un cálculo más atinado deba descontar los gastos realizados por esas entidades en otros temas de trabajo, distintos a investigación y desarrollo.

Cuadro 2

AMERICA LATINA: PROPORCION DEL PRODUCTO BRUTO INTERNO DEDICADO A INVESTIGACION Y DESARROLLO

País	Fecha	Proporción en milésimos ^{a/}	Fuente
Argentina	1967	2	A. Araoz (1)
Brasil	1965 (?)	1.8	OEA (2)
México	1964	0.7	V. Urquidi (3)
Venezuela	1963	1.3	Informe (4)
Chile	1967	0.3	Estimación en base (5)

Fuente: (1) A. Araoz "Investigación y Desarrollo Industrial en la Argentina", Estudios sobre la Economía Argentina, Instituto de Investigación Económicas de la CGE, noviembre 1968.

(2) Unión Panamericana. "Meeting of the Inter-American Ad-hoc Science Advisory Committee", Washington D.C., junio 1966.

Las fuentes restantes, se contrarán en el anexo, en el que se detalla más la información disponible por países.

a/ No incluye investigación en ciencias sociales en México y Chile. En Venezuela estan incluidas con un 15 por ciento de las investigaciones. En Argentina y Brasil sólo se presume que no estan incluidas.

En la conferencia de CASTAIA ^{1/} se planteó que en materia de investigación y desarrollo, América Latina debería aspirar a una meta similar, en la proporción del producto, a la de naciones europeas desarrolladas, esto es, del orden del uno por ciento (o sea 10 milésimos, véase el cuadro 1).

/Pudiera parecer

Pudiera parecer una cifra muy elevada, pero en este campo es usual un enorme dinamismo. Los problemas que se plantean son más bien cualitativos, como se verá más adelante. El país con mayor índice respecto al producto, actualmente, los Estados Unidos, dedicaba hacia 1950 sólo uno por ciento del producto a investigación y desarrollo, o la proporción actual de países como Canadá, Bélgica o Noruega. Se estima que, de continuar los ritmos recientes, la investigación y desarrollo norteamericanos alcanzaría a un 20 por ciento del producto hacia 1985, aunque ya se indicó cómo recientemente se ha reducido ese crecimiento. Sin embargo, parece claro que el indicador que se ha utilizado hasta ahora es algo grueso todavía y es necesario adentrarse en su significado más detallado.

En términos de gastos anuales per cápita dedicados a investigación y desarrollo, los Estados Unidos sobrepasan los 100 dólares, seguidos de cerca por la Unión Soviética y Alemania Occidental. ^{1/} Japón se sitúa cercano a los 10 dólares per cápita, China continental alcanza los 8, 4 Yugoslavia, mientras la India aún está por debajo de un dólar. Estos tres últimos países muestran tasas de crecimiento en los gastos de investigación y desarrollo per cápita, entre 3 y 5 por ciento al año.

Resulta interesante observar, que también los países latinoamericanos dedican, en el mejor de los casos, poco más de un dólar per cápita, al año, usualmente menos, al sistema científico una estimación gruesa indica que la situación más frecuente debe corresponder a un gasto de entre medio y un tercio de dolar per cápita.

En términos internacionales, las economías que aún se encuentran retrasadas en materia de investigación y desarrollo y que adoptaron una política vigorosa al respecto revelan tasas de crecimiento en los gastos per cápita dedicado a ese fin, que son sustancialmente mayores que las que se registran en países más adelantados. Pero no se sabe del caso en que esos gastos puedan haber experimentado un crecimiento intenso, sin una política adecuada. También en los países desarrollados se han dado saltos espectaculares, en los Estados Unidos, por ejemplo, el crecimiento de los doctorados otorgados desde los años 50 hasta la actualidad, crece a tasas superiores al 10 por ciento anual y plantea así serios problemas de capacidad, adecuación y recursos al sistema de educación superior.

^{1/} Weiss, H.K. "Some Growth Considerations of Research and Development and the National Economy". Management Science, Series A. Baltimore, enero 1965, páginas 368-394.

No se cuenta con antecedentes sobre esta evolución en América Latina, pero los avances parecen haber sido discontinuos, y en la parte de crecimiento más uniforme, podría tal vez intentarse vincularla al crecimiento de la educación superior. En todo caso, no es un elemento muy significativo, ya que de todos modos, el nivel es muy bajo aún.

Interesa ahora profundizar en el conocimiento del sistema científico, examinando la naturaleza, composición y propósitos de la actividad científica. Para ello, es preciso recurrir a diversas clasificaciones disponibles, por lo general utilizadas por la OECD, y según las cuáles se ordenan los datos estadísticos. Todas esas clasificaciones tienen defectos y dificultades de aplicación, sin embargo, al utilizar los varios enfoques se subsanan algunos de los problemas.

Recientemente ^{1/} se ha propuesto una nueva clasificación de mucho interés, de carácter institucional. La actividad científica, según esto, se dividiría en:

- a) "Mission Oriented", que podría traducirse como utilitaria. Se enfatiza que es de carácter no académico. Las grandes empresas que realizan investigaciones, por ejemplo, pueden conducir los estudios más avanzados, pero su propósito primordial no es científico, la ciencia es sólo un medio para sus fines.
- b) Las instituciones de investigación fundamental, que ni son académicas ni tienen propósitos utilitarios. Suelen estar definidas en términos científicos como biología molecular, geofísica.
- c) La investigación académica. Cuando se hace referencia a ella, se habla de "little science", pues en contraste con las dos anteriores tiene mucho menores exigencias de recursos.

La virtud de esta clasificación institucional, es que facilita el diseño de la política científica que trata con instituciones y además que permite un acopio informativo más rápido. Con las otras clasificaciones, no puede hacerse una separación tan nítida de la información, siempre es preciso hacer estimaciones pues una misma unidad informativa suele servir varios de los temas de la clasificación.

^{1/} H. Brooks, en la publicación del Seminario, realizado en 1967: "Problems of Science Policy" OECD. París, 1968.

/Pues bien,

naturales, casi no hay investigaciones de caracter utilitario o "mission oriented", mientras que en el medio latinoamericano, por su importante proporción la investigación académica representa "big science", estando además muy vinculada a la capacitación postgrado.

En las estadísticas, se utiliza una clasificación que distingue la naturaleza de la investigación en básica, aplicada y de desarrollo ^{1/}. En un extremo esta lo científico puro, en el otro lo práctico.

^{1/} Usualmente el conjunto de investigación y desarrollo se resume por R&D (Research and Development) en la terminología especializada en inglés. No es sencillo diferenciar entre los tres tipos de investigación, y esto es uno de los problemas inherentes a las comparaciones internacionales en esta materia. Sumariamente puede indicarse que el objetivo de la investigación básica es el de hacer nuevos aportes al conocimiento, con independencia (en cuanto a miras inmediatas) de su contribución a resultados prácticos o al tipo de beneficios económicos que puede brindar. En este sentido suele diferenciarse la investigación básica de las otras dos. Gran número de las empresas industriales más poderosas se ocupan de la investigación básica, aunque no hay una finalidad utilitaria inmediata.

La distinción entre investigación aplicada y de desarrollo, teniendo ambas miras económicas, puede ilustrarse con un ejemplo. La investigación inicial de la compañía Bell sobre semiconductores puede considerarse básica. El estudio de la posibilidad de utilizarla en circuitos de radio, de computación y otros, constituye investigación aplicada. Pero entre el examen de las posibilidades y el maduramiento de un producto suficientemente comprobado, de costo adecuado, que ofrezca ciertas garantías y especificaciones listo para servir eficientemente los fines propuestos y para el mercado, media un proceso costoso de reexamen y perfeccionamiento, de plantearse y resolver cada vez exigencias más elevadas, normas más estrictas de calidad, de confiabilidad, y hasta estéticas. Todo este proceso es el de desarrollo.

Otro ejemplo. La búsqueda de un proceso metalúrgico para ciertos minerales vía experimental en pequeña escala puede considerarse investigación aplicada. Su comprobación y refinamiento en planta piloto con vista más cercana a su aplicación práctica y recoger la experiencia de la práctica para nuevas instalaciones es más bien la investigación del desarrollo.

Sin embargo, todas las pruebas de rutina de materiales, ensayos, análisis químicos de carácter rutinario, quedan excluidas de R&D.

Los gastos registrados incluyen las corrientes de personal, materiales y de capital. Este se considera bruto de depreciación para mejorar la comparabilidad. En vez de desarrollo, se emplea también la palabra procesamiento.

/En el

En el cuadro 3, se sintetiza la distribución de las investigaciones, según su naturaleza, en los países desarrollados.

Cuadro 3
INVESTIGACION SEGUN SU NATURALEZA
(Por cientos)

Países	Básica	Aplicada	Desarrollo o Procesamiento
Países desarrollados y de amplio mercado	15 - 18	40 - 20	40 - 65
Países desarrollados, de mercado reducido	20 - 35	50 - 25	30 - 40

Fuente: OECD. Statistical Tables. Op. Cit. Los datos corresponden a 1963/64.

En este campo, los resultados de los diversos estudios nacionales realizados señalan que en los países desarrollados de mercado reducido y en los de menor grado de desarrollo, la porción del esfuerzo científico dedicado a investigación básica supera la fracción correspondiente de los grandes países desarrollados (en estos, los gastos de investigación básica fluctúan entre 10 y 20 por ciento del total).

En los países más desarrollados y de amplio mercado, la proporción destinada a investigaciones de desarrollo es más grande (más de 60 por ciento en Estados Unidos y el Reino Unido, 50 por ciento en Francia, 40 a 45 por ciento en Italia, Noruega y Austria, mientras llega a 30 por ciento en Holanda y Bélgica).

Se advierte en esos datos que las investigaciones de desarrollo, es decir la aplicación práctica, son el doble o cerca, más costosas que las investigaciones básicas y superan también a las aplicadas. Se muestra así la preponderancia de la investigación en procesamiento. en los países más avanzados económicamente, lo que indica el esfuerzo mayor que precisa realizarse para transformar las innovaciones científicas en productos industriales; en términos del gasto requerido, la realización práctica, en conjunto, resulta bastante más costosa que las innovaciones mismas.

/También, a

También, a través de esas cifras, se advierte la importancia de un sistema integrado. No importa donde se realizó la innovación, si en universidades o fuera del país, el problema más voluminoso y costoso es aprovechar la innovación, industrializarla. Sea el propósito bélico o no, es esa industrialización la principal parte de la actividad creativa, su implementación práctica. El sistema integrado acopla así desde la idea hasta la práctica.

Cuál es la situación en América Latina en esta materia. En el cuadro 4, se da la estimación realizada para México y Venezuela, que pueden considerarse representativos de los países mayores de la región y los intermedios, respectivamente.

Cuadro 4
AMERICA LATINA: INVESTIGACION SEGUN SU NATURALEZA

País	Básica	Aplicada	Desarrollo o Procesamiento
México (1964)	45	50 - 45	5 - 10
Venezuela (1963)	75 - 80	20	5 - 0

Fuentes: Estimaciones en base a información del anexo.

Puede estimarse que la situación de Chile en 1967, se acerca a la de Venezuela. El contraste inmediato con los países desarrollados surge en las investigaciones de procesamiento. En los demás países latinoamericanos, a juzgar por la naturaleza y propósitos de las entidades de investigación, debe darse una situación similar a este respecto.

Prácticamente no hay procesamiento de las innovaciones, no importa de donde vengan. El escaso trabajo de este tipo se vincula a recursos naturales y en especial al agro. Se confirma otra vez la visión de aceptar las innovaciones ya incorporadas en productos o licencias, como algo final.

Como la actividad de procesamiento además, es una rica práctica de la ciencia, y una etapa de transición que también encuentra nuevos y propios problemas, nutre de nuevas ideas al sistema y le hace exigentes demandas de superación. Su carencia en la región implica la debilidad y hasta falta de toda esa práctica que estimule el avance científico y respalde su solidez.

/Se aprecia

Se aprecia entonces, que no sólo los recursos destinados a la ciencia, son mucho más exiguos absoluta y relativamente que en los países desarrollados, sino que además su estructura es bien distinta. La actividad científica en América Latina no funciona como un sistema acoplado dirigido al aprovechamiento práctico de las innovaciones, salvo en medida restringida en el sector agropecuario y en muy contadas ocasiones otros recursos naturales.

La investigación básica es fundamentalmente académica y está marcada por el sello de la capacitación en la obtención de títulos de grado y de postgrado. También en esto hay diferencia con los países desarrollados.

En cuanto a la investigación agropecuaria, está dominada por los recursos naturales, en especial la agricultura, también en contraste con los países avanzados en que es la industria la que desempeña el rol más destacado. Por cierto que esto no implica crítica alguna respecto a la actividad realizada, pero si surge con claridad la naturaleza de los vacíos latinoamericanos en el campo científico.

La preponderancia de la investigación básica en Latinoamérica y sus nexos con la capacitación - incluso en entidades no académicas - sugiere que con el sólo esfuerzo de conocer se agotan ya los recursos, y ese conocimiento no puede por lo tanto transformarse en práctica, salvo de manera limitada en agricultura. Recíprocamente, sólo la importante práctica agrícola se corresponde con ciertas investigaciones aplicadas y más reducidas de procesamiento. Sin embargo, el producto industrial, se diría, es más importante que el agrícola en bastantes países de la región. Pero, efectivamente, la industrialización por vía sustitutiva, basada en licencias de fabricación, importación de diseños y equipos, o inversión extranjera además de conducir a una extensividad industrial y a elevada capacidad ociosa permanente, no ha constituido una práctica que haya exigido racionalizar y sistematizar conocimientos, para que éstos a su vez retornen a la industria en forma de innovaciones técnicas. Se ha implantado tecnología pero no se ha asimilado creativamente. Se aprendió a comprar nuevas fábricas y equipos, pero no a diseñarlas. Si bien podrían darse algunos ejemplos de intentos realizados para crear diseños y equipos propios, sobre todo en Argentina y Brasil, su examen cualitativo y cuantitativo, así como la evolución que experimentaron, mostrará que aún está lejos de tratarse de /un fenómeno

un fenómeno trascendente, aunque sí muestra las posibilidades de una situación más favorable.

Detrás de estas observaciones pueden leerse las consecuencias de la política industrial seguida sobre la de investigación científica, también se advierte - dado el elevado costo de estas actividades - el problema de la escala de las economías nacionales. La interacción entre industria y ciencia, se ha dado en la región por la vía del conocimiento y la capacitación y no por el de la creación y su práctica. Esto constituye una observación valiosa para el trazado de la política científica.

Puede estudiarse también la actividad científica según sus propósitos últimos. En este sentido la OECD distingue tres grandes grupos: a) defensa, proyectos espaciales y energía atómica; b) propósitos económicos y c) propósitos sociales.

En los Estados Unidos, se dedica cerca del 65 por ciento al primer rubro y en Francia y el Reino Unido, casi la mitad, mientras en el Japón es menos del 10 por ciento. Sin embargo, una parte sustancial de los gastos dirigidos a ese fin, se realizan a través de la industria, que entonces aprovecha muchos de los resultados obtenidos.

En países como España y Grecia que destinan entre 20 y 30 por ciento al rubro de investigación en defensa y energía atómica, la utilización industrial resulta más problemática.

El aprovechamiento de las investigaciones de ese carácter que en los países desarrollados hacen las industrias dinámicas, se evidencia claramente en positivos resultados en su comercio exterior y en su capacidad de inversión, y precisamente no se advierten esas consecuencias en los países de menor grado de desarrollo aunque dediquen una fracción considerable de sus investigaciones a las actividades citadas. Esta consideración replantea el problema del umbral de actividades, de la escala de la investigación, dramáticamente. Se plantea la pregunta de hasta dónde una acción concertada permitiría superar un mínimo crítico de actividad en el cual no sólo se obtengan resultados receptivos sino también de cierto orden creativo, y cuántos recursos podrían ahorrarse. Esta es una pregunta que no sólo merece ser planteada sino que revela como pregunta-tipo, hasta qué punto el costo sólo de conocer la moderna tecnología rebasa o compromete seriamente las capacidades de los países subdesarrollados. Se trata además de un conocer parcial, sin práctica creativa.

/En cuanto

En cuanto a la investigación con propósitos económicos, en los Estados Unidos es cercana al 30 por ciento, mientras en los países europeos de mayor desarrollo es más elevada la proporción. Llega a cifras superiores al 60 o 70 por ciento en los países europeos de menor desarrollo relativo, pero en estas actividades de finalidad económica en contraste con los países más avanzados, prepondera la investigación agrícola. En esto también se da similitud con América Latina.

En las investigaciones con propósitos sociales, (medicina, higiene, por ejemplo) la comparabilidad resulta más difícil, y suele ser una fracción reducida.

Con las limitaciones de información ya señaladas, se ha tratado de esquematizar en el cuadro 5 la situación a este respecto en América Latina. Se trató de diferenciar, además, las investigaciones muy vinculadas a la capacitación.

Cuadro 5

AMERICA LATINA: DISTRIBUCION DE LA ACTIVIDAD CIENTIFICA
SEGUN SUS PROPOSITOS

(Por ciento)

País	Energía Nuclear	(Número de reactores)	Económicos (Sector preponderante)	Sociales	Capacitación
Mexico (1964)	11	(1)	59 (agro)	...	30
Argentina (1967/68)	15-20 ^{a/}	(4)	(agro)		
Brasil (1968)		(3)			
Chile ^{b/} (1967)	...		35 (agro)	15	50

Fuentes: Los anexos por países e información nacional diversa.

a/ Estimación.

b/ En términos de investigadores, estimado.

/En este

En este cuadro 5 se advierte cómo tiende a reproducirse en América Latina, la situación vigente en los países europeos de menor desarrollo relativo. Una proporción importante de los recursos se destinan a energía nuclear, pero es obvio por la propia estructuración de las instituciones, declaraciones de sus personeros y logros alcanzados que no se trata tampoco, ni puede esperarse participar creativamente en energía nuclear, se está lejos del umbral para ello. Se trata concretamente de otro esfuerzo de capacitación. Los resultados se traducen en capacitar a los técnicos nacionales para discernir en este tipo de nuevas inversiones de infraestructura para generar energía eléctrica. Simultáneamente y ya con finalidades de aplicación industrial se capacita a los técnicos nacionales en metalurgia extractiva y metalurgia física, disciplinas que estaban bastante descuidadas. Pero, si se examina el sistema científico y tecnológico integrado, se advierte notable falta de acoplamiento con la producción industrial correspondiente y la investigación de procesamiento. Los proyectos en definitiva pueden estudiarlos los técnicos nacionales, pero los ejecutan o venden los equipos, las empresas internacionales que trabajan en el ramo. La proporción con que la industria nacional entra en el abastecimiento de la inversión no es sustancialmente distinta que en las plantas eléctricas tradicionales.

De la manera señalada, más que servirse a la industria para aplicaciones prácticas, se sirve a la infraestructura. Los efectos industriales son más bien vía capacitación y algunos servicios técnicos o de asesoría relacionados con técnicas nuevas en que los fenómenos radioactivos resultan útiles.

Como las inversiones comprometidas en la investigación de energía nuclear alcanzan, en algunos casos, a varias decenas de millones de dólares, representan también una parte sustancial de los recursos nacionales dedicados a investigación, pero en términos internacionales son muy reducidos y, como no se participa en el avance científico, sino en su conocimiento, se corre el peligro de una rápida obsolescencia. Es pues, difícil y frustrante el sólo mantener el paso para conocer los descubrimientos y aplicaciones de la ciencia que se realizan en países desarrollados y el costo del intento resulta cada vez en un esfuerzo relativo mayor.

/Las investigaciones

Las investigaciones agrícolas, se indicó, destacan tanto en las actividades aplicadas como en las de propósito económico. Las investigaciones para lograr algodones de fibra larga en el Perú, maíz híbrido en México, variedades adecuadas de trigo y sorgo en Chile, son ejemplos de éxitos bien conocidos. Donde había una práctica, en economías de exportación apoyadas en el agro se obtuvieron resultados provechosos.

Un 26 por ciento del presupuesto total de investigación se destina en México a fines agropecuarios y forestales y casi un 20 por ciento de los investigadores chilenos realiza actividad en este ramo, mientras que un 23 por ciento de los investigadores venezolanos está especializado en este campo. Algunas de las instituciones latinoamericanas más activas y mejor financiadas, de tipo no académico, actúan sobre todo en investigaciones agrícolas. En el anexo se señalan algunos casos. Estas indicaciones son también válidas para Argentina y Brasil. Además, a diferencia de otros temas de investigación, en materia agrícola la proporción aplicada es sustancial y debe superar al 60 por ciento de la actividad realizada en este tema.

En el caso de otros recursos naturales, resulta ilustrativo citar el de la minería que con algunas variantes es aplicable al petróleo. Se realizan investigaciones en exploración de recursos, y en bastantes países de la región existen instituciones y proyectos de importancia dotados para ese fin. Pero en investigaciones sobre explotación y metalurgia, los fondos son más exigüos por lo general. Cuando se estudia la metalurgia de los minerales, la principal actividad se centra en el beneficio, esto es fundamentalmente molienda y concentración por flotación. La investigación metalúrgica extractiva, ya sea en procesos térmicos o como hidrometalurgia, sólo suele encontrarse vinculada con la capacitación universitaria y con recursos usualmente menores. El significado es que se realizan menos investigaciones cuanto más se avanza en la elaboración industrial de estas materias primas.

/En forma

En forma similar podría decirse que en relación con las investigaciones agropecuarias, las que se realizan en industrias alimenticias son más reducidas.

A las investigaciones de carácter industrial se destinan menos recursos que a las agropecuarias. En términos de investigación aplicada, la situación es aún menos favorable por la capacitación incluida en las investigaciones industriales. Los institutos que realizan investigaciones industriales son de más reciente aparición en América Latina. México dedica un 17 por ciento de los recursos científicos a temas industriales, mientras en Chile, 8 por ciento de los investigadores actúan en este campo, pero en proyectos que casi es un 80 por ciento de ellos son de motivación universitaria y no provenientes de la industria.

Un breve examen de los proyectos de investigaciones realizados por las principales instituciones científicas, no académicas, que actúan en el campo industrial en Argentina, Brasil, México, y otros países revela que también en ellas la capacitación tiene cierta importancia pues otorgan becas y además permiten la realización de tesis en sus instalaciones en ciertos casos. Para complicar más las cosas, a pesar de los limitados recursos, los campos de investigación suelen ser bastante diversificados, aunque se advierte cierto énfasis en industrias más bien de tipo tradicional como las alimenticias y el aprovechamiento de sus subproductos. Además muchas de esas instituciones a la vez que realizan investigación, deben también realizar comprobaciones técnicas hasta cierto punto de rutina (como ensayos de materiales, pruebas eléctricas, certificados de calidad, análisis químicos) y prestar servicios de variada naturaleza a las industrias. Se comprende que en un esquema tan diversificado con recursos limitados, no pueden ser muy profundas las investigaciones que se realicen, y aunque sólo fuera por su implicaciones en términos de costos, se advierte la dificultad de realizar investigaciones de procesamiento.

Entre los temas industriales estudiados por las principales instituciones de este carácter figuran los siguientes: Grasas y Aceites, y aprovechamiento de tortas oleaginosas, materiales de construcción,
/pulpa y

pulpa y papel con diversos tipos de materia prima, fibras textiles de origen diverso y su aprovechamiento industrial, tecnología alimenticia como conservación de frutos tropicales, beneficio de minerales, utilización de melazas, almidón, aceites esenciales, coquificación de carbones, resina y trementina, fabricación de productos paraquímicos por procesos naturales, etc. Esta lista, de los temas más frecuentes, o a los que se han dedicado porciones sustanciales de los recursos ilustra la afirmación anterior.

Las industrias químicas modernas y sobre todo la industria mecánica casi no se investigan. En Argentina se creó un centro de investigación del estampado de metales y otro ligado a la industria automotriz, también en el Brasil, algunas entidades realizan estudios sobre industrias mecánicas, pero con muy limitados recursos y satisfaciendo a la vez, como ya se indicó, servicios diversos y capacitación. Debe mencionarse también el centro para el uso eficiente del Combustible y el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria de la Comisión de Energía Atómica en la Argentina, como actividades que realizan estudios e investigaciones, y presten servicios técnicos en ramos más modernos y dinámicos de la industria.

Así pues, están prácticamente ausentes de las investigaciones industriales en la región las industrias (química moderna, mecánica sobre todo en fabricación de maquinaria, electrónica y similares industrias dinámicas) que tienen elevadas tasas de crecimiento en producción y demanda, que son más dependientes del exterior para abastecer la demanda y para realizar las inversiones, y que a su vez constituyen (maquinaria) el núcleo productivo y especializado de toda inversión industrial. Esta situación viene a confirmar la aseveración sobre la modalidad tecnológica de la industrialización sustitutiva y los argumentos ya expuestos sobre su actual estado de estancamiento.

Queda sugerido entonces, que no se trata como en el caso agrícola, o en medicina en América Latina que una práctica o problemas de importancia exigieron cierta eficiencia y actividad es la investigación. Se trata más bien en la industria de una modalidad distinta de desarrollo industrial. En esa forma de desarrollo resultó más fácil

/comprar la

comprar la tecnología o favorecer la inversión que desarrollar la tecnología, y mientras no se altere esa concepción, aunque siguiera evolucionando la producción industrial no puede esperarse que autónomamente, sin una política explícita, pueda llegar a desarrollarse una investigación tecnológica considerable en las ramas esenciales en que precisamente esa actividad es mínima o inexistente.

La dispersión de los recursos de investigación en América Latina es bien visible. El conjunto de la región gasta una suma total seguramente superior a la de Bélgica aunque inferior a la de Suecia, pero con resultados y contenido muy diferentes. El diagnóstico de esta situación llevó a algunos de los centros científicos a planear la realización de investigaciones coordinadas. Con los auspicios de la Unión Panamericana, se realizaron algunas reuniones en que se acordaron una serie de temas de investigación conjunta, en que alguno de los institutos participantes actúa de coordinador o de centro principal para realizar las investigaciones. Los temas seleccionados han sido los siguientes: beneficio de minerales, metalurgia, alimentos, maderas, vivienda y materiales de construcción, arcillas industriales, procesamiento de productos agrícolas, pulpa y papel.^{1/} Si bien se trata de una iniciativa muy atinada, sigue notándose la importante omisión de los temas anotados como el de la fabricación de maquinaria.

Los países desarrollados no sólo dedican una proporción más elevada a las actividades de naturaleza industrial, sino que el énfasis de la investigación se da en las industrias que en la región se han descuidado. Por ejemplo, el sector privado en Francia, de las investigaciones industriales que realiza, un 38 por ciento del personal científico está activo en fabricación de instrumentos y maquinaria eléctrica y no eléctrica, un 22 por ciento en aviación y proyectiles, y más de 10 por ciento en diverso equipo de transporte. En Suecia las proporciones

^{1/} A. Fontes y M. Halty Carrere. "Características de los Institutos Latinoamericanos de Investigación Tecnológica". Unión Panamericana. Washington, D.C. 1965.

correspondientes de toda la investigación industrial son 38,19 y 7 por ciento, respectivamente. Mientras en España son 32,3 y 29 por ciento respectivamente, aunque en número de investigadores represente mucho menos que los países anteriores. Casi todos los investigadores del sector privado en estos países investigan temas industriales.

El sector privado, especialmente las empresas industriales desempeñan un rol destacado en la investigación industrial de los países económicamente adelantados. Debe anotarse, sin embargo, que su ponderación es más importante en la realización de las investigaciones que en su financiamiento, pues en este el Estado suele tener el papel más destacado. En los Estados Unidos el Gobierno financia (hacia 1963/64, como los datos siguientes) un 67 por ciento de la actividad científica, pero realiza sólo el 19 por ciento. Las proporciones correspondientes en el Reino Unido son 53 y 26, y en Francia 62 y 36. En Italia el gobierno financia sólo un tercio y realiza un 23 por ciento. Mientras en España y Grecia el Estado financia cerca de 80 por ciento y realiza un 70 por ciento.

En América Latina, se conoce que en México el Gobierno financia el 63 por ciento de las investigaciones, y en Venezuela el 80 por ciento. En Chile puede estimarse que el Gobierno aporta seguramente no menos de un 85 por ciento de los recursos. Los datos de estos países son, con seguridad, representativos de lo que ocurre en el resto de la región, ya que las estructuras de las instituciones y las modalidades de su financiamiento tienen bastante parecido. También puede apreciarse que el Gobierno realiza una parte similarmente alta del total de investigaciones.

El sector privado, aparte de su participación visible e importante en investigaciones agropecuarias, sólo en casos muy aislados realiza actividades de investigación y desarrollo con fines industriales, aunque si realiza aportes a algunos de los institutos de investigación industrial existentes en el área. No parece necesario insistir en que las modalidades de industrialización adoptadas hacen más comprensible esta situación.

/En suma,

En suma, puede apreciarse que la diferencia entre los gastos de investigación y desarrollo entre los países industriales y los de América Latina, si bien es grande cuantitativamente, es más significativa aún en términos cualitativos. Las investigaciones básicas ligadas al adiestramiento y formación profesional tienen un peso elevado, y cuando se trata de investigaciones aplicadas o de procesamiento, la agricultura y los recursos naturales tienen la ponderación decisiva.

En cuanto a las investigaciones de carácter industrial hay, sin duda, muchos elementos de carácter casi rutinario de aplicación de técnicas conocidas a problemas de materiales locales. Esta es parte de las investigaciones que pueden y deben hacerse descentralizadamente también en los países industriales. Ante esta situación, resulta difícil concebir a qué conocimientos y equipos debe recurrirse, como no sean los importados, si se pretende un ritmo más intenso no sólo de industrialización sino de eficiencia económica general en todos los campos de la actividad económica.

Algunas consecuencias del esfuerzo científico

Valorar el resultado del esfuerzo científico, en cuanto al rol que cumple en el despliegue de las potencialidades económicas de un país, es una tarea de enorme dificultad que no se intenta completar aquí, cabe sin embargo señalar algunos aspectos que ilustran las enormes posibilidades en este campo.

Un caso muy ilustrativo y que está bastante bien estudiado es el de la relación entre el progreso tecnológico y el comercio exterior de los Estados Unidos, para tratar sólo parcialmente la vinculación entre el progreso tecnológico y desarrollo económico. Es, o era la creencia generalizada que en las exportaciones de ese país, respecto a sus importaciones competitivas, la proporción relativa de factores, es mucho mayor en bienes de capital que en mano de obra. La llamada paradoja de Leontief, respaldada en diversos estudios suyos puso en evidencia que precisamente lo contrario es correcto. Es decir, las exportaciones de Estados Unidos tienen mayor proporción de mano de obra y menor de capital que sus importaciones competitivas, si bien la mano

/de obra

de obra tiene un elevado grado de calificación. Se trata pues de posibilidades tecnológicas que se vinculan directamente a la exportación. El cuadro se hace aún más claro si se examinan distintos sectores industriales norteamericanos, en su participación en las exportaciones manufactureras, en la magnitud que representan en investigación y desarrollo y en los profesionales que trabajan en este campo.

A los cinco sectores industriales norteamericanos que han realizado el mayor esfuerzo en investigación y desarrollo, corresponde el 72 por ciento de las exportaciones manufactureras, y concentran un 89.4 por ciento del monto de investigación y desarrollo realizado por la industria, ocupan además el 85.3 por ciento del personal de científicos y técnicos de la industria que se dedican a investigación y desarrollo. Esas mismas industrias sólo dan lugar a un 39.1 por ciento de las ventas nacionales totales de tales bienes ^{1/} (las cifras se refieren a 1962).

Se trata de las industrias siguientes en orden de importancia: Equipo de transporte (37), ^{2/}Maquinaria eléctrica (36), Instrumentos (38), Química (28), y Maquinaria no eléctrica (35). Véase además, a través de algunas agrupaciones más detalladas de estas industrias cómo - en contraste con el bajo coeficiente de comercio exterior en relación al producto - las exportaciones norteamericanas de estos rubros representan una sustancial ampliación del mercado propio. En aviación, equipo y partes auxiliares, la exportación representó un 22 por ciento adicional sobre la producción destinada al mercado interno ^{3/} en 1963, en equipo ferroviario, más de 12 por ciento; en máquinas de coser y sus partes 52 por ciento, un 15 en equipos de rayos X y terapéutico, 18 por ciento

1/ Gruber, W., et. alia. "The R & D Factor in International Trade and International Investment of United States Industries". The Journal of Political Economy, Chicago, febrero 1967, páginas 20-37.

2/ Clasificación Industrial Norteamericana.

3/ U. S. Department of Commerce. Bureau of the Census. U. S. Commodity Exports, Imports as related to output. 1964 and 1963. U. S. Government Printing Office 1966.

en una variedad de instrumentos científicos y casi 40 por ciento en maquinaria de construcción y minera. Los rubros citados exceden todos de 10 millones de dólares, y en todo caso representan por sobre 10 por ciento de la producción doméstica en las ramas clasificadas a dos dígitos.

Debe pues advertirse que el argumento de que las exportaciones norteamericanas tienen poca ponderación relativa en el producto y por lo tanto una importancia pequeña en la economía de ese país, es una generalización de escasa utilidad y hasta desorientadora. Dentro de esas exportaciones, se acaba de señalar cómo en algunos de los rubros más modernos y dinámicos, muchos de ellos desarrollados a través de programas estatales, el mercado externo forma una sustancial proporción de la producción total, lo suficientemente grande para permitir aumentos importantes de las economías de escala y traer aparejadamente economías de aprendizaje, perfeccionamiento técnico en la lucha por el mercado, estructuras de comercialización, y por cierto investigaciones en todas las categorías.

Es de interés señalar en contraste, que rubros específicos, en las mismas ramas de las importaciones y seleccionadas con criterio similar (exceden 10 millones de dólares y representan porción importante de la producción) son las siguientes (se da ahora la proporción respecto a la oferta): Plumas y flores artificiales 40 por ciento, piedras preciosas, semipreciosas y tallado en piedras 61 por ciento, metales no ferrosos en bruto 44 por ciento, loza y porcelana más de 20 por ciento, motocicletas y bicicletas 33 por ciento, máquinas de coser y partes 29 por ciento, etc. Sin mayor abundancia de cifras, que podrían detallarse más, resalta el contenido tecnológico de las exportaciones principales norteamericanas en algunos rubros, en contraste con algunas importaciones destacadas.

Se trata de un contraste muy significativo. Exportaciones de tecnología novedosa, demanda dinámica, que ofrecen grandes ventajas económicas y que introducen cambios sustanciales en la tecnología de las ramas industriales en que se emplean. Pero también de costo elevado para su creación y de amplias necesidades de mercado. En las importaciones,

./por los

por los rubros mencionados puede apreciarse que no es precisamente la tecnología el atributo más destacado. Aunque es interesante observar que una combinación de tecnología eficiente, y bajos costos también se da en las exportaciones de otros países desarrollados, que en algunos casos irrumpen con vigor, como el caso del acero, en el mercado norteamericano. El contraste es significativo, porque también se da en América Latina, pero en sentido opuesto. Aquí la tecnología moderna es el elemento común y dominante de las importaciones, y en las exportaciones más bien el atributo común son los recursos naturales. La significación está precisamente en que ilustra la creación por un lado, y la dependencia por otro, en materia de tecnología, y las cifras que se dieron muestran la vinculación de esto con la investigación científica y tecnológica.

Se han relacionado dos tipos de observaciones, por un lado la proporción de lo que exporta Estados Unidos en distintas ramas industriales respecto a lo que exportan otros países desarrollados, y por otro lado la fracción de costos en investigación y desarrollo norteamericanos respecto a las ventas industriales correspondientes en las mismas industrias. Los resultados estadísticos revelan que hay una estrecha asociación entre ambas cosas cuando se consideran las exportaciones a un conjunto de países no europeos. Sin embargo, la asociación pierde significado, si se intenta aplicar a las exportaciones dirigidas a un conjunto de países europeos, o de países que realizan también un esfuerzo tecnológico de importancia. El significado de estos resultados es que el margen de poder competitivo norteamericano se ve desafiado precisamente por aquellas economías que realizan también ambiciosas investigaciones tecnológicas.

Además, y en relación con la paradoja de Leontief, se ha mostrado que la asociación de empleo no directamente ligado a producción con el de producción propiamente dicho, es alta con respecto al número de científicos e ingenieros ocupados en investigación y desarrollo en cada industria, mientras que no hay una vinculación de carácter tan estrecho

/con la

con la relación capital/producción correspondiente. La implicación es que cuando el empleo no directamente asociado a producción es elevado hay también una proporción importante de científicos e ingenieros en la industria, pero también que esta última situación no implica necesariamente una elevada proporción de capital en el proceso productivo.

Pero no terminan con los hechos señalados las consecuencias de la investigación. Lo que se ha mostrado sobre el núcleo dinámico de la exportación, con todo lo importante que es, representa sólo un aspecto de los resultados. Otro argumento de gran interés sobre los efectos de la investigación y desarrollo en el comercio exterior es la capacidad norteamericana para realizar inversiones en industrias dinámicas en los mercados más desarrollados, logrando ventas en dichos mercados que son varias veces superiores a la exportación misma. (Es decir, constituyen una sustitución de las propias exportaciones norteamericanas). La relación entre las ventas de subsidiarias norteamericanas respecto a las exportaciones de los mismos sectores industriales es superior en Europa que en otras regiones. Por ejemplo, en equipo de transporte (37)^{1/} las ventas de subsidiarias en Europa eran, en 1962, 10.3 veces superiores a las exportaciones, 4.4 veces mayores en maquinaria eléctrica (36), casi 3 veces en industrias químicas y unas 2 veces en maquinaria no eléctrica (35). Las industrias que concentran la mayor parte de investigación y desarrollo muestran las relaciones más elevadas de los sectores industriales.

La irrupción de la tecnología a través de esas inversiones, con su aporte de eficiencia y productividad, puede ser realmente funesto para las posibilidades de crear una tecnología propia, sobre todo si no se toman medidas adecuadas e intencionales al respecto; aunque a pesar de esto pueden subsistir las propias limitaciones pero estas estarán presentes invariablemente en ambos casos. Las preocupaciones expresadas por miembros del Mercado Común Europeo, ciertos proyectos tecnológicos conjuntos y la fusión de empresas industriales atestiguan esos problemas.

1/ Se emplea la clasificación industrial norteamericana en este párrafo.

Uno de los peligros del retardo tecnológico, es que después si se intenta recuperar terreno la lucha resulta mucho más difícil. La ventaja en tecnología se va transformando en eficiencia progresiva, en una política de precios en disminución, en protecciones arancelarias, en empresas consultoras y otros mecanismos que incluyen a instituciones comerciales, que están dirigidas consciente e inconscientemente a impedir o dificultar considerablemente la entrada de nuevos productores.

Todos estos temas muestran algunas consecuencias económicas del esfuerzo científico y tecnológico, a través de éxitos en el comercio exterior y en las posibilidades de inversión en el extranjero. Podría decirse que, en contraste, ilustran ciertas dificultades en el desenvolvimiento comercial de los países que no realizan un esfuerzo equiparable, ya sea por su pequeña magnitud, ya sea por la falta de una clara política industrial - que implementada coherentemente - lleve también a cierta acción científico tecnológica.

En todo caso hay una conclusión que se destaca con firmeza y es que las 35 milésimas del producto que dedican los Estados Unidos a la investigación y las cifras similares de otros países desarrollados, cumplen un rol de enorme importancia cualitativa, que contribuyen a hacer comprensible el liderazgo científico y tecnológico, así como el económico de dichos países.

Sus consecuencias son mucho más significativas que lo que expresan esas exiguas proporciones del producto. La investigación constituye un proceso autoregenerativo, que va obteniendo nuevos caminos de las propias vías surcadas en el pasado, y forma uno de los pilares sobre los que se sustentan los sectores más activos de la economía.

En contraste, las cifras menores que dedican muchos países subdesarrollados, tanto por su magnitud como por su orientación y estructura, y estas últimas parecen más importantes aún, no logran formar una fuerza impulsora de la calidad del desarrollo económico. Apenas mantienen

o alcanzan en materia de capacitación para disponer de una elite técnica, no articulada plenamente, parte de la cual también se desplaza a los centros desarrollados. En las contribuciones positivas que hace, se restringe bastante a las materias primas, y estas, ya es un hecho conocido, van declinando por su propia naturaleza en el comercio mundial. La industria, con todo el volumen que ha adquirido no tiene respaldo científico propio.

La política científico-tecnológica

La política científico-tecnológica es una importante realidad en las naciones desarrolladas, actúa a través de mecanismos institucionales que llegan a los más altos niveles políticos, participa en la fijación de los objetivos económicos, dispone de un sustancial acervo de recursos y conocimientos, y afecta el manejo de un conjunto de medidas económicas que la vinculan con la política industrial, la estrategia militar y en general, la conducción de la economía.

Casos-tipo que ilustran la importancia central de esta política y su nexo con los sectores más dinámicos así como su importancia estratégica son el desarrollo de la energía atómica, el de la aviación a reacción, que ilustra la contraposición de las grandes economías, la industria de transistores (sectores de ella crecieron más de 40 por ciento al año), y la reciente preocupación europea por la llamada brecha tecnológica de esta región con los Estados Unidos.

A pesar de su trascendencia, toda esta política es de reciente creación y aún experimenta cambios radicales en estructura y propósito en los países más desarrollados.

Las fuentes históricas de esta política, son tan variadas como los orígenes de la realización técnica. Tanto la vía empírica, en la propia actividad industrial, como el laboratorio científico, como la comunicación internacional de ideas y observaciones, han contribuido a este proceso.

El caso de la Unión Soviética tiene especial interés, por ser un hecho reciente, en el que no sólo se formuló una política científica sino que se ligó al propósito de utilizarla para impulsar el desarrollo económico.

/Según L. Graham,

Según L. Graham,^{1/} la Unión Soviética tiene la primacía en definir una política científica, en asignarle importantes recursos y en reconocerla como un recurso nacional. A pesar de aceptarse la importancia de la ciencia durante algunos años, en la década del 20, no se sabía bien como planificarla. Recién en 1931, en una conferencia sobre la planificación del trabajo científico, pudieron concretarse mejor los aspectos de la ciencia susceptible de planificación, que fueron los siguientes:

1. Determinar la proporción del trabajo y recursos presupuestales que se dedicarían a la ciencia. Se intentó dar a la investigación científica la más alta de las prioridades, incluso por encima de la industria pesada.
2. El apoyo logístico de las instituciones de investigación científica.
3. Distribución geográfica de las instituciones de investigación.
4. Preparación de investigadores científicos.
5. Los objetivos de la investigación. En este tema se reconocían dificultades para una determinación adecuada, y se fijaban más bien algunas prioridades.

La experiencia soviética, suscitó una intensa polémica en Europa, sobre la concepción de la política científica y tecnológica. Esa polémica sigue, algo modificada hasta hoy. Los temas que se discutían eran sobre si la ciencia es susceptible de planificar o no, sobre si los científicos tienen competencia para fijar la política en esta materia, sobre el rol del estado, y otros aspectos de similar interés.

El quinto punto anterior ilustra las dificultades de planear la investigación. A la luz de esa polémica y sus ecos actuales, se trata de la distinción que ofrece la planificación de la ciencia en comparación con la planificación para la ciencia. Si se quiere la distinción es algo esquemática, pero útil para el análisis. Se trata de dos

^{1/} Graham L. Science Policy and Planning in the URSS. Survey. :
A Journal of Soviet and East European Studies. July 1967. London.

escuelas de pensamiento, una de ellas sostiene que es imposible pretender una planificación de la actividad científica. ¿Es posible, por ejemplo establecer un criterio que permita asignar recursos adecuadamente entre la investigación del cáncer y la oceanografía?^{1/} Es decir, este grupo de opinión planificaría más bien los recursos y la red institucional para la ciencia, pero afirma que no pueden planificarse los resultados mismos. La versión sintética de los propósitos del grupo opuesto, representaría un esquema teleológico, en que por disposiciones superiores se altere la estructura de los estudios y asignación de recursos. En la práctica de los países adelantados puede advertirse una mezcla de ambas posiciones, y en ellas se advierte con claridad la predominancia progresiva de la planificación de la ciencia, pero además, la magnitud que ya han adquirido estas actividades científicas les permite un impulso propio en el cual los próximos pasos son consecuencia de las experiencias anteriores. Este devenir libera bastante del esquema conflictivo anterior de la y para la ciencia. No ocurre otro tanto en los países subdesarrollados, y por lo tanto todo el esfuerzo de diseño inicial y de puesta en marcha del aparato científico resulta más difícil de concébir e implementar.

La predominancia de la actitud de intervenir en la actividad científica y fijarle metas, orientarla, coordinarla, es visible. El crecimiento relativo de las actividades de procesamiento ilustra justamente esta dirección. Pero además, aún la investigación fundamental está cada vez más orientada, no sólo la de grupos industriales sino también la que suelen financiar los gobiernos. La fracción que queda para la ciencia pura, libre, de fines exploratorios - si vale el simil geográfico - es muy reducida.

1/ Sumariamente. La concepción de planificar para la ciencia asigna inversiones, dispone la política general alrededor de la actividad científica, pero no se inmiscuye expresa ni directamente en los fines de dicha actividad científica. Otro argumento análogo es que el carácter autónomo de la ciencia, sólo requiere la creación de un clima propicio. La planificación de la actividad científica, se comprende como precisamente intervenir tanto en los medios como en los fines.

En los Estados Unidos, por ejemplo, el presupuesto es un poderoso mecanismo para orientar y planificar la actividad científica. De los gastos de investigación que realiza el gobierno norteamericano, en 1967 el departamento de defensa realiza un 43 por ciento, 32 por ciento las agencias espaciales como NASA y 9 por ciento la Comisión de Energía Atómica. El Departamento de Salud, Educación y Bienestar absorbe 7 por ciento, mientras a la National Science Foundation (NSF) sólo le resta alrededor de 1.5 por ciento. Esta entidad, es precisamente la encargada de fomentar la investigación básica, a la cual acuden los investigadores en demanda de fondos en proyectos de carácter exploratorio, o bien de naturaleza fundamental. Fué además ideada, con gran expectativa, para contrarrestar el gran peso de los gastos de orientación bélica. Por un tiempo sus recursos crecieron con rapidez, pero ahora se han estancado. Junto con reducirse en términos absolutos el monto dedicado por el Gobierno norteamericano a toda la actividad científica, también se afectaron los fondos del NSF. Entre los proyectos vulnerados está el mayor acelerador de partículas de ese país. Ya antes se abandonó el proyecto Mohole, que intentaba estudiar la corteza terrestre en profundidad.

Así el eco de la polémica anterior, se reduce al problema de cuánto será necesario asignar a la investigación de tipo básico, y dentro de ésta a la exploratoria y a la orientada. Como ilustración en los Estados Unidos, la investigación básica representa sólo 0.45 por ciento del producto, y a juzgar por las cifras anteriores, la parte no orientada debe ser menos de un décimo de esa proporción. En otros países desarrollados, con modalidades diferentes, ocurre algo similar.

Una motivación importante para establecer la política científica, fue la segunda guerra mundial. En general en todas las guerras, como situaciones de gran apremio, se produjo presión sobre los conocimientos técnicos, obteniéndose de ellos resultados importantes en cada ocasión. En forma similar, pestes y epidemias presionaron por resultados en el campo médico. Pero, la segunda guerra mundial, por ser muy reciente, y por las realizaciones espectaculares a que dió lugar en el campo

/científico, contribuyó

científico, contribuyó fuertemente a crear conciencia sobre la necesidad de sistematizar la obtención de resultados de la tecnología.

Así, seguramente, siempre existió una política científica, pero más rudimentaria. Se evidenciaba en una lista de temas prioritarios, que se trataba de realizar por mecanismos muy diversos, usualmente creados en función del problema específico.

Como se verá, las listas de prioridades, siguen vigentes, y no es de extrañar, por lo tanto, que se afirme que la política científica, sobre todo en los países más desarrollados tiene el sello de la emergencia.

Los importantes resultados del conocimiento, obtenidos en la segunda guerra, sobreviven a ella, continúan siendo importantes, entre otros motivos por la confrontación prolongada de los grandes bloques.

Pero además de las motivaciones señaladas, el descubrimiento de aplicación práctica es un valor propio de la sociedad industrial. Desde el siglo pasado, por lo menos, se estimuló y trató de sistematizar descubrimientos e investigaciones, las cuales sirvieron de sustento a los mayores logros industriales de la época. Estas realizaciones llevaron a conectar la creación técnica con la política industrial, de comercio exterior y en general con la actividad política, de esas economías.

De esta manera, la política científica nace, en parte, como un proceso natural de profundización y coordinación de esfuerzos. La técnica cada vez requería mayores recursos, la posibilidad de duplicaciones podía ser perniciosa. Los distintos campos de trabajo podían llevarse a una convergencia mayor.

Después de la segunda guerra mundial, la coordinación y el peso de la política científica a los niveles políticos más elevados, plantea problemas de orientación o reorientación del esfuerzo científico. Es decir, no sólo eran las mayores exigencias de recursos y los nuevos problemas y compromisos los que conducían a la coordinación, sino que había además un propósito en ella. Esto usualmente se sintetiza en la expresión de que era necesario "uncir" a la ciencia a los fines de la sociedad. La ciencia además, podía alterar esos fines y también

/afectar los

afectar los medios para alcanzarlos. Claro está que la ciencia, antes de estos desarrollos, servía los fines de la sociedad, pero de otras formas y con otras exigencias. Sobre el propósito nuevo no hay plena concordancia, pero la discusión fluctúa en torno al enfrentamiento bélico o al logro de una mayor solidez económica, sin que sean plenamente excluyentes ambos enfoques.

Una de las consecuencias inmediatas de crear una política científica, fue un incremento en el rol del gobierno en el financiamiento y ejecución de la misma.

Cuando algunos países diseñaron su política científica y crearon además el mecanismo institucional correspondiente, otras economías hicieron lo mismo, con rapidez, con objeto de no quedarse atrás, sobre todo en Europa. El diagnóstico mismo de ese retraso, las impulsó a organizarse. Inglaterra, por ejemplo, había perdido a un sexto de sus científicos.

Todo este fenómeno es muy reciente, tanto en occidente como en el mundo socialista, la estructuración actual de las instituciones de la política científica, suele tener origen posterior a 1960.

Para los países europeos, se planteaban problemas nuevos tanto por su retardo como por la debilidad relativa de sus economías. Las metas planteaban dos líneas de posibilidades complementarias, ponerse al día tratando de alcanzar, o bien buscar resquicios descuidados por la tecnología de las naciones más avanzadas.

La técnica de ponerse al día trae consigo algunos enfrentamientos, la de llenar vacíos plantea también dificultades por su incertidumbre, y por el financiamiento.

Los conflictos de ponerse al día, se manifiestan de diversas maneras, por ejemplo, respecto a inversiones extranjeras, o a la compra que empresas extranjeras realizan de empresas nacionales en las que se crea la tecnología nueva (en el país). Además pueden surgir problemas en la exportación de materiales bélicos que incorporan elementos importados.

/En el

En el caso europeo, la noción de las economías de escala y del mínimo crítico en investigación, lleva a establecer esquemas de colaboración entre países, sobre todo en ciencia básica. Esta idea también está surgiendo en América Latina.

Japón - en el que el avance tecnológico es una de las claves del éxito económico - aporta otra experiencia valiosa en los problemas de ponerse al día. En ese país se dificultan las inversiones extranjeras o la compra de empresas nacionales por extranjeras. Sobre ambas cosas se fijaron límites estrictos o prohibiciones terminantes expresadas en listas detalladas de tipos de industrias en que rigen estas condiciones. A pesar que desde 1967 se han relajado algo esos límites, sigue siendo necesario someterse a un mecanismo de aprobación que pasa por esferas políticas que hacen problemática la perspectiva. Además, se sigue enfatizando que, en todo caso, la inversión no debe dirigirse a industrias ya existentes. Este caso, forma parte de una más amplia política sobre la importación de tecnología que tiene mucha importancia en el Japón.

El esquema organizativo y el funcionamiento del sistema científico en la Unión Soviética, experimentaron bastantes cambios. Una de sus manifestaciones fueron planes para la introducción de la tecnología en la industria, y las llamadas normas progresivas, por las cuáles las industrias de una rama debían ir elevando su productividad y otros índices. En la actualidad, la distribución de la actividad científica entre la fundamental, aplicada y de procesamiento es muy parecida a la de Estados Unidos. Una de las diferencias entre ambos países consiste en que la investigación básica la realizan las academias científicas que han llegado a ser una vasta red institucional, en contraste con la realización de esas tareas en las universidades norteamericanas y grandes empresas.

El sistema de investigación industrial, sobre todo la de procesamiento, estaba ligado en la Unión Soviética, a los ministerios y empresas productivas correspondientes, con fuerte centralización y coordinación escasa. El diagnóstico de esta situación, y la confusa división de responsabilidades entre las academias y las industrias, llevó a una
/nueva experiencia

nueva experiencia durante la segunda guerra mundial, que fue la creación de grandes agencias con propósitos específicos de investigación y desarrollo tecnológico, entre otros propósitos, para la energía nuclear.

Después de la guerra, se realizaron varios intentos para crear una agencia coordinadora de las actividades científicas y tecnológicas, esto recién pudo lograrse en 1961, en lo que ahora se denomina el Comité Estatal para la Ciencia y la Tecnología, que se ocupa de la investigación aplicada y de desarrollo. Tanto este Comité como las academias que se ocupan de preferencia de la investigación básica, dependen directamente del Consejo de Ministros.

Pero, indicar que el citado Comité se ocupa de la investigación aplicada y de procesamiento, es una simplificación. Aquí cabe recordar la clasificación institucional a que se hizo referencia anteriormente. Este Comité ha originado una serie de instituciones de investigación en que si bien prepondera la aplicada y de desarrollo, también se encuentra la necesaria dosis de investigación básica. El propio Comité se ha restringido a una lista de 250 problemas por resolver de gran importancia económica (un ejemplo: línea de transmisión de energía eléctrica a 1500 KV) y además asesora al gobierno sobre planificación científica y tecnológica a largo plazo.

Este proceso reorganizativo, revela la intención de lograr un mejor aprovechamiento de los resultados del esfuerzo científico incrementando para ello la investigación aplicada y de desarrollo. Las formas institucionales a que se ha llegado son "mission oriented" y tienen equivalencia directa en instituciones norteamericanas. Es decir, es importante subrayar que se trata de investigar temas o industrias específicas, la forma es pues la de una lista amplia. Ellas son las siguientes:^{1/}

^{1/} Davies, R.W. y Amann, R. "Science Policy in the URSS". Scientific American. June 1969.

/a) El centro

a) El centro de investigación fabril. En el cual se ligan dentro de una sólo unidad administrativa, al centro de diseño, el instituto de investigación y la fabricación misma de los productos. Se ha aplicado en especial, en las industrias mecánicas. Esta organización, en la cual se aprovechan las economías de escala y la experiencia práctica, se corresponde con la estructura de investigación adoptada por grandes empresas norteamericanas.

b) Complejos de investigación y enseñanza, íntimamente vinculado a las industrias del área, en la tradición del Instituto Politécnico de Leningrado.

c) Corporación de investigación. En la que se prestan servicios de investigación, cobrando por los trabajos. También se corresponde con instituciones norteamericanas.

/En los

En los países desarrollados del mundo occidental, el esquema organizativo tiende a parecerse de uno a otro país. Consta, por lo general, de dos comités situados al más alto nivel político. Uno de ellos, de carácter interministerial trata de las investigaciones que realiza el propio gobierno. El segundo, es también de carácter interministerial, pero reúne además a representantes de la comunidad científica, y se ocupa de la investigación extragubernamental. Además, con ambos comités, actúa un comité asesor formado por destacadas personalidades del mundo científico y técnico.

En los Estados Unidos, la organización no tiene ese carácter, aunque se han hecho propuestas en el sentido mencionado. En este país, el asesor científico del presidente desempeña un rol destacado en la coordinación de entidades de orientación y discusión de la actividad científica, y por su conexión con la fijación de los presupuestos correspondientes. Uno de los problemas más importantes es la coordinación intergubernamental del esfuerzo científico y de esto se ocupa fundamentalmente un Consejo Federal para la ciencia y tecnología. Además de dirigir a este Consejo, el asesor del presidente preside la Oficina Presidencial de Ciencia y Tecnología, en la cual se fija la política científica y como se indicó, se influye en la fijación del presupuesto. Adicionalmente, funciona un comité asesor y una serie de mecanismos de consultoría y de coordinación con diversas agencias gubernamentales especializadas que conducen ciertas investigaciones de importancia.

Es significativo, que muchas de las entidades norteamericanas que guían la política científica, son posteriores a 1957, cuando el impacto del Sputnik Soviético sacudió la estructura de la política científica norteamericana. En algunas de las grandes orientaciones impresas a la política científica en los últimos años, tal como las actividades espaciales ha tenido un papel decisivo el Comité Asesor de la Presidencia, formado en parte por especialistas extragubernamentales.

Si bien no existe un presupuesto único de ciencia y tecnología, todos los proyectos importantes están minuciosamente registrados y controlados en un sistema de computación en la Oficina de Ciencia y Tecnología. Esto permite decidir más claramente respecto a nuevos proyectos.

/Observando la

Observando la política científica a través de sus realizaciones, resulta que un 70 por ciento de la actividad que se realiza es de carácter industrial, financiada por el gobierno, en mayor proporción sobre todo en actividades aplicadas y de procesamiento, y con gran énfasis actual en la industria aeronáutica y electrónica. En aeronáutica y proyectiles, el gobierno financia el 90 por ciento de las investigaciones, y en electrónica el 66 por ciento. En ramas que no tienen prioridad, resulta de interés que, por ejemplo, en la industria automotriz, el gobierno cubre un 26 por ciento de las investigaciones que se realizan en esta materia, un 16 por ciento en extracción y refinación de petróleo y 23 por ciento de las que se realizan sobre máquinas herramientas.

Ahora, pueden intentarse algunas conclusiones. La política científica en los países desarrollados surge recientemente, dirigida a coordinar una actividad preexistente y a dirigirla a nuevas y más importantes finalidades. Estas suelen quedar explícitas en listas de temas y su realización exige labores de carácter industrial. Claro está que aunque no existiere esa política, seguiría dándose una intensa actividad científica en esos países. La política científica es consecuencia de la envergadura alcanzada por la institución científica.

El contraste con los países desarrollados surge de inmediato. Coordinar la actividad científica en estas economías sólo significa reducir los costos en el mejor de los casos, pero según se ha mostrado, el problema consiste en repensar y reformular las finalidades de la actividad científica y además darles carácter industrial. La investigación y desarrollo industriales son prácticamente inexistentes, este es otro motivo por el que la coordinación no es suficiente. Así el problema es de crear lo que falta en el plano científico integral ciencia-industria que ya se mencionó y además diseñar las finalidades que esto debe servir.

La tarea consiste nada menos que en crear ese sistema científico integrado y la alternativa es su inexistencia. Algunas de las finalidades actuales del sistema científico en países subdesarrollados, se dan como un reflejo. impreciso de una parte reducida y no representativa de la actividad

/científica en

ciencia pura en los medios universitarios, desde los cuales se trasladan las temáticas de investigación, pues es a esos medios, y menos a los industriales, a donde concurren a estudiar los profesionales más destacados de estos países.

En el caso de América Latina no se advierte una importancia comparable a la citada para naciones desarrolladas, ni un grado análogo de claridad en la definición o el funcionamiento de una política científico-tecnológica y tampoco se revela su coherencia explícita con la política industrial o la educacional. La falta de coherencia con la política industrial es un caso de mucha trascendencia. Mal pueden cristalizar las aspiraciones industrialistas latinoamericanas si en la base de partida se tiene una fisonomía de industrialización extensiva, y el estado de la creación y profundidad tecnológica está más acorde con la base que con las aspiraciones. La escasez de investigaciones industriales y el hecho de que la actividad científico-tecnológica que se realiza no haya logrado imprimir dinamismo al desarrollo económico son fuentes de preocupación ante la magnitud y tendencia de las desigualdades con las economías desarrolladas. Además esa falta de coherencia en las políticas científica, industrial y educacional, es otro de los sentidos en que el sistema no está integrado. Es la expresión, en la falta de conexión de las políticas, de la debilidad o carencia de investigaciones de carácter utilitario o de procesamiento industrial. Cualquier imagen del futuro desarrollo latinoamericano, en la medida en que tenga un mínimo de contenido industrial, choca con la situación actual y tendencias de la ciencia y tecnología, y no sólo por el monto de recursos, sino especialmente por su naturaleza y finalidad.

Precisamente, ya se indicó que el patrón de desarrollo adoptado en la actual fase de las economías latinoamericanas más avanzadas, el "crecimiento hacia adentro" o la industrialización sustitutiva de importaciones, ha sido la trayectoria con menores exigencias de tecnología propia. A título de consideración hipotética podría afirmarse que en materia de tecnología se adoptó, seguramente sin conciencia cabal de la decisión ni de sus implicaciones, la vía de la dependencia tecnológica. La tecnología se incorpora

/por importación

por importación o en las inversiones extranjeras. Esta hipótesis es al menos coherente con la situación actual en esta materia pero claro está, es necesario que cambie esa situación, ya que la vía sustitutiva además de haberse agotado, tampoco ha resuelto numerosos problemas.

Esta situación de subordinación tecnológica ha sido reconocida por numerosos autores, quienes han señalado la trascendencia que puede tener en el futuro desarrollo latinoamericano la casi absoluta dependencia científica y tecnológica del exterior. Este hecho ha sido bien reconocido en América Latina, sin embargo, no se ha pasado del diagnóstico a la solución del problema. Esto se debe a que la confrontación del problema de la ciencia y tecnología no radica tan sólo en este mismo campo sino también en el campo de la política económica general y en los principales sectores que sustentan el desarrollo económico, en especial el industrial. También en una medida importante, depende de la política de comercio exterior.

En el cuadro 6, puede apreciarse que la magnitud de pagos por royalties y licencias, sólo a los Estados Unidos, representa una cifra que con seguridad supera al monto de recursos total que América Latina dedica a ciencia y tecnología. Pero esto es sólo un aspecto del problema ya que en muchos casos los royalties o arreglos similares son sólo una forma adicional de captar los beneficios de la primacía tecnológica. Los arreglos en precios y los pagos por know how son también de importancia, pero más difíciles de evaluar.

/Cuadro 6

Cuadro 6

RECEPCION DE ROYALTIES Y LICENCIAS DE INVERSIONES DIRECTAS
NORTEAMERICANAS EN AMERICA LATINA, 1964-1965

(Millones de dólares)

Sectores	1964	Total	1965	
			Royalties, licencias y similares	Cargos por tareas de management y por servicios
Total	<u>148</u>	<u>171</u>	<u>44</u>	<u>126</u>
Petróleo	33	28	a/	28
Manufactura	64	79	30	49
Comercio	17	23	9	14
Otros	34	40	5	35

6

a/ Menos de 0.5 millones.

Nota: El monto obtenido de América Latina es similar al de áreas como Canadá y Europa. Sin embargo, en las áreas mencionadas la proporción que se origina en manufacturas es muy superior a la de América Latina.

Fuente: Survey of Current Business, U.S. Dept. of Commerce, September 1966. Vol. 46, N° 9.

En toda inversión de importancia que se haga con consultores, proyectistas, contratistas o arreglos similares con empresas extranjeras, los pagos por know-how, con facilidad exceden el 10 por ciento del monto de la inversión. Estos pagos en si no son tan importantes como el hecho de que cada inversión representa una nueva experiencia valiosa que se acumule en los grupos consultores y contratistas, y por lo tanto restringe o limita, consciente o inconscientemente la propia capacidad creativa.

/Es factible

Es factible que se repita la situación europea en el sentido de que una reducida proporción de la inversión externa controle las industrias más dinámicas, con mayor razón que en Europa debido al mayor desnivel tecnológico. Las ventas de subsidiarias industriales norteamericanas en América Latina, por ejemplo, son aún similares a las exportaciones que los mismos sectores realizan a la región, mientras en Europa, como ya se indicó, las subsidiarias venden varias veces más de lo que exportan desde el país de origen.

Incluso para culminar el modelo de industrialización sustitutiva en los países de la región que más han avanzado en esta ruta, o para mejorar su funcionamiento, es preciso pasar a etapas en que los factores científico-tecnológicos adquieren mayor importancia. Sin embargo, esos elementos vienen de fuera y su incorporación puede adoptar formas cuyos intereses no coinciden necesariamente con los del desarrollo de la región. Un caso bien sabido al respecto es el problema de la exportación. Una empresa que establece subsidiarias en la región, es difícil que intente competir en exportaciones con la matriz en países desarrollados, o que traslade también las investigaciones. Aunque esto puede suceder en algunos rubros en que el costo de la mano de obra tiene importancia, en los cuales pueden evadirse restricciones de precios o a la exportación en el país de origen de la empresa. Mientras sea factible y conveniente, al nivel específico, la incorporación tecnológica vía importación de equipos o por el pago de patentes de procesos o regalías similares, es difícil esperar que se estimule una etapa ni siquiera de asimilación tecnológica. Una verdadera asimilación exige un proceso de participación intensa que se acerca mucho a la creación propia y exige, en todo caso la adaptación a las circunstancias regionales.

Los países que iniciaron con retardo la carrera tecnológica no la empezaron con la pretensión de crear un conocimiento nuevo y propio, más adaptado a sus condiciones. Más bien asimilaron el conocimiento disponible e intentaron llegar a sus límites. No se restringieron a la compra de equipos y a conocer su manejo sino que intentaron además ir conociendo los detalles de su diseño, copiándolo primero, aprendiendo de los errores y después superándolo cuando fue posible. Pero en todo /caso diseñaron

caso diseñaron una política que exteriorizaba el interés oficial en alcanzar dichas metas y disponía los mecanismos necesarios para alcanzarlas. Esto es lo que se quiere decir por asimilación. No se trata en absoluto de autarquía científica, pero sí de participación intensa en el proceso tecnológico, no sólo en los resultados sino también en el proceso de su generación y finalmente también en el aspecto de la originalidad creativa.

Tampoco resuelve el problema una amplia profusión de inversiones extranjeras en los principales sectores industriales. Canadá (y Australia) por su ingreso per cápita podría aspirar a una mayor proporción de investigación y desarrollo respecto al producto, que lo que tiene efectivamente. Según la OECD ^{1/} esta situación se explica porque una parte sustancial de la industria canadiense es de propiedad extranjera y la investigación de otros países se transmite a través de las empresas subsidiarias pero no se realiza en Canadá. Siendo la manufactura el sector más intensivo en investigación, se obtiene el resultado anterior.

En la Declaración de los Presidentes de América en Punta del Este, que se difundió en 1967 se reconoció que la ciencia y la tecnología requieren un esfuerzo sin precedentes en Latinoamérica, el cual demanda la colaboración regional. Explícitamente se indicó la necesidad de establecer políticas nacionales de ciencia y tecnología, con los mecanismos y fondos necesarios entre cuyos elementos principales figura (en los esfuerzos internos de cada país): "La creación de condiciones favorables para la plena utilización de la potencialidad científica y tecnológica en la solución de los problemas económicos y sociales de la América Latina para evitar el éxodo de personas que poseen tales capacidades".

Y en el plano multinacional, se recomienda: Crear un programa regional de desarrollo científico y tecnológico encaminado al adelanto de la ciencia y a lograr una contribución sustancial de ella al desarrollo

^{1/} Freeman, C. y Young, A. op.cit. página 37.

económico. Se propone también la creación de institutos multinacionales de capacitación e investigación y el fortalecimiento de los existentes - y se recurrirá al asesoramiento de un grupo consultivo al nivel regional para contribuir a las decisiones sobre localización, financiamiento y coordinación de actividades.

Se creará, además, un fondo regional para la formación científica y tecnológica. El Consejo Interamericano para la Educación, la Ciencia y la Cultura estará encargado de impulsar el programa.

Dentro de la OEA, se proyecta que la Comisión Ejecutiva del Consejo Interamericano Cultural (CECIC) ocupe un plano de igualdad en el Consejo de la OEA al del CIAP.

Sin embargo, a pesar de que los presupuestos requeridos por esta actividad se han considerado ambiciosos (25 millones de dólares, de ellos 10 para educación) en relación con el mismo presupuesto de la OEA, y se han expresado dudas sobre la posibilidad de satisfacerlos, aún resulta una suma exigua en términos incluso del esfuerzo que ya se realiza al nivel nacional. Además, el problema fundamental que surgirá, tal como se indicó, es el de la reformulación de las finalidades en términos de las grandes opciones de la actividad científica, que exigen una revisión de por lo menos, las políticas industriales, de comercio exterior y educativas relacionadas. Es decir, aún tiene que producirse la nueva lista de problemas científico-tecnológicos a resolver vinculada a la imagen del futuro desarrollo de cada país. Las actividades que hasta ahora se intentan coordinar regionalmente seguirán teniendo cierto carácter básico y ligazón académica, o en todo caso, como se señaló antes, las listas de temas se refieren fundamentalmente a industrias tradicionales y en cercana conexión con recursos naturales.

En suma, el tema de las finalidades es el más urgente en América Latina, y su vinculación necesaria con las políticas de desarrollo. Las listas de temas importantes a enfrentar o las áreas de prioridades, que se emplean en los países desarrollados precisamente tienen la virtud de ilustrar esas finalidades de una forma directa y simple. En América Latina, la actividad del pasado, y las listas actuales están aún

/orientadas a

orientadas a respaldar al modelo primario exportador, y en forma más tenue a sustentar al de industrialización sustitutiva en sus ramas tradicionales. Así, el problema inicial de la política científica es el de formular una nueva lista de problemas tecnológicos a resolver, o de temas prioritarios a investigar.

Algunas de las sugerencias hechas sobre el problema científico en la región, precisamente se expresaron en listas de temas concretos de investigación, indicando las dificultades, el valor económico de resolverlos y las modalidades para la solución de los problemas técnicos. Sin embargo, notablemente el énfasis siempre se sitúa en industrias tradicionales de elaboración de productos alimenticios, de aprovechamiento industrial de recursos naturales o cultivos, o de subproductos de industrias paraquímicas. Lo más alejado de esas industrias que ha llegado a plantearse ha sido en siderurgia, tanto en coquificación de carbones como en problemas de la siderurgia misma pero limitados al aprovechamiento de minerales de hierro o manganeso, pero no al diseño de instalaciones siderúrgicas, o a fomentar la construcción de equipos de esta industria en gran escala.

Es decir, el problema de estas listas es lo que no figura en ellas, ya se mencionó que los ausentes más conspicuos son las industria mecánicas, en especial la fabricación de maquinaria, y otras industrias modernas.

Implícito pues en las listas actuales, o en las propuestas, está una modalidad tecnológica que se expresa de varios modos. Uno de ellos es la expresión de que los recursos naturales propios tienen peculiaridades que no han sido objeto de análisis en los países desarrollados, y entonces por lo menos esa es una tecnología que debe investigarse. Se subraya él por lo menos pues hace explícita la naturaleza del planteamiento. Suponiendo que sea cierto que esas investigaciones están descuidadas por los países desarrollados, eso no explica por qué deben descuidarse por ejemplo las investigaciones y la creatividad en industrias mecánicas. Aunque no fuera por otros motivos, porque también con máquinas se aprovecharán esos recursos.

Otra forma de plantear ese énfasis en aprovechamiento de recursos naturales e industrias tradicionales, se vincula con la afirmación, ya tratada antes, de que es preciso "crear una tecnología" pero que de ocupación mayor y aproveche la constelación de recursos. Ya se comentó el fin correctivo y no afirmativo de esta finalidad, y su basamento en concepciones estáticas a técnica constante, a pesar de las pretensiones de obtener resultados novedosos donde no hay ninguna experiencia ni nacional ni internacional en el sentido de crear una nueva tecnología. Su falta de coherencia con el significado mismo de tecnología como proceso cultural y su pretensión de generalidad. Tampoco se entiende por qué un planteamiento así excluye investigaciones mecánicas o de industrias modernas.

Si se quiere recoger positivamente el desafío de la desocupación estructural, es claro que se precisará establecer una política de transición, durante la cual, y por razones de estricta necesidad coexistan técnicas intensivas en capital con técnicas intensivas en mano de obra. Pero no se trata de crear una tecnología nueva, sino de aplicar combinaciones de técnicas conocidas a las condiciones locales, pero, dentro de un esquema de transición en el tiempo. La capacitación tecnológica y el dominio energético, no se pueden realizar con las simples manos. La tecnología misma es una importante fuente de ocupación directa e indirecta y también afecta al sistema ocupacional. Por lo demás este mismo problema de transición también se presenta en los países desarrollados en relación con la automatización de la actividad productiva. No puede pues, sacrificarse la totalidad de la política científica, ni una parte sustancial de ella a una quimera, que es ponerla al servicio de una deficiente situación en materia laboral. Más pertinente, sin duda, es orientar los escasos recursos disponibles, a fines más permanentes y afirmativos entre los que se cuenta el dar sustento a los nuevos lineamientos del desarrollo y superar la disponibilidad relativa de factores, creando más bienes de capital.

Se ha podido apreciar que en América Latina se da creación tecnológica donde esta tiene la contrapartida de una práctica y una tradición en la

/esfera productiva

esfera productiva, tal como lo ilustra el caso agrícola. El caso minero (y también el agrícola) ilustra cómo, en la medida que se va adelante en la elaboración industrial de las materias primas, el conocimiento latinoamericano se va desvaneciendo, y llega a su mínimo cuando se trata de concebir ese aprovechamiento industrial en su forma concreta de producir las maquinarias correspondientes.

Pasar de la práctica, de la existencia de una actividad existente, al conocimiento técnico y científico respectivo, es el proceso histórico y casi natural. El paso inverso no es simétrico. Resulta mucho más difícil y costoso pasar del conocimiento científico a la práctica industrial. Pero, esta es precisamente la tarea de la política científica y tecnológica, crear con el conocimiento, una práctica industrial, una realidad industrial importante. Si crea sólo el conocimiento, no cumple su función, si se limita a la práctica industrial, debe esperar el proceso histórico natural, que tal vez hay condiciones nuevas que impiden que se repita el paso a la etapa de reflexión tecnológica. Peor aún, si la práctica industrial es limitada en cuanto a, por ejemplo, la industria mecánica.

Esta dificultad de la asimetría conocimiento-industria, unido a la conciencia de los exiguos recursos, plantean el dilema de cómo seleccionar las posibles líneas de desarrollo técnico, con la lista correspondiente de problemas principales a resolver, y, sobre todo con la exigencia ineludible de ir creando simultáneamente la respectiva práctica industrial. La cadena entera de investigación básica - aplicada - procesamiento es inescapable como también lo es la coordinación de políticas, si se aspira a tener éxito. También se advierte con claridad la necesidad, no sólo de orientar las investigaciones, sino además de establecer los estudios básicos, de aplicación y procesamiento en el medio industrial, es decir las entidades que realicen las investigaciones mission oriented.

En cuanto a las líneas de investigación, por ahora sólo puede darse un esbozo general de ellas, planteando las motivaciones correspondientes.

Dentro de los énfasis prioritarios parece claro que debe encontrarse la industria mecánica, y específicamente la fabricación de maquinaria especializada productiva para diversas industrias, y también las máquinas herramientas. El campo es bastante amplio y dentro de él hay posibilidades de selección y especialización, aunque estas decisiones deben tomarse no con un criterio de mínimo, de "por lo menos" o de ligazón a procesamiento de recursos naturales exclusivamente. Debía tomarse con una clara visión de las tendencias del desarrollo tecnológico internacional con vistas a participar en él. Las motivaciones de este lineamiento prioritario ya se han indicado, pero un breve resumen señala que es en este tipo de maquinarias en el que la demanda interna de los países de América Latina, depende en mayor grado de las importaciones, lo que expresa la dependencia tecnológica, pues se trata de un sector vital tecnológicamente, pues en cada máquina se incorpore la tecnología de la rama industrial a que está destinada. Así al diseñarse una máquina de producción no sólo se requiere el concurso de las habilidades mecánicas sino también de las técnicas productivas del sector en que se utilizará. La debilidad del sector mecánico se manifiesta además en la restricción y vulnerabilidad de la formación de capital en América Latina a la pasividad y fluctuación de sus exportaciones. Se han realizado estudios que muestran la importante contribución que la industria mecánica puede realizar a la superación del estrangulamiento que el comercio exterior sujeta al desarrollo de estos países. Su contribución a la ocupación y a la calificación de este puede ser también importante. Aunque no se han realizado estudios, en los países desarrollados se aprecia que la fabricación de maquinaria es el sector metalmecánico que da más ocupación, cuando en América Latina no se destaca en este sentido.

/Pero además,

Pero además, el hecho de que el diseño de la maquinaria productiva no se limita a exigencias técnicas mecánicas, requiere también de investigación en otras ramas industriales, entre las que podía contarse la industria química moderna, en la cual también la dependencia externa de la demanda es elevada, y lo es más aún la tecnología, cuando en la región se cuenta con recursos favorables para darle un sólido sustento. Además también es en esta industria donde se dan algunos de los adelantos de importancia de la moderna tecnología. La creación de diseños y tecnologías con elementos originales, puede constituir la base de una política de exportación de manufacturas, cuya importancia es de sobra conocida.

También se ha mencionado que la industria mecánica puede contribuir al desarrollo de los sectores tradicionales, ya que la investigación de procesamiento culmina en algún tipo de máquina en la instalación productiva.

/Los recursos

Los recursos naturales, aparecen en este esquema con menor énfasis relativo, aunque deben estudiarse problemas de gran importancia económica, como por ejemplo el desarrollo de la tecnología agrícola en condiciones tropicales. Sin embargo, en los recursos naturales, aún queda mucho por hacer sobre todo en su elaboración o aprovechamiento industrial, es decir la técnica que corresponde a su elaboración vertical como la industria metalúrgica o la alimenticia.

Hay aspectos de las tendencias de la tecnología moderna que no pueden ser descuidados, como los modernos avances en electrónica, por ejemplo. Con gran énfasis en la actividad "mission oriented" parece necesario ocuparse de algunas de estas líneas, realizando, es deseable, un esfuerzo de colaboración multinacional sobre todo para superar la estrechez de recursos. Si aún así es difícil superar el mínimo crítico para obtener resultados, puede postergarse conscientemente la investigación, y entonces mantener sólo un conocimiento actualizado en ese campo, sin comprometer grandes recursos. En Europa, países pequeños han logrado éxitos significativos en ramas modernas del conocimiento, actuando en forma selectiva, muy especializada.

Para los aspectos de realización de la política científica, sobre todo para desarrollar una capacidad de realización de grandes proyectos, tiene mucha importancia crear grandes grupos de consultores y contratistas nacionales, que trabajen íntimamente vinculados con las entidades de investigación utilitaria. Esos grupos, aparte de ahorrar los pagos por know-how, sirven como verdaderos depositarios de la experiencia técnica aplicada, que retorna a los centros de investigación y producción, y se benefician de las economías de aprendizaje.

/Por cierto

Por cierto que dentro de los mecanismos de la política económica debe considerarse uno de control y evaluación de resultados, que permanentemente revise la lista de temas prioritarios, y que haga también una apreciación de las especializaciones, así como de la posibilidad de superar los mínimos críticos.

Surge también, en este contexto de los mecanismos para la fijación de la política científica, el rol de los mismos científicos y técnicos, lo que constituye un tema bastante polémico. El peligro de la deformación profesional está siempre presente, y por consiguiente la tendencia a enfatizar los temas en que usualmente se trabaja. En condiciones donde predomina la investigación fundamental, esto tiene inmediata trascendencia económica. Un buen científico no necesariamente es un buen elemento para conducir y administrar la política científica y tecnológica, aunque también pueden coincidir ambas cosas. Esto plantea serios problemas para llenar los cargos directivos de la política científica. Se ha dicho que la ciencia no es sólo el progreso hacia la abundancia, es también la construcción de la sociedad. La ciencia o la técnica, por lo tanto, no capacitan por sí solas, para identificar los objetivos sociales y por lo tanto, para diseñar las soluciones requeridas.

Diseñar e implementar una política científica exige considerar el rol del Gobierno frente a los empresarios privados nacionales y extranjeros. Ante la debilidad tecnológica de las empresas, o más bien su calidad de vehículos de tecnología importada, junto con los problemas de duplicación de inversiones, capacidad ociosa y pequeñez de instalaciones ya mencionadas, el papel del Gobierno adquiere enorme importancia directa e indirecta. Directo por su ponderación en las inversiones y por lo tanto como demandante de maquinaria y equipo, así como la tecnología incorporada a ellos, directa e indirecta por su papel en el diseño y regulación de las diversas políticas que permitan el empleo de la tecnología y por su papel financiero. Con claridad, se aprecia entonces, que - tal como en los países desarrollados - en aquellos sectores donde se aspire a la creación tecnológica el rol estatal debe ser decisivo.

El mecanismo de las asociaciones de investigación por las empresas existentes, ha tenido débiles efectos en los países desarrollados, y subsiste el problema de crear empresas de gran magnitud que aprovechen las economías de escala.

Una vez fijadas las áreas donde se aspira a la creación y por cierto, desarrollo tecnológico propio, y los plazos en que se espera lograr resultados, deben decidirse las modalidades de transferencia de tecnología para las áreas no prioritarias. Sin embargo, una política tecnológica eficiente requiere también examinar estas probabilidades, no sólo por su posible repercusión sobre las áreas prioritarias, sino también por sus efectos económicos, que en un momento dado pueden conducir nuevas líneas a las áreas de prioridad.

En todos estos casos, la política de comercio exterior, como vínculo actual con la tecnología, y como manifestación de sus efectos económicos, debe desempeñar un rol destacado, como también lo hace en los países que experimentaron desarrollo científico recientemente. Aparte de los casos ya citados, conviene mencionar la necesidad de superar el minimalismo del encierro en los límites del propio y restringido mercado. También resultan de interés los planteamientos que se hacen en Israel respecto a cada nuevo proyecto en el que se utilizará inversión extranjera. Entre las cuestiones que se plantean figura el examen de si alguna empresa nacional está próxima a crear tecnología equivalente, o de si hay posibilidades de obsolescencia técnica a corto plazo. También se averigua si en relación con el proyecto está la adquisición de servicios técnicos que podrían prestarse en el país y también, si el tamaño medio de la empresa es favorable respecto a las que se establecen en el extranjero.

En relación con las universidades, en las que se realiza parte sustancial de la actividad científica y tecnológica en América Latina, tal vez lo que puede pedirse es que las motivaciones de esa actividad esten más vinculadas a la propia realidad socioeconómica, que se abandone ese aislamiento notorio y que se intente su mayor apertura y conexión con la industria nacional. Esto seguramente también requerirá de un consciente impulso estatal.

/Finalmente, y

Finalmente, y en relación con las becas en el extranjero, se advierte la importancia que tendría enfatizar las becas para experiencia de la práctica industrial, o de la tecnología de procesamiento, en contraste con becas para el conocimiento académico fundamental.

ANEXO

EL PROBLEMA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
EN AMERICA LATINA

México

Antecedentes sobre el sistema científico y tecnológico

Información tomada fundamentalmente del documento de V. Urquidi y A. Lajous, Educación superior, ciencia y tecnología en el desarrollo económico de México. El Colegio de México, 1967.

Cuadro 7

MEXICO: RECURSOS PARA LA INVESTIGACION Y EL DESARROLLO, 1964

Entidad	Gastos		Personal científico y técnico		
	Millones de pesos	Porcentaje de finan. federal	Tiempo completo	Tiempo parcial	Auxiliares
Universidad Nacional Autónoma de México	28.8	88	181	65	226
Comisión Nacional de Energía Nuclear	17.9	100	102	50	102
Instituto Politécnico Nacional	22.4	90	94	25	47
Investigación Agropecuaria y Forestal	40.8	71	234	59	156
Investigación industrial	26.2	23	45	8	100
Investigación médica	9.8	51	124	10	66
Otros	10.1	100	13	14	37
Total	156.0	73	793	231	784

Fuente: V. Urquidi y A. Lajous, op. cit.

Así, los fondos dedicados a investigación y desarrollo en México, representaron 0.07 por ciento del producto.

Mencionan los autores que la investigación aplicada en agricultura representó una cuarta parte del total, la investigación industrial un 17 por ciento y la de energía nuclear 12 por ciento. Del resto, un 20 por ciento, puede considerarse como investigación muy estrechamente ligada al adiestramiento de personal profesional.

La investigación aplicada en la Universidad Nacional Autónoma se restringe a mecánica de suelos, estructuras, y algunos temas relacionados.

En materia agrícola, uno de los temas a que se dedican mayores recursos, tiene antecedentes desde antes de 1940 en México. Se mencionan en especial el desarrollo de variedades muy útiles de trigo, frijol, arroz y ajonjolí. Más recientemente se concentraron los esfuerzos en el intento de desarrollar híbridos de maíz así como de trigo de alto rendimiento, así como en el mejoramiento genético de otros cultivos.

Otras investigaciones realizadas en materia agropecuaria, forestal y de pesquerías, tienen un marcado carácter aplicado.

La investigación industrial se inicia en el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas en 1950, dirigiendo sus esfuerzos al empleo de recursos mexicanos para su empleo industrial: fibras, combustibles sólidos y algunos productos químicos.

En la actualidad este Instituto realiza investigaciones sobre almidones industriales, utilización de fibras y celulosas, alimentos para animales, conservación de granos, técnicas de la industria alimenticia, silicatos, química mineral y materiales de construcción.

Cuenta con quince investigadores de alto nivel, veinticinco investigadores adjuntos, quince técnicos de nivel intermedio y además participan unos veinticinco estudiantes post-

/graduados cada

graduados cada año. Se menciona un problema de escasez de recursos.

Otra institución realiza también investigaciones industriales, ha realizado una planta piloto de papel y celulosa, a cuyo tema dedica sus limitados recursos.

Se mencionan además otras actividades de investigación y desarrollo industrial en petróleo, minería y energía eléctrica.

Con los antecedentes disponibles puede realizarse un cálculo estimativo que indica que un 45 por ciento de la investigación es de carácter básico y casi un 50 por ciento aplicada, fundamentalmente en el sector agropecuario, mientras que presumiblemente un porcentaje del orden del 5 por ciento es de desarrollo. Aun si fuera mayor el porcentaje de desarrollo, es también realizado en el sector agrícola en su mayoría, restaría algo, entonces, a la proporción aplicada.

Chile

Antecedentes sobre el sistema científico y tecnológico

Información tomada fundamentalmente del trabajo del Centro de Planeamiento, Universidad de Chile, tal como se expuso en el Seminario del PLANDES,^{1/} Santiago, en mayo de 1969.

Se estudiaron en especial dos, de cuatro sectores institucionales y sólo cuatro disciplinas. En términos de este ordenamiento se dan los resultados. El estudio se refiere a 1967.

Los sectores institucionales son: S1) Educación superior. S2) Gobierno. S3) Empresas productivas. S4) Organismos internacionales y otros. Los dos primeros fueron tema de estudio, por ser reconocidamente de mayor importancia en Chile. En el Seminario, sin embargo, se dieron algunas informaciones adicionales sobre las otras instituciones, que tienden a confirmar esto. Se verán más adelante.

Las disciplinas estudiadas fueron: D1) Ciencias exactas y naturales. D2) Tecnología y ciencias de ingeniería. D3) Tecnología y ciencias médicas. D4) Actividades agropecuarias.

En educación superior fue posible identificar 285 organismos que realizaban investigación. Se incluyeron 181 en el estudio, por respuestas a cuestionarios y otros motivos.

En el gobierno, 7 organismos realizan investigación, de los cuales 5 respondieron los cuestionarios.

Se determinó que, en total, 2 214 personas con formación universitaria superior a cuatro años, a tiempo completo, trabajaban en esos organismos de investigación. De ellas, el 85 por ciento en el sector de educación superior y el 15 por ciento en el gobierno.

^{1/} Los expositores fueron Alfonso Díaz y Ann Zammit.

Cuadro 8

PERSONAL PROFESIONAL SEGUN DISCIPLINAS
(Porcentajes)

Disciplina	D1 Ciencias exactas y naturales	D2 Inge- niería	D3 Medi- cina	D4 Agro- pecuario	Total
Sectores S1 y S2 (Educación superior y gobierno)	50	17	15	18	100

Dentro del mayor porcentaje, 50 por ciento, en ciencias exactas y naturales, se advierte preponderancia de la biología, tema en el que trabaja el 25 por ciento de todo el personal profesional.

Además del personal profesional, se encuentran en esas instituciones 800 personas con formación universitaria inferior a 4 años, y 1 479 personas de personal administrativo y auxiliar. Sin embargo, un 12 por ciento del personal profesional se encontraba realizando estudios en el extranjero.

El personal de investigación activo en ciencias exactas y naturales, así como en ingeniería, se encuentra casi exclusivamente ligado a la educación superior, y casi no lo hay en el gobierno. En medicina sí se realiza una integración entre ambos sectores institucionales, a través del Servicio Nacional de Salud. Mientras en temas agropecuarios, sólo un cuarto del personal activo en esa disciplina realiza sus actividades en la educación superior, los tres cuartos restantes lo realizan en el gobierno.

En cuanto a la calificación del personal (la muestra es algo menor, se refiere a 1 400 personas), la situación es la siguiente.

Cuadro 9

CALIFICACION DEL PERSONAL DE INVESTIGACION

(Porcentajes)

	Disciplinas	
	D1 Ciencias exactas y naturales	D2 Ingeniería
Sin estudios de postgrado	61	61
Estudios de postgrado, sin título	24	21
Título de tipo Master	5	3
Título de doctorado	10	2
Total	100	100

Resulta bastante débil la calificación, visiblemente. A esto debe anotarse adicionalmente que en ciencias exactas y naturales un 48 por ciento del personal lleva menos de 5 años en la actividad de investigación, y un 31 por ciento tiene también esa antigüedad en ingeniería y medicina.

Los proyectos, en todas las disciplinas de investigación, tienen una duración media de sólo 14 meses, siendo esta duración de 12 en ingeniería. Si bien hay dispersión, son muy pocos los proyectos de más de dos años de duración.

El 64 por ciento de los organismos de investigación tiene menos de 10 personas (de ellos, casi la mitad tienen de 5 a 10). Mientras que sólo el 5 por ciento de los organismos tiene más de 40 personas, estando todos estos en el gobierno.

Además, debe anotarse, que la investigación no es la actividad única de los organismos estudiados, una finalidad importante de esos organismos es también la docencia postgrado, en ciencias exactas y naturales, alrededor de un 25 por ciento

/de los

de los investigadores se dedican a esta materia. Si bien, en el gobierno, la investigación es preponderante.

En cuanto al financiamiento, la mayoría se realiza internamente. La industria contribuye en muy escasas ocasiones.

Se distinguió en la investigación la motivación de las investigaciones, si académicas o de índole económica y social. La gran mayoría resultó motivada académicamente. Sólo en temas agropecuarios ocurre a la inversa. Las iniciativas académicas son el 85 por ciento de los casos (proyectos) o más en ciencias exactas y naturales y en salud. Un 80 por ciento en ingeniería, y sólo un 20 por ciento en el sector agropecuario.

Vinculados a temas industriales, sólo hay un 8 por ciento de los investigadores y a minería un 3.4 por ciento.

Finalmente, otra información de interés es que entre la tercera parte y la mitad de los proyectos, según la disciplina, tienen financiamiento externo, aunque éste no parece ser importante cuantitativamente.

Una de las labores de investigación de mayor importancia desarrollada por el sector privado corresponde a investigaciones agropecuarias llevadas a cabo por la Sociedad Nacional de Agricultura desde 1925.

Las variedades de trigo estudiadas y sus condiciones de utilización, se considera que han contribuido, por lo menos, con un tercio del incremento logrado en la producción.

Igualmente se mencionan resultados favorables en cebada, maíces híbridos y sorgo.

También se mencionó que el sector privado había realizado investigaciones sobre arroz, con geneticistas, desarrollando variedades chilenas.

En relación con la industria, no se mencionaron casos similares.

Se mencionó que un fondo internacional para estudiar usos del cobre había celebrado recientemente dos contratos de investigación con universidades chilenas. Ese centro realiza unos 150 proyectos de investigación al año.

Como otro dato de interés, se mencionó que los gastos de investigación astronómica exceden considerablemente a los realizados en ciencias del mar.

En 1968 se gastaron 15 millones de dólares en royalties y patentes en Chile, de los cuales, se afirmó, la mitad eran claramente prescindibles o fáciles de producir en el país.

Venezuela

Antecedentes sobre el sistema científico y tecnológico

Información obtenida de La ciencia base de nuestro progreso. Fundamentos para la creación de un Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Ediciones I.V.I.C., Caracas 1965. La información se refiere a fines de 1963.

Se registró un total de 520 investigadores activos. Sobre personal auxiliar no fue posible formarse una visión completa. Se considera que en realidad la cifra de investigadores supere los 800, pero solamente los dos tercios contestaron las encuestas.

Según los tipos de investigación, el personal se clasifica del modo siguiente.

Cuadro 10

VENEZUELA: DISTRIBUCION DE LOS INVESTIGADORES PROFESIONALES POR TIPOS DE INVESTIGACION, 1963

	Número	Porcentaje
Investigación fundamental ^{a/} libre	58	11.2
Investigación fundamental ^{a/} orientada	326	62.7
Investigación aplicada	112	21.5
Desarrollo	23	4.4
No especificada	1	0.2
Total	520	100.0

a/ Lo que se ha llamado básica, en otras partes del texto. La de libre u orientada, diferencia el grado de posible vinculación con temas de la realidad nacional, siendo ambas de todos modos básicas.

/Sin embargo,

Sin embargo, el tiempo dedicado a la investigación no es total, pues sólo un 43 por ciento estaba íntegramente dedicado a la investigación, mientras el 32 por ciento del personal dedicado a esas tareas menos del 50 por ciento de su tiempo, y un 22 por ciento dedicado a ellas el 50 por ciento de su tiempo.

Es interesante anotar que 89 de los investigadores tenían especialidades en ingeniería, de éstos 19 en ingeniería civil, 35 en especialidades relacionadas con el sector agropecuario, y solamente 2 en ingeniería mecánica y 3 en ingeniería química.

Las 76 entidades estudiadas, en las que se realizaba investigación, tenían la siguiente estructura institucional.

Cuadro 11

VENEZUELA: ESTRUCTURA INSTITUCIONAL DE LAS ENTIDADES QUE REALIZAN INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA

	Carácter	Número de entidades	Porcentaje de investigadores
Oficial	Ministerial	6	10
	Autónomo, no universitario	3	11
	Universitario	58	74
Privado	Sin fines de lucro	8	5
Mixtos	Universitario no lucrativo	1	-
	Total	76	100

El cuadro anterior resalta, como en el caso de otros países, los fuertes nexos que se dan entre investigación y docencia universitaria, más aún si se recuerda que no todos los investigadores lo son a tiempo completo. Otra indicación en este mismo sentido es que solamente un 22 por ciento de los investigadores poseía título de postgrado.

La mitad de los investigadores que realizan estudios aplicados tiene por especialidad ciencias biológicas (que incluyen medicina, en este caso), y en el resto de investigadores en temas aplicados, aun trabajan bastantes en temas ligados a recursos naturales, o bien en investigaciones sociales.

El costo total de la investigación científica en Venezuela, al año, se estimó en 45 millones de bolívares, o un 0.13 por ciento del producto bruto interno. De ese costo un 53 por ciento corresponde al costo del personal de investigadores.

Es interesante también señalar que mientras un 2.4 por ciento de los médicos existentes se dedica a la investigación, y un 2.5 por ciento de los ingenieros, en los agrónomos el 16 por ciento se ocupa de esa tarea.

El Gobierno Venezolano financia, aproximadamente un 80 por ciento de los gastos del sistema de investigación.

Colombia

Antecedentes sobre el sistema científico y tecnológico

Información de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, Institutions of Higher Education, Research and Planning in Colombia, Washington, D.C., 1968.

No se cuenta con información adecuada sobre las actividades de investigación relacionadas con las universidades, pero resulta de interés dar la información siguiente sobre instituciones extrauniversitarias.

En agricultura, se anotan las siguientes actividades. Investigaciones sobre arroz, de la Federación Nacional de Arroceros con un presupuesto de 19 mil dólares en 1962. La Federación Nacional de Cafeteros, con un presupuesto de 670 mil dólares en 1966 para investigaciones. El Instituto Colombiano Agropecuario, con presupuesto de 2.4 millones de dólares en 1967, pero además de investigaciones realiza extensión. Además debe mencionarse el Instituto de Fomento Algodonero con 800 mil dólares para investigación, el Instituto de Fomento Tabacalero con 120 mil y el Instituto Zooprofiláctico Colombiano con un presupuesto de 940 mil dólares en investigación de la inseminación artificial y enfermedades del ganado.

El centro de investigación más importante en materia industrial, es el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, con un presupuesto de 560 mil dólares en 1967. Se trata de una institución sin fines de lucro.

Está dividido en siete secciones y cuenta además con laboratorios diversos en los que se realiza control de calidad. Realiza también funciones de asesoría a escala nacional y presta servicios técnicos. Puede pues apreciarse que no se trata solamente de una institución de investigación y desarrollo.

En el Instituto de Estudios Nucleares trabajan 20 científicos y técnicos en investigaciones diversas.

En materia de recursos naturales y de estudios fundamentales de carácter no estrictamente académico, debe mencionarse al Instituto de Ciencias Naturales, al Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, al Instituto Geográfico Agustín Codazzi, y al Servicio Geológico Nacional. El presupuesto de investigación de este conjunto puede llegar a unos 800 mil dólares.

Nuevamente, el examen de estas entidades, en el caso de Colombia, sugiere el fuerte énfasis que ponen la ciencia y tecnología aplicada en recursos naturales, en especial en el sector agropecuario, y también se revela con claridad los escasos recursos destinados a la investigación de carácter industrial, sobre todo aquella industria de carácter no tradicional.