
INTRODUCCIÓN:

Notas sobre la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad latinoamericana *

Amílcar O. Herrera

En los últimos años se ha escrito mucho sobre el atraso científico y tecnológico de América Latina, sobre sus causas y efectos y sobre las premisas en que debe basarse una política para superarlo. La mayor parte de tales estudios proviene de los países desarrollados y en este campo, como en tantos otros, corremos el riesgo de formarnos una imagen de nuestra realidad condicionada por la visión de quienes nos analizan desde un contexto político, cultural, económico y social muy distinto del nuestro.

Por supuesto, este problema se presenta en todas las esferas de actividad, pero adquiere un carácter particularmente agudo en el de la ciencia y la tecnología. En otras áreas, fundamentalmente las sociales y económicas, los intelectuales de la región han efectuado en los últimos años un detenido análisis de la realidad latinoamericana, señalando sus diferencias con la de los países más adelantados. En particular, han puesto de relieve que el subdesarrollo no es meramente una etapa temprana del desarrollo, sino una situación estructuralmente diferente, en gran parte generada y condicionada por la misma existencia y evolución de las sociedades desarrolladas. Resulta claro, entonces, que la estrategia para el progreso económico y social de América Latina no puede ser la misma que aplicaron, o aplican hoy, los países más desarrollados.

En el caso del progreso científico y tecnológico, en cambio, la situación es diferente. Se tiende a creer que la creatividad científica es relativamente independiente del marco socioeconómico en que está inserta, salvo en lo que se refiere a medios materiales. Esto fue cierto y sólo en parte, en ciertos períodos del pasado. En los comienzos de la llamada Revolución Científica, la investigación podía ser realizada por hombres relativamente aislados, con pocos medios materiales y, por lo tanto, era en cierta medida independiente del medio que la rodeaba. Ahora la situación es totalmente distinta. La investigación científica y tecnológica requiere recursos de tal magnitud y complejidad que sólo el conjunto de la sociedad, a través del Estado y de los grandes medios de producción, puede proporcionar. La creación científica moderna es un esfuerzo de la sociedad toda, y el desarrollo científico de los países atrasados, igual que el económico y social, a los que está indisolublemente unido, no pueden lograrse copiando simplemente las fórmulas creadas y aplicadas en los países más avanzados. Es evidente, en consecuencia, que sólo indagando profundamente en las complejas causas que determinan el atraso científico de América Latina se podrán formular políticas para superarlo.

Los artículos que integran este volumen han sido seleccionados, precisamente, porque constituyen una valiosa contribución a esa obra de esclarecimiento. El criterio que guió la selección fue el de presentar una variedad de enfoques que asegure una visión lo más profunda y amplia posible de los múltiples factores que inciden en la producción científica, y que condicionan su efecto sobre la sociedad. Sus autores son todos latinoamericanos que, desde muy diversos campos de actividad, se han ocupado intensamente de los problemas de la ciencia y la tecnología de la región.

En la mayoría de los casos, las razones que nos llevaron a incluir cada uno de los trabajos son demasiado evidentes para necesitar explicación. Creemos conveniente, sin embargo, hacer una excepción con los artículos de L. Ratnoff, Darcy Ribeiro y Marcos Kaplan.

Los trabajos sobre problemas del desarrollo científico que se publican en nuestro medio, se refieren casi exclusivamente a las ciencias exactas y naturales, con ninguna o muy escasa referencia a las ciencias sociales, sobre el supuesto tácito o expreso de que estas últimas presentan problemas esencialmente diferentes de las primeras. En nuestra opinión, sin embargo, y partiendo del principio que el papel que la

* La mayor parte de este artículo introductorio fue publicada por Estudios Internacionales, Revista del Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de Chile. Año 2. 1968.

ciencia desempeña en una sociedad está íntimamente ligado a las características específicas de ésta, los factores que inciden en el desarrollo científico deben ser fundamentalmente similares en todos los campos, incluyendo las disciplinas sociales. De acuerdo con este criterio, hemos incluido en este volumen los artículos de Luis Ratinoff y M. Kaplan sobre la evolución y el estado actual de la investigación en las ciencias sociales de América Latina.

La comparación de estos trabajos con los otros que integran el volumen, justifica ampliamente el criterio mencionado. En efecto, si bien la temática específica que estudian las ciencias sociales le plantea ciertos problemas que le son propios, es evidente también que los obstáculos fundamentales que debe afrontar para su progreso son similares a los que afectan a las ciencias exactas y naturales. Éstos son esencialmente: la resistencia al cambio de los sectores de América Latina que se benefician del statu quo, y que ven, en toda actividad intelectual potencialmente transformadora de la realidad, un peligro para sus intereses; y el carácter dependiente de nuestros países, que hace muy difícil cualquier actividad creadora realmente autónoma.

Estos factores condicionantes del atraso se hacen muy explícitos en relación con las ciencias sociales, debido a que éstas, al indagar en la realidad socioeconómica de América Latina, los ponen en evidencia provocando la lógica reacción de autodefensa. En el caso de las ciencias exactas y naturales, cuya capacidad de estimular el cambio es menos evidente, pero potencialmente no menos peligrosa para esos intereses, el enfrentamiento es más indirecto pero no menos violento, como lo muestra el lúcido análisis que hace Darcy Ribeiro sobre las causas que motivaron la destrucción de los intentos más exitosos que se han hecho en América Latina, para crear centros científicos con verdadera autonomía intelectual.

Otro tema, que frecuentemente se omite o se expone sólo muy superficialmente cuando se analizan los problemas de la ciencia en América Latina, es la Universidad, a pesar que la mayor parte de la investigación científica de la región se realiza en ella. Esto se debe, en gran parte, a que es imposible tratar seriamente el problema de la Universidad sin adentrarse en los aspectos políticos del tema, y se tiende a creer que tales temas no tienen ninguna relación directa con la investigación científica, salvo en cuanto impiden que ésta se realice con eficiencia.

El artículo de Darcy Ribeiro incluido en este volumen demuestra lo erróneo de dicha concepción. El ex Rector de la Universidad de Brasilia, en un profundo análisis de la Universidad latinoamericana, muestra claramente que la posibilidad misma de crear una capacidad científica autónoma al servicio de las necesidades de la región, depende en gran medida del tipo de universidad que surja, finalmente, como resultado del debate político que tiene lugar en su seno.

Aunque, por las razones ya expuestas, hemos considerado conveniente hacer un breve comentario sobre los artículos de Luis Ratinoff, M. Kaplan y Darcy Ribeiro, no es nuestro propósito hacer una revisión de las conclusiones que puedan extraerse del conjunto de trabajos que integran volumen, ya que éstas, en todos los casos, son muy explícitas. Creemos útil, sin embargo, en el caso de las ciencias exactas y naturales, exponer algunas consideraciones generales sobre el tema, que pueden, en cierto modo, servir de marco de referencia para los temas específicos que presentan los autores.

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

En primer término es necesario destacar que la diferencia en la cantidad y calidad de la producción científica no es más que un aspecto de la brecha que separa a nuestros países de los más desarrollados. En los países adelantados la mayor parte de la investigación científica tecnológica se realiza en relación con temas que, directa o indirectamente, están vinculados con sus problemas de desarrollo. El progreso científico se refleja en forma inmediata y espontánea en el funcionamiento de sus fábricas, en su tecnología agrícola, en su infraestructura y, en general, en el constante incremento de la producción.

En América Latina, por el contrario, la mayor parte de la investigación científica que se efectúa, guarda muy poca relación con las necesidades más apremiantes de la región. Para demostrarlo, basta hacer una breve reseña de lo que sucede en el campo de los recursos naturales, que es todavía vital para la economía, prácticamente de todos los países del área. En el caso de los recursos minerales, el mapa geológico general de un país constituye la base indispensable para cualquier plan regional de evaluación y prospección minera. Se puede estimar para América Latina que de menos del 5%, del área total se han confeccionado los mapas geológicos en las escalas adecuadas. Además, en muchos casos, la selección de las áreas estudiadas no se ha hecho en función de un mejor conocimiento de alguno de los recursos que se relacionan directamente con las condiciones geológicas del medio, como los minerales y el agua

subterránea, sino por razones circunstanciales, como un mayor conocimiento previo del área, facilidades de acceso, preferencias del investigador, etc. Conviene recordar, por contraste, que Canadá, con una superficie equivalente a la mitad de América Latina, ha establecido el 75% de sus mapas en esas escalas y que China, en sólo siete años, ha efectuado el levantamiento geológico del 26%, de su territorio¹ En suelos, otro recurso esencial para la región, la situación es similar. Solamente del 8 al 10% de los suelos han sido confeccionados mapas en escalas adecuadas. Los mapas, semidetallados y detallados, cubren entre el cinco por ciento y el uno por ciento respectivamente.

La situación descrita, y que se repite en el caso de todos los recursos naturales, se refiere sólo a la base más primaria de la investigación, que es la realización de inventario físico. En la fase industrial propiamente dicha, es decir, en la etapa de elaboración y transformación, se encuentran las mismas diferencias. La investigación tecnológica es muy escasa y se limita, generalmente, a las posibilidades de utilización de los recursos naturales en la fase de laboratorio, sin llegar a la etapa de planta piloto, y sin considerar, por lo tanto, los aspectos técnicos y económicos de los procesos de industrialización.

En lo que se refiere al desarrollo industrial en general, las condiciones no son mejores. Según un estudio de la CEPAL²: “Varios países de América Latina han avanzado bastante en el camino de la industrialización, sin prestar la atención debida a la investigación de los recursos, los procedimientos, los equipos y los productos...”

En efecto, en su mayoría, el desarrollo experimentado por la industria ha consistido en estudiar la lista de importaciones, seleccionar un producto definido cuya fabricación resulte comercial y tratar de reproducirlo en América Latina, muchas veces importando también la materia prima. En lo posible se ha tratado, en estos casos, de utilizar los mismos procedimientos en uso en el país de origen, improvisando muchas veces las técnicas sin mayor consideración de la calidad del producción ni de la productividad de la operación. Como va disminuyendo la lista de los artículos terminados, cuya reproducción en América Latina es económicamente viable, el progreso de la industrialización por esta ruta se va haciendo cada vez más lento y difícil. En cuanto a los institutos tecnológicos de la región, financiados en su mayor parte por los Estados, además de la pobreza de medios humanos y materiales en que se desenvuelven, no amplían, en general, sus actividades de asesoramiento de la industria existente para la solución de los problemas de rutina.

En lo que se refiere a la investigación básica, la que se realiza en la región tiene lugar principalmente en las universidades, o en institutos relacionados con ellas o con organismos estatales. Salvo raras excepciones, sus planes de investigación no guardan ninguna relación con las necesidades de la industria, o con los problemas generales del desarrollo económico de la región. Según el estudio ya citado de la CEPAL: “En muchos casos, la investigación tecnológica se ha desarrollado como un apéndice de la investigación universitaria de carácter especulativo, como una forma de complementar la enseñanza teórica con el entrenamiento práctico, más que con la intención de atender directamente las necesidades de los medios industriales”.

La característica más importante del cuadro, que acabamos de esbozar tan brevemente, es la escasa relación existente entre la actividad científica y tecnológica del área y los problemas básicos de desarrollo que ésta enfrenta. Esta situación, tanto o más que el volumen absoluto de investigación que se realiza es, en nuestra opinión, un carácter distintivo del subdesarrollo en el campo que estamos considerando. Volveremos sobre ese tema al tratar las causas del atraso científico y tecnológico. ¿Cuáles son las consecuencias de estas diferencias en la cantidad, calidad y dirección de la investigación científica en América Latina, con respecto a la que se realiza en los países desarrollados? No existe una manera directa de medir los efectos del avance científico y tecnológico en el progreso total de una sociedad, pero se pueden usar medios indirectos para apreciar su influencia en el crecimiento económico. Los más útiles son los índices de productividad y crecimiento de la productividad, especialmente la producción por persona ocupada. Según datos de la CEPAL³ en los últimos diez años, mientras el producto por persona activa crecía en América Latina escasamente el 2 por ciento anual, en los Estados Unidos crecía a un ritmo sensiblemente mayor, y en Europa Occidental y Japón esa tasa se elevaba al 4 y 6 por ciento anual.

¹ Organisation et développement de la science en République Populaire de Chine, *Notes et études documentaires* N° 3255, Secrétariat Général du Gouvernement, Paris, 1966.

² CEPAL, *Problemas y Perspectivas del desarrollo industrial latinoamericano*, Solar-Hachette, Buenos Aires, 1964.

³ Discursos de M. Balboa en *la Conferencia sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo de América Latina*, UNESCO-CEPAL, 1965.

Un fenómeno similar se producía en los países socialistas. En lo que se refiere a la actividad agropecuaria, en Estados Unidos y Europa Occidental el producto por persona ocupada ha estado creciendo a un ritmo de 5 y 6 por ciento, mientras que en América Latina, y para un período particularmente favorable, sólo ha crecido a una tasa anual de poco más del 2 por ciento. Estas tasas de crecimiento de la productividad son suficientemente alarmantes por sí solas, pero lo son mucho más si se considera que América Latina parte de índices de producto medio por persona ocupada, que representan entre un tercio y un séptimo del que tienen los países adelantados.

¿Cuáles son las causas del retraso científico y tecnológico de América Latina? Es obvio que la respuesta correcta a esta pregunta es de importancia fundamental, ya que es el prerrequisito indispensable para el planeamiento de cualquier política que tienda a superar ese atraso.

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

Para refutar el primer tipo de argumentos, basta recordar que lo mismo se dijo de los esclavos, prácticamente hasta que la Unión Soviética lanzó su primer Sputnik derribando el mito; de los asiáticos, en general, hasta que Japón, en (...), derrotó militarmente a una de las mayores potencias occidentales, y de los chinos, en particular, hasta que detonaron su primera bomba de hidrógeno en un tiempo considerado récord, aún para una potencia científica de primer orden. Pese a la evidente falacia del argumento, sin embargo, seguirá siendo sostenido para América Latina, inclusive por personas de la región, hasta que los latinoamericanos prueben, con hechos indubitables, que se trata de uno de los tantos mitos que se han esgrimido a través de la historia, para ocultar las verdaderas causas de la miseria y la opresión de grandes sectores de la humanidad.

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

El impulso de la investigación científica y tecnológica se produce, principalmente, por dos caminos: el Estado, en la medida en que se trata de alcanzar los grandes objetivos que se plantea la sociedad, y el empresario industrial que, en su deseo de aumentar continuamente su nivel de productividad y de eficiencia, genera e impulsa la investigación tecnológica que transfiere, en beneficio de la sociedad, los resultados de la investigación científica.

Como es bien sabido, la industrialización de América Latina fue, principalmente, producto de contingencias originadas fuera de la economía latinoamericana y de sus centros de decisión. Según Osvaldo Sunkel⁴:

“El fenómeno de la industrialización comienza a acelerarse en América Latina desde la Primera Guerra Mundial y recibe un nuevo impulso a partir de la crisis de 1930, que se renueva a raíz del segundo conflicto bélico. Con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial, ya se transforma en una política deliberada, prácticamente en todos los países de América Latina”. La industrialización se basó, casi exclusivamente, en la sustitución de importaciones, por la importación directa de tecnologías provenientes de los países desarrollados, o por la aplicación de soluciones pragmáticas con poca o ninguna investigación técnica.

Como consecuencia de este mecanismo de industrialización, originado en acontecimientos externos a la región, el acceso gradual de la clase media al poder político que se registra en América Latina en las últimas décadas, no fue acompañado, como sucedió en Europa durante la *Revolución Industrial*, por el paso

⁴ Osvaldo Sunkel. *El marco histórico del proceso de desarrollo y subdesarrollo*. Cuadernos del ILPES II, Anticipos de investigación, N° 1, Santiago de Chile, 1967.

a una sociedad con cambios institucionales adaptados al crecimiento industrial: "... dos o tres décadas de este tipo de crecimiento industrial *accidental* no se han resuelto en la creación de una cultura industrial que sea posible considerar como una alternativa, al complejo cultural tradicional de las clases superiores. En América Latina la industrialización no es ni el producto de la actividad de una burguesía industrial ascendente ni la ha producido"⁵ La clase empresarial surgida de este proceso ha sido descrita en sus rasgos esenciales por Marcos Kaplan⁶: "Se trata de un empresariado que aparece y se desarrolla tardíamente; en número limitado por la estratificación social rígida; frenado por, a la sombra de, o en ensamblamiento con fuerzas tradicionales y monopolistas del país y del extranjero, con escasas posibilidades de competitividad y capitalización. Este sector tiende a preferir las actividades mercantiles y especulativas, a las que requieren grandes inversiones tecnológicas suele progresar como empresario político o de coyuntura, a impulso de alternativas institucionales y conmociones sociales y bajo protección de determinados grupos del poder. Carece frecuentemente de disciplina y ascetismo; prefiere la acumulación veloz y el consumo, a la inversión productiva, sin justificar sus beneficios por la capitalización racionalizada por la difusión de beneficios sociales y nacionales. Su horizonte no excede los ámbitos de lo mercantil y dinerario...No representa ni transmite lo que merezca preservarse del orden tradicional; ni ópera como vehículo de innovación".

Para considerar muy brevemente la acción del Estado como impulsor del desarrollo científico y tecnológico, conviene dividirla en dos períodos: el que va desde la independencia hacia, aproximadamente, la Primera Guerra Mundial, y el que le sigue hasta la actualidad. En el primer período se produce lo que se ha denominado *crecimiento hacia afuera*. El crecimiento económico dependió, esencialmente, de la actividad productora de materias primas para la exportación, que se desarrolló sobre la base de la inversión extranjera en la mayoría de los países de la región. Si bien en este período los sistemas productivos se expandieron considerablemente, en respuesta a la demanda exterior, esto se hizo más por una mayor explotación extensiva de los recursos naturales y de la mano de obra, que por la introducción de innovaciones tecnológicas. El desarrollo del sector manufacturero fue muy escaso porque los recursos obtenidos del sector básico de exportación permitían obtener bienes manufacturados de los países adelantados, a precios relativamente convenientes. En términos generales, los recursos provenientes del sector exportador no se canalizaron para desarrollar otros sectores más dinámicos de la economía, en gran parte porque "el Estado se convirtió abiertamente en el sirviente de las clases dominantes, los propietarios nacionales y extranjeros en el sector exportador, sus sostenedores urbanos, y los propietarios de la tierra, quienes estaban frecuentemente conectados con el comercio de exportación"⁷

En el período que sigue a la Primera Guerra Mundial, se acelera la industrialización de América Latina en las condiciones que ya hemos visto: sustitución de importaciones, trasplante de tecnologías importadas etc. El Estado tuvo un papel importante en este proceso. pero no como resultado de decisiones deliberadas por parte de una elite burocrática o política, sino como respuesta a situaciones impuestas por circunstancias externas. Las causas de esta actitud son claras. Las clases altas, en general propietarias de la tierra y conectadas con el sector exportador, no tenían interés en apoyar los procesos de modernización de la economía. La clase media, cuyo ascenso coincide aproximadamente con el período de industrialización, llega al poder con "partidos reformistas que con muy pocas excepciones fueron predominantemente urbanos, partidarios del comercio libre liberales, radicalmente anticlericales y no industriales"⁸. El resultado sobre la actividad del Estado, de esta contradicción entre la filosofía política que lo informa y las necesidades impuestas por los nuevos factores, que afectan la economía mundial y la de la región, ha sido descrito por Kaplan⁹: "El Estado de los países latinoamericanos ha heredado y continúa una tradición secular de *leseferismo* liberal, que presenta su intervencionismo como anormal y transitorio. e incapacita al gobierno para plantear y resolver los problemas de acumulación e inversión eficiente del ahorro nacional, de la extensión del mercado interno y de la regulación de las transacciones externas. Las estructuras gubernamentales tienden, cada vez más, a carecer de estabilidad, eficacia, prestigio, hasta para cumplir las funciones y servicios tradicionales. El proceso de cambio, la multiplicación de tareas nuevas, la insuficiente

⁵ Claudio Véliz, *Obstacles to change in Latin America*, Edited by Véliz, Oxford University Press, p. 6, 1965.

⁶ M. Kaplan, *Países en desarrollo y empresas públicas*, Ediciones Macchi. Buenos Aires, 1965, p. 35.

⁷ Aníbal Pinto. Political Aspects of Economic Development in Latin America. en *Obstacles to change in Latin America*. Claudio Véliz (ed). Oxford University Press. 1967, p. 19

⁸ Claudio Véliz. *Obstacles to change in Latin America*. Oxford University Press, 1967.

⁹ Marcos Kaplan, *Desarrollo socioeconómico y estructuras estatales en América Latina*. Aportes. Instituto Latinoamericano de Relaciones Internacionales. París. 1967. p. 31.

capacidad política y administrativa del Estado para cumplir responsabilidades ampliadas, paralizan o desvirtúan sus decisiones y sus actos, agravan su inestabilidad, su ineficiencia y su desprestigio”.

La caracterización del Estado y del empresariado latinoamericano que acabamos de ver es, sin duda, algo esquemática, ya que hay excepciones, tanto en la acción del Estado como en la del empresariado industrial; pero es suficientemente exacta, desde el punto de vista de la situación general predominante en la región, y basta para explicar su atraso científico y tecnológico. En efecto, la incapacidad del Estado para canalizar la energía creadora de los pueblos en función de objetivos nacionales propios, redujo su acción en el campo cultural, en el mejor de los casos, al apoyo de la educación y al tormento de las profesiones necesarias para el funcionamiento de una sociedad esencialmente estática: medicina, derecho, ingeniería en el sentido profesional, etc. o descuidando casi totalmente la actividad científica más creadora. Esta ineficacia del Estado, unida a la falta de una industria tecnológicamente progresista, explica tanto el escaso volumen de la investigación científica, como su desconexión de los problemas de la región. Como señalan Urquidi y Lajous¹⁰ para México, aunque la afirmación es válida para toda América Latina: “Puede decirse que en general, los hombres de ciencia, al reaccionar ante esta situación, ridiculizaron su posición, es decir, prefirieron dedicarse a llevar a cabo investigación básica o pura y no a efectuar aquella que tuviera que ver con la industria o con el gobierno o en general con la vida económica del país”.

Se plantea, entonces, el interrogante de cómo sacar a América Latina del atraso científico y tecnológico que incide tan decisivamente sobre sus posibilidades de desarrollo. Si bien existe acuerdo general entre los científicos sobre la imperiosa necesidad de llevar la investigación científica y tecnológica de la región a niveles compatibles con los de una sociedad moderna, no existe la misma unanimidad entre los economistas y políticos.

No se trata, por supuesto, de que estos últimos se opongan a la incorporación de los beneficios de la ciencia moderna, sino que muchos de ellos creen que ese objetivo se puede lograr por otros medios que no sean la creación de una elevada capacidad científica y tecnológica propia. Esta posición se basa en que se considera que el desarrollo científico, al nivel de los países adelantados, es demasiado caro, difícil y a largo plazo, por lo que está afuera de nuestras posibilidades en el futuro previsible. Si bien las alternativas que propone es la posición son bastante variadas, se pueden resumir en las dos posiciones siguientes: a) Existe, en el mundo desarrollado, un enorme volumen de conocimiento técnico disponible para los países subdesarrollados. Este conocimiento puede adquirirse mediante patentes, o a través de la radicación de instalaciones industriales modernas, provenientes del extranjero. Estos centros modernos de producción impulsarán el progreso tecnológico de la región mediante su influencia sobre el medio ambiente, es decir, por el conocido *efecto de demostración*; b) la investigación tecnológica en los países desarrollados está dirigida a la creación de tecnologías que hacen uso intensivo del capital. En América Latina se necesitan *tecnologías intermedias*, con mayor uso de mano de obra, debido al problema del desempleo crónico. En consecuencia, no conviene introducir las tecnologías más avanzadas, y por lo tanto sólo necesitamos una ciencia y una tecnología también *intermedias*, más baratas y acordes con nuestras posibilidades.

Teniendo en cuenta que las alternativas enunciadas a la creación de una ciencia y una tecnología propias de alto nivel siguen discutiéndose en los círculos políticos y económicos más importantes de la región, es necesario analizarlas brevemente antes de plantearnos el problema de la formulación de una política de desarrollo científico. La primera posibilidad, es decir la renuncia a la creación científica en el nivel que se realiza en una sociedad moderna, para tratar de alcanzar el progreso material mediante la copia o la compra de sus resultados, nos obliga a reconsiderar el concepto mismo de desarrollo. En efecto, esa posición implica suponer que el progreso de los países subdesarrollados se puede obtener simplemente mediante el aumento de la producción, especialmente en ciertos sectores básicos de la economía, como siderurgia, petroquímica, etc., sobre el supuesto de que lo demás viene prácticamente solo. Supone en el fondo un concepto mecanicista primario del desarrollo. Creemos, en cambio, que el desarrollo implica un proceso deliberado mucho más profundo y más amplio. Sunkel¹¹ lo define así “...el concepto de desarrollo, cuando este se concibe como proceso de cambio social, se refiere a un proceso deliberado que persigue como finalidad última la igualación de las oportunidades sociales, políticas y económicas, tanto en el plano nacional como en relación con sociedades con patrones más elevados de bienestar material... La posición adoptada implica, en consecuencia, la necesidad de examinar y de buscar en la propia realidad latinoamericana y en la influencia que ésta sufre por el hecho de coexistir con sociedades desarrolladas, el proyecto de nación y las formas de organización que habrán de satisfacer las aspiraciones de sus grupos en

¹⁰ V. Urquidi y Lajous, *Educación superior*, Ciencias y Tecnología en el Desarrollo Económico de México.

¹¹ Osvaldo Sunkel, *El concepto de desarrollo*, Capítulo II. Preliminar, ILPES 1966.

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

Por otra parte, la suposición de que el mero trasplante de tecnologías provenientes de países desarrollados puede resolver los problemas materiales del subdesarrollo, aún a costa de la subordinación intelectual, es errónea, y para probarlo basta examinar la experiencia ya existente. Como señala acertadamente Víctor Urquidí¹²: “América Latina ha estado importando tecnología por mas de 450 años y sin embargo, aún ahora los oasis de modernismo tecnológico se destacan en un vasto desierto de atraso e ignorancia”. Manuel Balboa¹³, refiriéndose al mismo problema, dice: “Se presenta en América Latina la aparente contradicción de que la aplicación de tecnologías modernas es incompatible con los objetivos de elevación de los niveles de empleo productivo, y un cuadro en que los conocimientos aparecen penetrando en determinados sectores o en determinadas áreas, cuya lenta difusión revela la imagen de verdaderos enclaves sectoriales y espaciales, vinculados frecuentemente con las actividades de exportación y sustitución de importaciones. No inciden ellos sensiblemente, en el tiempo que fuera dable esperar, en el mejoramiento general del producto y del ingreso...”. En lo que se refiere a la incapacidad de los enclaves de tecnología moderna, para impulsar por sí solos el conocimiento tecnológico, se pueden citar en América Latina muchos ejemplos, pero unos pocos son suficientes: La economía de Bolivia ha estado condicionada a la producción de estaño desde principios de este siglo, y sus minas eran explotadas por compañías que utilizaban métodos modernos de exploración y explotación. Cuando se nacionalizaron en 1952, la mayoría de los técnicos extranjeros, que dirigía las operaciones, salió del país. Los resultados para la producción y para el desarrollo de nuevas reservas fueron desastrosos, en gran parte porque Bolivia no contaba con el personal técnico necesario para una operación eficiente, a pesar del medio siglo de explotación intensiva de sus recursos minerales por empresas extranjeras. El caso de los productos tropicales es también significativo: varios de los países de la región son proveedores de productos tropicales en el mercado internacional, y la explotación la realizan, en parte, grandes empresas extranjeras que cuentan con todos los recursos de la tecnología moderna. En esos países, sin embargo, se conoce muy poco sobre las características básicas de los suelos tropicales, lo que constituye un obstáculo casi insalvable para cualquier intento de diversificación de la producción, en función de cambios en la demanda externa o interna. En la industria manufacturera, el resultado de trasplante de tecnologías ha sido descrito, entre otros, por Escobar¹⁴: “La mayor parte de la industria latinoamericana está basada en la transferencia de técnicas de un país más desarrollado, sin que vaya acompañada de mayor investigación, ni espíritu científico en esa adaptación; ello provoca en pocos años, no solamente una disminución de la productividad relativa de la industria en sí, sino que sus productos son eliminados del mercado por la aparición de otros nuevos de mejor calidad, a menor costo. Ello lleva al Estado a establecer sistemas impositivos y aduaneros que permitan a la industria del país en desarrollo su sobrevivencia y, en esas condiciones, la producción, en lugar de incrementar las rentas del país, contribuye a su estancamiento. Al mismo tiempo el técnico que, en los tiempos en que se instaló la industria, se hallaba al día en su especialización, pierde su espíritu creativo, transformando su labor en rutina o emigrando, si tiene mayores aspiraciones”. Este proceso ha sido estudiado recientemente por Martín¹⁵ para la Argentina, uno de los países más industrializados de la región. Refiriéndose al proceso de la industrialización por sustitución de importaciones, mediante el trasplante de tecnologías, dice: “Los límites de este modelo se adivinan: la ausencia de un esfuerzo de investigación y de desarrollo técnico impide ese encadenamiento de innovaciones que elevan la eficacia de los procesos productivos y, más todavía, modelan al hombre de la industria moderna”.

Lo que acabamos de ver no significa, por supuesto, que no sea posible usar el conocimiento tecnológico y científico disponible en los países desarrollados. Todos los países del mundo, y en particular

¹² Víctor Urquidí, en *Obstacles to change in Latin America*, Edited by Claudio Véliz. Oxford University Press, 1967 p. 102.

¹³ Manuel Balboa, op. cit.

¹⁴ I. Escobar, *El Científico en el Desarrollo de América Latina*, Conferencia sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo de América Latina, UNESCO, 1965.

¹⁵ J? M? Martín, *Blocage de developpment et industrialization par substitutions d'importations - l'exemple de l'Argentine*, Rev. Tiers-Monde, T. VIII, N° 30, 1967, pp. 503-515

los más adelantados, utilizan para su progreso los resultados de la actividad científica que se realiza fuera de las fronteras nacionales. Lo que importa es que el traspaso eficiente de tecnologías sólo se puede efectuar, si el país recipiente ha alcanzado también un alto grado de desarrollo científico. Las razones son obvias. A nadie se le ocurre pensar que para elevar el nivel cultural de una región de analfabetos es suficiente instalar una biblioteca, provista de los mejores clásicos de la literatura mundial; de la misma manera, es absurdo imaginar que un país atrasado científicamente pueda usar y adaptar a sus necesidades específicas, los resultados de la actividad intelectual más compleja y sofisticada que ha producido la humanidad, como es la ciencia moderna.

El error proviene principalmente de ignorar el carácter esencialmente dinámico de la actividad científica y tecnológica. No existe un cuerpo estable de conocimientos del que se puede disponer en cualquier momento, en forma de recetas técnicas, para resolver los problemas materiales que enfrentan los países subdesarrollados. La investigación científica y tecnológica produce una enorme masa de material continuamente cambiante, que abre cada día nuevos campos al conocimiento y nuevas posibilidades, y que convierte rápidamente en anticuados los procedimientos técnicos más avanzados. La selección de los procesos de producción, más adecuados a las condiciones particulares de cada país, sólo puede hacerse sobre la base de un conocimiento exhaustivo de las condiciones locales y fundamentalmente, de una comprensión clara de los resultados, las tendencias y los posibles desarrollos futuros de la investigación científica y tecnológica. Refiriéndose a este tema, Powell¹⁶, Premio Nobel de Física en 1950, dice: “Aunque puede ser verdad que muchos de los problemas más graves (de los países subdesarrollados) se pueden resolver mediante la aplicación a nuevas situaciones de principios conocidos, es necesario destacar que tales aplicaciones requieren una imaginación científica creativa de primer orden” .

A. King¹⁷, uno de los científicos que más han influido en la política científica de Gran Bretaña, dice también: “Aún una nación pequeña requiere en su interés nacional, que el apoyo a la investigación fundamental sea suficientemente amplio como para proporcionar al país una comprensión clara del significado de los nuevos avances científicos. Sin esta importante, aunque no siempre obvia exploración, se perderán las oportunidades de progreso tecnológico y faltarán los científicos con la preparación necesaria para futuros desarrollos. La falta de investigación fundamental suficientemente amplia en un país, es un medio seguro de lograr que sus procesos industriales se vuelvan eventualmente obsoletos”. La conclusión evidente es que sólo investigadores científicos y tecnológicos en actividad, pueden hacer que el proceso de transferencia y adaptación de tecnologías desarrolladas en los países adelantados, no se convierta en un factor más de estancamiento económico y social.

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

En los países altamente industrializados, eran parte de la investigación tecnológica relacionada con las materias primas está dirigida a reemplazar los materiales naturales por otros sintéticos. Así disminuye su dependencia de las fuentes de producción de aquellas. Algunos casos, que por otra parte tuvieron consecuencias serias para las economías de ciertos países de la región, son bien conocidos. Hasta la Primera Guerra Mundial alrededor de dos tercios del ingreso nacional de Chile provenga de la explotación de sus depósitos de salitre.

Al finalizar la guerra, el perfeccionamiento del proceso Haber - Bosch para producir nitratos fijando el nitrógeno del aire, desplazó el salitre de los mercados mundiales, provocando un gravísimo deterioro de la economía chilena. Las investigaciones para reemplazar el caucho natural por un sucedáneo, comenzaron en Europa a principios de siglo, y fueron impulsadas por las necesidades generadas durante las dos guerras mundiales. La producción comercial en escala importante comienza al finalizar la Segunda Guerra Mundial, y en 1964 el caucho sintético representó el 59,7 por ciento de la producción total. Los abrasivos naturales han sido reemplazados casi totalmente por productos sintéticos; los materiales plásticos están sustituyendo

¹⁶ C.F. Powell, *The Science of Science*, Edited by M. Goldsmith and Mackay, Penguin Books, 1964, p. 98

¹⁷ A. King. op. cit., p. 145.

no solamente la madera, los productos cerámicos, etc.. sino también varios metales en algunos de sus usos y las fibras sintéticas han reemplazado, en gran medida, a las naturales en la industria textil. Se podría seguir con una lista realmente interminable de ejemplos, pero es suficiente decir que la ciencia moderna está en condiciones de producir sucedáneos de casi cualquier producto natural, siempre que disponga de la energía suficiente.

Uno de los resultados de esta política tecnológica de sustitución, menos evidente pero igualmente peligrosa para los países subdesarrollados, es el efecto que sobre el precio de las materias primas ejerce la simple amenaza o posibilidad de sustitución. En efecto, como señala Aymans¹⁸: "...las innovaciones tecnológicas particularmente en las técnicas de ahorro y de sustitución de materiales, son provocadas sobre todo por la tendencia al alza de los precios de las materias primas pertinentes. Al punto de que hay casos en los que los propios productores de artículos primarios han hecho todo lo posible para que no suban los precios de sus productos..." Ocorre muchas veces que ya se ha encontrado un sucedáneo o se ha inventado una técnica de ahorro material, pero no se aplican mientras el precio del producto natural no suba tanto como para justificar el empleo del nuevo producto o de la nueva técnica. En otras palabras, el hecho de que una materia prima escasee o de que su precio suba no significa que se le ofrezcan mejores perspectivas. Al contrario, cuando más falte y más cara se torne, mayor es el riesgo de que se la reemplace enteramente". La industria del cuero es un ejemplo de esta situación. La firma Dupont produjo recientemente un sucedáneo del cuero que no se fabrica todavía por su alto costo, pero si el precio del cuero sigue subiendo, este material terminará por reemplazarlo globalmente.

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

Una de las tareas más importantes que debe encarar la investigación tecnológica en América Latina es la creación de nuevos recursos naturales. La expresión parece paradójica, pero responde a la realidad. Los recursos llamados naturales no son estrictamente tales; son esencialmente el producto de la investigación científica y tecnológica. Como ya hemos visto, los depósitos de salitre de Chile se convirtieron en recursos naturales cuando el progreso de la tecnología agraria llevó a la fabricación de fertilizantes nitrados, y dejaron casi de serlo, cuando el mismo progreso tecnológico permitió la utilización del nitrógeno del aire con ese fin. Los depósitos de mineral de hierro con alto contenido de sílice (taconitas) de los Estados Unidos, no eran aprovechables hasta hace dos décadas. Cuando los yacimientos de alto contenido de hierro comenzaron a agotarse, los científicos norteamericanos desarrollaron procesos tecnológicos que permitieron la utilización de esas taconitas en la industria siderúrgica. Hasta hace pocos años, se consideraba que la producción de aluminio solo podían efectuarse económicamente a partir de bauxitas con alto contenido de alúmina y menos de 6 por ciento de sílice. Algunos de los países industrializados que no contaban con acceso fácil a los recursos de bauxita del mundo, como Rusia y Alemania, estudiaron y desarrollaron técnicas que permiten ahora producir aluminio a partir de materias primas naturales que no se consideraban recursos hasta hace pocos años, neutralizando así el virtual monopolio de las bauxitas de alta ley que ejercen algunas de las grandes potencias industriales. Los yacimientos de cobre prolífico del tipo de los que constituyen la mayor fuente de los recursos de Chile, no eran explotables, por su baja ley, hasta hace pocas décadas. El enorme aumento en la demanda de cobre, que produjo el crecimiento de la industria, llevó a que los científicos de las grandes potencias industriales creen tecnologías que permiten, ahora, explotar económicamente esos yacimientos. Los casos citados son sólo algunos muy conocidos dentro del campo de los recursos no renovables, pero la lista podría alargarse considerablemente con ejemplos de otros sectores de la producción, como la agricultura. Además, el crecimiento y la diversificación casi explosivos de la industria moderna, generan cada día la necesidad de utilizar nuevos materiales. Sustancias que hasta hace pocos años no eran más que curiosidades de laboratorio, como el uranio, el selenio el germanio, el torio,

¹⁸ G. H. P. Aymans, *Tendencias de la tecnología relativas a la utilización de los recursos naturales*. UNESCO, es/0765 APS, 16 (ws), p. 29.

etc., se han transformado en breve tiempo en integrantes de la compleja maquinaria de producción, requiriendo la búsqueda de nuevos recursos naturales que los contengan.

En conclusión: así como la investigación científica y tecnológica neutraliza recursos naturales, al sustituirlos, también puede crearlos. Es sorprendente observar, sin embargo, que prácticamente en todos los casos la investigación tendiente al aprovechamiento de nuevos recursos naturales ha sido efectuada en los países industrializados, respondiendo a sus propias necesidades y conveniencias. Los países productores de materia prima, como los de América Latina, se han limitado simplemente a explotar aquellos recursos que demandan los países desarrollados, en función de su experiencia tecnológica con determinado tipo o forma de prestación del mismo. Ésta falta casi absoluta de creatividad en el campo más vital para la economía de los países de América Latina, es una demostración palpable del colonialismo económico e intelectual a que estos países están sometidos. El deterioro continuo de los términos del comercio exterior de los países de la región, es no solamente la consecuencia natural del progreso tecnológico, que tiende a disminuir el valor de la materia prima en los procesos de producción, sino también, y en gran medida, el resultado de la carencia de una capacidad científica que les permita afrontar, en forma creativa y dinámica, ese problema.

Veamos ahora la segunda proposición, la que dice que los países subdesarrollados necesitan tecnologías de producción *intermedias* con mayor uso de mano de obra, y por lo tanto pueden resolver sus problemas con una ciencia también *intermedia*, de menor nivel que la de los países adelantados. Los argumentos que acabamos de dar, en relación con la posibilidad de obtener el desarrollo científico y tecnológico en base al transplante y la copia de lo que se hace en los países adelantados, son también suficientes para mostrar el carácter poco realista de esa proposición. No obstante, y teniendo en cuenta que se trata de una hipótesis bastante favorecida en algunos círculos políticos y económicos de la región, conviene analizarla con más detenimiento. En primer lugar, se comete un error al creer que un proceso de producción que implique menor uso relativo de capital tiene, necesariamente, un menor nivel tecnológico. Esto no es siempre cierto, como lo indica muy claramente Aymans¹⁹: las llamadas técnicas avanzadas se denominan así simplemente porque la práctica general parece indicar que se califique así a todo sistema de producción que se traduzca en un aumento de rendimiento (o del valor añadido) por cabeza, factor trabajo asociado al mismo. Habitualmente el elevado rendimiento por cabeza es una consecuencia de la mayor cantidad de capital entregado por trabajador y no de la superioridad tecnológica o económica respecto a otros medios". El error proviene, en gran parte, de suponer que el aprovechamiento de las tecnologías de mayor incidencia de mano de obra se logra usando procedimientos y equipos de producción anticuados, descartados ya por los países más desarrollados. La solución, sin embargo, no puede ser ésa, salvo en casos muy especiales. Para que los procesos de producción *intermedios* contribuyan realmente al progreso de la región, y puedan ser competitivos con respecto a los que se utilizan en otros países, deberán incorporar todos los adelantos de la tecnología moderna, compatibles con el tipo de proceso elegido. Esto requiere una alta capacidad de investigación científica y tecnológica en la región, por que son problemas que no interesan, y por lo tanto no se estudian, en los países altamente industrializados.

Es necesario distinguir, además, entre el mayor o menor grado de complejidad y sofisticación de los equipos que se pueden usar en los procesos de producción, y el níquel de capacitación técnica que se requiere para decidir entre las muchas alternativas posibles. La selección de los procesos de producción más convenientes para los distintos países de América Latina debe considerar un número tan grande de variables, que sólo la pueden hacer científicos y tecnológicos del más alto nivel, que conozcan, por supuesto, profundamente las condiciones particulares de la región.

Por otra parte, es fundamental tener en cuenta que la necesidad de usar en algunos campos de la producción las llamadas tecnologías *intermedias*, no es más que una parte, y no la más importante o la más difícil, de los múltiples problemas científicos y tecnológicos en los que América Latina deberá buscar sus propias soluciones. Para demostrarlo basta mencionar unos pocos. Gran parte de los habitantes de América Latina viven en la zona tropical; y otra porción considerable está establecida en zonas cuya altitud media sobrepasa los 3.000 metros sobre el nivel del mar. Los problemas específicos de todo tipo que crean esas condiciones ambientales —sanitarios, de producción agrícola e industrial, de comunicaciones, etc.— no han sido, hasta ahora, investigados en detalle simplemente porque los países desarrollados están en zonas del mundo que no los presentan. Sin embargo, el pleno dominio del medio ambiente físico es una condición *sine qua non* del progreso de una sociedad.

La discusión precedente se podrá resumir diciendo que la problemática del subdesarrollo plantea uno de los desafíos intelectuales más grandes que una sociedad haya enfrentado en la historia. Como en

¹⁹ Aymans, op. cit., p. 17.

todos los grandes desafíos históricos anteriores, las soluciones las pueden dar solamente los protagonistas; y esto es tan cierto en el terreno de la creación científica, como en todos los otros campos de la actividad humana.

Admitida la necesidad de que los países de América Latina desarrollen una ciencia y una tecnología propias de alto nivel, se plantea el difícil problema de saber cómo puede generarse, deliberadamente, en una sociedad atrasada, el potencial de creación científica y tecnológica que poseen las sociedades más desarrolladas. No se trata de lograr simplemente que exista actividad científica. Ésta existe y ha existido siempre en toda sociedad civilizada porque al igual que el arte es uno de los productos primarios de la actividad humana. Se trata de entrar en lo que se ha dado en llamar Revolución Científica y Tecnológica es decir en ese proceso autocatalítico en el cual el proceso acelerado de la ciencia se traduce espontánea y automáticamente en un mayor bienestar de la sociedad el que a su vez repercute sobre la actividad científica estimulándola. Éste es el proceso que hoy permite a los países adelantados incrementar su bienestar a un ritmo nunca igualado en la historia. Es evidente que para saber qué condiciones se requieren para que una sociedad se incorpore a la Revolución Científica en el sentido amplio en que la hemos definido es necesario saber primero qué condiciones se dieron para las otras sociedades que lo hayan hecho en el pasado especialmente en el pasado reciente. No se trata ahora de intentar un análisis detallado que sólo podrían hacerlo historiadores y sociólogos que tuvieran un conocimiento acabado de la historia de la ciencia; tan sólo importa ver muy esquemáticamente cuáles fueron las condiciones generales que permitieron o impulsaron el proceso.

Los historiadores modernos consideran que la Revolución Científica se genera y adquiere su carácter definitivo en el período comprendido entre los años 1500 y 1700. Ese período fue fundamentalmente una revolución intelectual que enseñó a los hombres a ver el mundo en forma diferente a pasar “de un mundo de cosas ordenadas de acuerdo con su naturaleza ideal a un mundo de eventos que se desarrollan en un constante mecanismo de antes y después”²⁰.

Solamente después a fines del siglo dieciocho, con la Revolución Industrial esa nueva forma de pensar se incorpora al quehacer práctico de la sociedad condicionando todo su desarrollo futuro.

La Revolución Industrial es uno de los procesos más estudiados de la historia y aunque se conocen bastante bien las causas generales que la produjeron no existe todavía un acuerdo completo sobre la importancia relativa de los distintos factores que intervinieron en ella. Para nuestros fines sin embargo es suficiente señalar algunos puntos esenciales. En primer lugar la Revolución Industrial comenzó en Inglaterra, y sólo posteriormente se extendió a otros países de Europa. La importancia de este hecho radica en que como señala Eric Hobsbawm²¹: “cualquiera que sea la causa de este avance de Inglaterra no fue ciertamente su superioridad científica y tecnológica”. En efecto, las ciencias naturales, la física y las matemáticas estaban mucho más adelantadas en Francia que en Gran Bretaña y los sistemas educacionales de Francia y Alemania habían alcanzado niveles muy superiores a los de este país. Las necesidades tecnológicas de los comienzos de la Revolución Industrial en Inglaterra fueron relativamente modestas, y pudieron satisfacerse con la capacidad inventiva de artesanos inteligentes. Es muy significativo el hecho que la máquina rotativa de vapor, el elemento tecnológico más complicado que se usó en ese período, fue inventada por Watt en 1769, más de 30 años antes que Carnot desarrollara en Francia, los principios teóricos que constituyen la base del funcionamiento de las máquinas a vapor.

Entre los factores más importantes que hicieron posible el comienzo de la Revolución Industrial en Inglaterra, se destaca la transformación revolucionaria de la agricultura, que tuvo lugar desde mediados del siglo dieciocho, y que estaba prácticamente terminada al finalizar ese período. Citando nuevamente a Hobsbawm²² “La agricultura estaba ya preparada para llevar a cabo sus tres funciones fundamentales en una era de industrialización: aumentar la producción y la productividad de manera de poder alimentar a la creciente población no dedicada a la agricultura; proveer un excedente de mano de obra para incorporarse a las ciudades y a la industria; y proporcionar un mecanismo para la acumulación del capital a ser usado en los sectores más modernos de la economía.” El otro factor decisivo fue la creación, a través de la expansión creciente de la actividad mercantil, de una clase gobernante enriquecida que se interesaba por promover el desarrollo económico. “El éxito logrado por Inglaterra en diseñar y aplicar las nuevas fuerzas mecánicas fue

²⁰ J. Bronowsky, *The common sense of science*. London, 1951.

²¹ E.J. Hobsbawm. *The age of revolution: 1789-1818*. New York, 1964, p. 47.

²² Op. Cit., p. 45.

a la vez causa y consecuencia de la visión comercial amplísima del conjunto de la clase media y de gran parte de la clase alta”.²³

Surge claro, entonces, que si bien la Revolución Científica que comienza en el siglo dieciséis fue esencial para posibilitar la Revolución Industrial, ésta no se hubiera producido probablemente, de no existir otros factores socioeconómicos que hicieran posible la utilización de los productos de la creación científica para los fines del progreso de la sociedad. Vale la pena recordar que la ciencia griega de la antigüedad, particularmente en el período alejandrino, con hombres como Euclides y Arquímedes, había llegado a un nivel intelectual que no estaba lejos del alcanzado en los comienzos de la Revolución Científica moderna. Las causas de su paralización y decadencia, sin efectos visibles en la sociedad de su tiempo, deben buscarse naturalmente, en la estructura misma de esa sociedad que, basada en la esclavitud, no tenía estímulo suficiente para buscar su progreso material en desarrollo de la tecnología.

La Revolución Industrial comenzada en Inglaterra se propaga a parte de Europa y a los Estados Unidos, y para la segunda mitad del siglo diecinueve ya ha producido la división del mundo en dos bloques: uno integrado por los países cuyo desarrollo crece aceleradamente utilizando todos los recursos de la ciencia y de la tecnología, y otro formado por el resto de la humanidad, que permanece en la pobreza y el atraso. Durante el período que sigue y que llega a nuestros días, sólo un pequeño grupo de países entre los que no se beneficiaron con lo que podríamos llamar la primera Revolución Industrial, logró dar el salto cuantitativo que les permitió iniciar el proceso de desarrollo acelerado, utilizando los recursos de la ciencia en todos los campos de la actividad social. Esos países son Japón y Rusia y más recientemente China. En estos casos la historia es bien conocida. Japón, ante el desafío de las potencias occidentales materializado por la expedición del Comodoro Perry, en 1853, responde modificando toda su estructura política y social, para poder modernizarse e incorporar la ciencia y la tecnología occidentales. En 1869 queda abolida definitivamente la estructura feudal del país; en 1871 se inaugura un sistema educacional moderno controlado por el Estado, y al finalizar el siglo, Japón emerge como una de las grandes potencias mundiales. Los casos de Rusia y China no necesitan mayor comentario: la incorporación de la ciencia y la tecnología, como motores de adelanto social, se produce como consecuencia de revoluciones que modificaron profundamente la estructura social y política de esos países.

Las conclusiones de este brevísimo análisis se pueden resumir fácilmente: El proceso que hemos denominado Revolución Científica y Tecnológica se ha producido siempre como respuesta a necesidades fundamentales explicitadas por la sociedad. No basta que existan necesidades; es preciso que la sociedad se haga consciente de ellas y se proponga, deliberadamente, satisfacerlas. El desafío de Occidente fue sufrido por todos los países de Asia, pero solamente Japón reaccionó enfrentándolo con éxito. La necesidad de terminar con el atraso, el hambre y la miseria en gran parte del mundo subdesarrollado no basta para generar progreso, mientras esas sociedades no se propongan, consciente y deliberadamente, satisfacerla.

El progreso científico y tecnológico es por lo tanto un elemento esencial del desarrollo, pero no puede producirse aislado, independientemente de los factores sociales y políticos que condicionan una comunidad.

Teniendo en cuenta lo que acabamos de ver, es legítimo preguntarse si, dado el estancamiento socioeconómico actual de América Latina, se puede hacer algo, ahora, para impulsar su desarrollo científico y tecnológico. Creemos que sí. Las fuerzas de cambio de una sociedad no se generan nunca simultáneamente en todos sus sectores, y el adelanto relativo de uno de ellos puede ayudar a estimular el de los otros. Por otra parte, la concepción y la puesta en marcha de una política de desarrollo científico y tecnológico es una tarea larga y difícil, que no puede realizarse de un día para otro. Todo lo que se adelante ahora, aunque sea en el aspecto de su formulación, será tiempo sanado cuando se den en la región las condiciones que le permitan entrar decididamente en el camino del progreso.

Entre los objetivos de este breve trabajo no figura, por supuesto, el de pretender formular una política de desarrollo científico para América Latina. En consecuencia, sólo nos limitaremos a exponer algunas ideas básicas sobre ese tema.

Una de las primeras preguntas que se formulan los economistas y políticos de América Latina en relación con el problema del desarrollo científico, es el de su posibilidad misma en la región, por lo menos en el nivel de los países industrializados, teniendo en cuenta su alto costo en recursos materiales y humanos. En apoyo de esta duda se citan las sumas verdaderamente astronómicas que las grandes potencias industriales, como los Estados Unidos y la Unión Soviética, invierten en ese campo. Para plantearse el problema en forma más realista conviene recordar que gran parte de la inversión realizada por esos países,

²³ G.D.H. COLE, *Introducción a la historia económica*, Fondo de Cultura Económica, México, 1957. p. 60.

se destina a temas de investigación que no ofrecen interés inmediato para los países subdesarrollados, como la carrera espacial, el perfeccionamiento de las armas atómicas y convencionales, etc. Aún un país como Francia, de poderío económico inmediato, destina gran parte de sus esfuerzos científicos a la creación de una fuerza nuclear.

La demostración más acabada de que se puede llegar a un alto nivel científico con recursos relativamente modestos la dan Suecia e Israel. Suecia ha desarrollado una ciencia y una tecnología que le permiten competir con los países más adelantados, aún en campos tan exclusivos como el de los aviones supersónicos de guerra. Israel ha conseguido resolver, en pocos años, la mayor parte de los problemas que le plantea un medio físico hostil, mediante la aplicación de su capacidad científica. En ambos casos se trata de países cuyo poderío económico no es mayor que el de algunos de América Latina. El problema, por lo tanto, es más de planificación inteligente que de medios.

La planificación del esfuerzo científico fue uno de los grandes temas de discusión en los medios académicos antes de la Segunda Guerra Mundial. Como recuerda Price²⁴, profesor de Historia de la Ciencia de la Universidad de Yale: “Para aquellos de nosotros que recordamos los brillantes debates entre los partidarios de la planificación y sus adversarios, fue bastante sorprendente encontrar que de cualquier manera, todo estaba planeado al final como resultado de la guerra y de su Gran Ciencia”. Esta tendencia a la planificación, que comienza especialmente como resultado de la necesidad de las grandes potencias de dedicar todas las energías nacionales al esfuerzo bélico, continuó en los países desarrollados hasta la actualidad. Las razones fundamentales de ese esfuerzo de planificación son dos: en primer lugar, la dificultad de los Estados, aún los más poderosos, de contar con recursos humanos y financieros para cubrir igualmente todos los campos de la investigación científica, y en segundo término, la creciente comprensión de los gobiernos con respecto al papel esencial que la ciencia y la tecnología juegan en el proceso social.

En los países de América Latina la escasez de recursos y la necesidad de resolver los urgentes problemas que plantea el desarrollo, hacen imperativa la planificación del esfuerzo científico.

Esta planificación sólo puede hacerse, por supuesto, en el marco más amplio de la planificación del desarrollo, la que debe incluir una política definida en la orientación de la investigación científica, que puede resumirse en tres etapas:

- a) Determinar en orden de prioridades los problemas de los países, y las necesidades de acuerdo con la estrategia del desarrollo nacional;
- b) Formular esas necesidades de orden económico y social en términos técnicos, transformando los problemas en objetivos concretos de investigación;
- c) Implementación de los resultados de esa investigación, incorporándolos al sistema económico activo.

La elaboración de un plan de esa naturaleza, sólo puede hacerse con la participación activa de científicos en los organismos encargados de la planificación del desarrollo.

En los círculos académicos de América Latina, existe todavía mucha resistencia a aceptar la planificación de la actividad científica por el Estado. Esta actitud está, en buena parte, justificada por una larga tradición de interferencias políticas negativas en las actividades académicas de la región. Sin embargo, como una cierta medida de planificación es inevitable, aunque sólo sea por la necesidad de asignar prioridades en la distribución de los limitados fondos disponibles, es indispensable que los científicos participen activamente en la elaboración de las políticas de desarrollo. Dice un informe del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas: “Si la ciencia ha de ser como es realidad hoy, un instrumento de desarrollo intelectual y de acción material positiva, su matrimonio con la política, en el sentido noble de la palabra, inevitable”.²⁵ Efectivamente, es la única manera de lograr que la planificación del desarrollo científico sea hecha por los científicos, y no para los científicos.

El tema de la participación de los científicos en la solución de los problemas del desarrollo está ligado estrechamente, en nuestra opinión, a uno de los problemas más importantes que afectan a la ciencia de América Latina: la emigración de científicos hacia los países más desarrollados. Para solucionarlo se proponen, en general, dos tipos de medidas: mejorar sus condiciones materiales de vida y dotarlos de mayores facilidades para su trabajo. Es evidente, sin embargo, que estas medidas, a pesar de ser necesarias, no son suficientes. En efecto, los países de América Latina no están en condiciones de competir, en lo que se refiere a condiciones materiales, con las que puedan ofrecer las grandes potencias industrializadas. El problema de la emigración de científicos es esencialmente un problema de motivaciones. Un científico de

²⁴ D. J. Price, *The Science of Science*. Edited by Goldsmith, M. and MacKay A, Penguin Books, 1966, p. 256.

²⁵ *Operación de algunos organismos nacionales de ciencia y tecnología en América Latina*, UNESCO, CEPAL, p. 38.

alto nivel se quedará en América Latina, a pesar de las ventajas materiales que se le ofrezcan fuera de la región, si se siente motivado en su trabajo por otros objetivos, además de los puramente intelectuales. Esta motivación sólo se la puede dar el convencimiento de que su tarea representa un aporte positivo para la solución de los problemas de la comunidad a que pertenece.

El campo de la cooperación internacional ofrece, también, amplias posibilidades para incrementar la capacidad científica de los países subdesarrollados, pero nos referiremos, muy brevemente, a uno solo de ellos: el de la integración latinoamericana. Las dificultades con que tropieza el esfuerzo de integración de América Latina, debido principalmente al diferente grado de desarrollo de los países que integran la región, son bien conocidas. En el campo científico y tecnológico, sin embargo, esas dificultades para la acción conjunta son mucho menores. Los problemas son muy similares en todos los países y, debido a la naturaleza misma del trabajo científico, existe una comunicación constante entre los investigadores. La cooperación científica entre los países de la región puede ser de importancia decisiva, para la solución de los problemas técnicos del subdesarrollo, que por su naturaleza específica, no se estudian en los países más adelantados.

La tarea de integración científica no necesita empezar al mismo tiempo, en todos los campos de trabajo. Puede iniciarse con proyectos muy concretos de cooperación, que servirían eventualmente como *núcleos de integración* activos.

Estos proyectos, o núcleos de integración científica, podrían ser, para comenzar, de dos tipos fundamentales:

a) centros de perfeccionamiento científico y tecnológico que deberían ubicarse en los países que hubieran alcanzado un mayor grado de adelanto en las tareas respectivas, pero en los cuales pudieran participar, en igualdad de condiciones, investigadores de toda la región;

b) proyectos de investigación relacionados con planes multinacionales de desarrollo. Como ejemplo de estos últimos, se pueden mencionar los planes de desarrollo de cuencas fluviales, y el plan de integración del grupo de países andinos.

En los últimos años los científicos de todo el mundo, incluyendo los latinoamericanos, participaron en las tareas del año geofísico internacional y en otros planes de cooperación destinados a resolver problemas que interesan a la comunidad científica mundial. Sería muy interesante que los científicos del mundo subdesarrollado, plantearan la posibilidad de realizar el año científico del subdesarrollo, destinado a estudiar los problemas materiales que contribuyen a mantener en la pobreza y el atraso a casi dos tercios de la humanidad.



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

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

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

Derechos y permisos

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

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

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

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