

HACIA LA INCORPORACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA CONCEPCIÓN DEL DESARROLLO

Francisco R. Sagasti*

I. INTRODUCCIÓN

La importancia del progreso técnico en el desarrollo fue reconocida por el pensamiento estructuralista latinoamericano desde sus orígenes. En su ensayo "Problemas teóricos y prácticos del crecimiento económico" (1952) Prebisch planteó que la desigual difusión del progreso técnico es uno de los principales factores que explican la división entre "centro" y "periferia"; Furtado amplió su tratamiento del tema tecnológico desde las ideas iniciales en su libro *Desarrollo y subdesarrollo* (1962) hasta vincular la creatividad científica con los procesos de acumulación en su libro *Creatividad y dependencia* (1979), y durante los últimos decenios el pensamiento latinoamericano sobre este tema ha registrado contribuciones significativas, si bien ha influido sólo de manera limitada en la creación de una capacidad científica y tecnológica autónoma en la región.¹

Con el crecimiento de las economías latinoamericanas en los últimos 30 años se ha hecho más notorio el papel que la ciencia y la tecnología basada en descubrimientos científicos desempeña en las relaciones de dependencia. Por otra parte, los cambios en proceso en los ámbitos de la microelectrónica, la biotecnología y la informática; nuevos materiales sintéticos, y nuevas fuentes de energía, están ya modificando las formas de vida en los países centrales y harán aún más evidente que la dependencia tiene su base en factores de orden tecnológico. Las dificultades que enfrentará nuestra región para hacer frente a estos cambios se refleja en el hecho de que hacia mediados de los años setenta la América Latina disponía sólo de 1.8 % de los científicos e ingenieros dedicados a investigación y desarrollo en el mundo; gastaba apenas 1.06 % del total mundial en estas actividades, y contaba con alrededor de 1.15 % de los autores que publicaron en revistas científicas internacionales.

* Director Asociado, Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE) y miembro del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Perú. Se agradece la ayuda de Carlos Paredes.

¹ Véase, por ejemplo, el volumen compilado por Jorge Sábato, *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Buenos Aires, Paidós, 1975. El ensayo de Helio Jaguaribe, "Ciencia y tecnología en el cuadro sociopolítico de América Latina", publicado en el número 150 de EL TRIMESTRE ECONÓMICO (abril-junio de 1971), merece destacarse especialmente por su intento de vincular los aspectos económicos y tecnológicos con los científicos y culturales.

El presente ensayo constituye un intento de interpretar el surgimiento y las transformaciones en la ciencia y la tecnología en los países en desarrollo, y particularmente en la América Latina, a fin de complementar la perspectiva fundamentalmente económica del pensamiento estructuralista sobre este tema. Partiendo de una crítica al modelo de George Basalla para explicar la difusión de la ciencia occidental, se plantean los elementos de un marco conceptual alternativo, para luego delinear un esquema explicativo y terminar con algunas observaciones sobre el caso latinoamericano. El presente ensayo desarrolló la línea de trabajo adelantada por el autor en otros trabajos (Sagasti, 1976, 1977, 1978a, 1978b, 1979, 1980) y forma parte de un proyecto de investigación en curso.²

II. BASALLA Y LA DIFUSIÓN DE LA CIENCIA OCCIDENTAL

El modelo conceptual más difundido para explicar el surgimiento de la ciencia moderna en los países en desarrollo ha sido propuesto por George Basalla (1976) y consiste de tres etapas o fases superpuestas. Durante la primera etapa la sociedad no científica constituye una fuente para la ciencia europea; en la segunda se desarrolla una incipiente "ciencia colonial", y la tercera está marcada por la lucha para establecer una tradición o cultura científica independiente.

En la primera etapa algunos científicos europeos visitan las nuevas tierras, exploran y recolectan fauna y flora, y estudian las características físicas, y luego retornan a su lugar de origen para completar el trabajo científico. En la segunda etapa aparece la "ciencia colonial" dependiente. La historia natural continúa siendo el foco principal de interés, pero el rango de ciencias estudiadas se expande hasta coincidir con el de la potencia colonizadora. El científico colonial es dependiente en el sentido de que las fuentes de su educación, el origen de las tradiciones científicas a que se adhiere, la orientación de sus actividades y las formas de obtener reconocimiento se definen todas en la potencia científica tutora y no en la nación en que se desempeña.

La transición de la segunda a la tercera etapa es más compleja y difícil de caracterizar. Basalla postula que la ciencia colonial contiene en forma embrionaria algunos de los aspectos esenciales de la fase siguiente. En esta transición el científico colonial —aún apoyándose en el exterior— empieza a crear instituciones y tradiciones que finalmente serán la

² El proyecto Reinterpretación científico-tecnológica del subdesarrollo se lleva a cabo en GRADE con apoyo de la agencia SAREC de Suecia.

base para una cultura científica independiente. Así, en la tercera etapa el científico colonial es remplazado por un científico cuyos lazos principales están dentro de las fronteras del país en que trabaja.

El modelo de Basalla tiene dos limitaciones importantes: el uso de los conceptos de "difusión" o "diseminación" de la ciencia occidental como eje principal, sin prestar mayor atención a los procesos de "absorción" e "internalización" de la actividad científica en el nivel local; y el centrar la atención sólo en la difusión de la ciencia moderna, sin examinar la expansión de la base tecnológica y la internacionalización de las actividades productivas.

Favorecer los conceptos de diseminación o difusión significa adoptar una perspectiva europocéntrica, en la cual la "ciencia occidental", nutrida por diversas corrientes de pensamiento especulativo, teórico y empírico que convergen en ella, irradia por todo el mundo hasta establecer y desplazar las formas de pensamiento local "precientíficas". En realidad lo que sucedió en diferentes regiones del mundo, cada una con su propia cultura, fue un proceso de interacción entre el pensamiento científico importado y los modos tradicionales de pensamiento especulativo. La permanencia de formas de pensamiento especulativo no científicas es una constante en la historia de África, la India, China, la América Latina, el Japón y el Medio Oriente, y la interacción entre la visión occidental del mundo y las perspectivas tradicionales asumió formas muy variadas. Por estas razones, más que hablar de la "difusión", sería necesario referirse a la "difusión, la absorción y la reformulación" de la ciencia moderna, admitiendo que se trata de un proceso aún en marcha y que el proceso de "reformulación" en los países en desarrollo es aún una actividad incipiente. Sin embargo, es necesario reconocer que este proceso de interacción tuvo lugar en forma muy lenta entre miembros de una *élite* europea y sus contrapartes locales; que prácticamente no existió en regiones en las que la cultura local no había avanzado lo suficiente, y que en muchos lugares más que de interacción se trató de la superposición de dos formas de pensamiento especulativo independientes: la científica occidental y la tradicional autóctona.

Por otra parte, al considerar la difusión de la ciencia moderna, sin examinar los procesos paralelos de diseminación, absorción y adaptación de las técnicas occidentales (en donde hubo ricas y complejas interacciones entre lo occidental y lo autóctono), y sin considerar la internacionalización de las actividades productivas europeas (que acompañaron la expansión del sistema capitalista a escala mundial), se corre el riesgo de

presentar una visión parcial, en la que la "difusión de la ciencia occidental" se percibe como un fenómeno independiente, condicionado sólo por su propia lógica interna.

III. ELEMENTOS DE OTRO MARCO CONCEPTUAL POSIBLE

Para ofrecer una perspectiva alternativa del surgimiento y la difusión de la ciencia moderna en los países en desarrollo es necesario considerar el proceso de generación, transmisión y utilización de conocimientos en forma integral. Para este fin es posible distinguir un conjunto de elementos o componentes que junto con sus interrelaciones y una direccionalidad conforman un marco conceptual alternativo.

El primer componente es la *evolución del pensamiento especulativo* que busca generar conocimientos para comprender los fenómenos naturales y sociales, planteando explicaciones que den sentido a la existencia humana y generando conocimientos sobre la naturaleza del mundo físico y social. El segundo es la *transformación de la base tecnológica* que provee a todo grupo humano de respuestas organizadas (por ejemplo técnicas) para hacer frente a los retos que le presenta el medio ambiente físico y social en que se desenvuelven, así como de los criterios para elegir respuestas. El tercero es la *modificación y la expansión de las actividades productivas*, que se orientan hacia la provisión de bienes y servicios para satisfacer las necesidades de una comunidad y de los individuos que la componen. Estos tres componentes, considerados en forma dinámica como corrientes en constante transformación, se insertan en el contexto social, cultural y político que rodea a todo grupo humano.

Lo que caracteriza a una sociedad en un tiempo y un lugar determinado es el grado de desenvolvimiento de cada una de estas tres corrientes, la forma en que se relacionan entre sí, la manera en que se vinculan con sus homólogos de otras sociedades y la forma específica que adopta la interacción entre ellas y su contexto. Sin aceptar que exista un patrón único de referencia para evaluar los niveles de avance en diferentes grupos sociales es posible efectuar comparaciones en función del grado de evolución de estas corrientes, de sus interacciones y de su inserción en el contexto.

Sin embargo, pese a lo relativo de los patrones de referencia, no es posible negar que, considerando el éxito en lo material e intelectual y su difusión a escala planetaria, la visión occidental de "progreso", que tomó varios siglos en formarse e irradió primero desde Europa y luego desde

Norteamérica, domina al mundo actual y se ha convertido en un marco de referencia implícito (Nisbet, 1980). Sin remontarnos a los orígenes de esta visión en el mundo helénico, en los siglos XV a XVIII se produjo un cambio cualitativo, radical y sin precedentes históricos, que llevó a una "occidentalización" de la concepción del mundo natural y de la forma en que el hombre se veía a sí mismo. Esta concepción se caracterizó por el acento que puso en la racionalidad instrumental, que sometió las actividades humanas al criterio de "eficiencia", subordinó la creatividad al proceso de acumulación y despojó al mundo natural de su carácter sagrado, creando las condiciones para que el hombre occidental actuara con impunidad sobre el medio ambiente físico. En esta forma en la civilización occidental la preocupación por los medios o instrumentos reemplazó paulatinamente a la preocupación por identificar fines y darles un sentido último al problema de la existencia humana.

Es así que nos encontramos inmersos en un mundo de valores, marcos conceptuales, artefactos y entes sociales construidos por el hombre occidental y su racionalidad instrumental, a punto tal que —como dice Garau dy (1981)— el Occidente ha confiscado lo universal. Por esta razón, y para rescatar lo universal en toda su diversidad del predominio de lo occidental, se necesario comprender el efecto de Occidente sobre el resto del mundo, para lo cual deben examinarse en primer lugar la evolución de la corriente generadora de conocimientos, las transformaciones de la base tecnológica y la expansión a escala mundial del sistema productivo que han caracterizado a Europa y Norteamérica. Sin embargo, en este examen es preciso estar en guardia para no adoptar una perspectiva eurocéntrica implícita.

El desarrollo de las diversas civilizaciones y sociedades en los últimos siglos debe ser visto como un todo complejo, cuyos componentes están en continua interacción y transformación, en el cual una perspectiva —la occidental— llegó a influir sobre todas las otras, pero éstas a su vez conservaron su individualidad, afectaron la cultura occidental, y dieron lugar a nuevas formas híbridas de concebir al mundo y de relacionarse con él (Braudel, 1975). La imagen de todas las civilizaciones y culturas del mundo convergiendo hacia la culminación y la mayor gloria de la civilización occidental, implícita en la metáfora de ríos tributarios de diversas culturas que convergen hacia el "mar" de la cultura occidental, debe ser rechazada. En este sentido es conveniente destacar lo que plantea Álvarez (1979, p. 2):

... la historia humana podría ser descrita mejor, no como un movimiento de diferentes pueblos hacia un futuro mítico convergente (si bien a diferentes velocidades y en grupos diferentes) sino como la experiencia de muchas culturas discontinuas, cada una en sí igualmente importante en exhibir la variabilidad de los productos de la inventiva humana, cada una cristalizando un sistema de significados irreducibles a las otras.

En este mismo sentido se pronuncia Ortega y Gasset (1968, p. 77) con referencia a las técnicas, al oponerse a la tendencia

... tan espontánea como excesiva, reinante en nuestro tiempo, a creer que, a fin de cuentas, no hay verdaderamente más que una técnica, la cual es la actual europeoamericana; que todo lo demás fue un torpe balbuceo hacia ella. [Es necesario] contrarrestar esta tendencia y sumergir la técnica actual como una de las tantas en panorama vastísimo y multiforme de las humanas técnicas, revalorizando así su sentido y mostrando cómo a cada proyecto y módulo de humanidad corresponde la suya.

Al descartar la perspectiva de la civilización occidental como único marco de referencia para apreciar la marcha de otras culturas queda aún el problema de plantear una direccionalidad para el proceso evolutivo de las sociedades, que sirva como telón de fondo y dé sentido a las apreciaciones de carácter comparativo. Para este fin me parece adecuado aceptar los argumentos de Wertheim (1974), para quien la "tendencia general de la evolución humana... consiste en una creciente emancipación de las fuerzas de la naturaleza", que va acompañada de "la emancipación de la dominación de individuos o grupos privilegiados". La *emancipación*, considerada como la capacidad del hombre de forjar su propio destino y realizarse a plenitud, puede considerarse un fin, y el proceso de *desarrollo* como el acercamiento progresivo hacia ese fin.

Para encaminarse en un proceso de desarrollo que lleve a niveles cada vez más altos en el logro de la emancipación es necesario tomar en cuenta que la ciencia moderna ha demostrado ser el método más eficiente de generar conocimientos para comprender los fenómenos que rodean al hombre y, como dice Bronowski (1965) parafraseando a Bacon, dominar la naturaleza no por la fuerza sino a través del entendimiento; que la tecnología surgida a través de la reflexión sistemática (*logos*) sobre el repertorio de respuestas y prácticas disponibles para actuar sobre el mundo físico y social (*techne*), otorga un enorme poder de manipulación para enfrentar los retos del medio ambiente, y que las actividades productivas y de servicios asociadas a la tecnología moderna han adquirido un gran potencial para satisfacer las necesidades humanas. Así, para de-

terminado grupo social y los individuos que lo conforman, no es posible concebir un avance hacia la emancipación a menos que se cuente con una capacidad autónoma de generar conocimientos científicos, transformarlos en tecnología, e incorporar las tecnologías vinculadas a descubrimientos científicos a las actividades productivas y de servicio. Esta capacidad se denomina *base científica y tecnológica endógena*, y contar con ella es un requisito indispensable para el desarrollo (Sagasti, 1977).

Los elementos o componentes del marco conceptual propuesto pueden resumirse en la siguiente forma: tres corrientes de actividades humanas (evolución del pensamiento especulativo, transformación de la base tecnológica y modificación de actividades productivas y de servicios); el contexto social, cultural y político en que estas corrientes se desenvuelven; las interacciones entre las tres corrientes, entre el conjunto de ellas y el contexto, y entre las corrientes y sus contrapartes de distintas sociedades; una direccionalidad global para la evolución de las corrientes, contextos e interacciones (los conceptos de emancipación y desarrollo), y una condición instrumental que da coherencia a la interacción entre las corrientes y su contexto y permite el avance en dirección de la emancipación (contar con una base científica y tecnológica endógena).

El despliegue de estos componentes y la forma concreta que asumen a través del tiempo caracterizan el devenir histórico de cada sociedad y condicionan sus proyecciones futuras. Una apreciación de los senderos recorridos, conceptualizados en términos del esquema propuesto, permitiría explicar la situación actual de atraso de los países subdesarrollados, posibilitando la elaboración de estrategias para superarla.

IV. HACIA UN ESQUEMA EXPLICATIVO

El marco conceptual propuesto permite desarrollar un esquema explicativo para comprender las manifestaciones actuales del desarrollo y del subdesarrollo. Ante todo es necesario comenzar reconociendo que toda sociedad sufre una serie de transformaciones a lo largo del tiempo en cada una de las tres corrientes mencionadas, en su contexto y en sus interacciones. Sin embargo, considerando un periodo histórico muy amplio, las principales transformaciones que experimenta una sociedad en su conjunto se dan cuando se producen cambios cualitativos en la naturaleza del pensamiento especulativo y en el proceso de generación de conocimientos. Como resultado de estos cambios evolucionarán también las concepciones del hombre sobre sí mismo y sobre su relación con el mundo

físico, y se iniciará un proceso de cambios que progresivamente abarcará la base tecnológica y la estructura de las actividades productivas. El darle carácter de *primus inter pares* a los cambios en la naturaleza del pensamiento especulativo significa otorgar a la actividad cognoscitiva el papel de elemento ordenador primario.

Los procesos de evolución de las diversas sociedades pueden ser examinados en forma relativamente independiente hasta los siglos XV a XVIII, en los que las formas de producción de conocimiento sufren una transformación radical. Antes de este periodo es posible emplear como unidad de análisis a las sociedades consideradas individualmente. Así, es posible examinar a la sociedad europea; a las culturas andina, maya y azteca; a la nación islámica; a China; a los estados sudánicos, etcétera, empleando el marco conceptual propuesto para seguir a través de su historia la forma en que la generación de conocimientos, la base tecnológica y las actividades productivas evolucionaron y se relacionaron con el contexto más amplio de patrones sociales, culturales y políticos.

Sin embargo, el mundo sufre un cambio radical a partir de las revoluciones científica, burguesa e industrial, las cuales van acompañadas de cambios cualitativos en la base tecnológica y de la expansión a escala planetaria del sistema productivo capitalista de la Europa Occidental. A partir de ese momento ya no es posible considerar la evolución de las sociedades en forma independiente, y su estudio debe tomar en cuenta los desafíos que le plantea Occidente a las sociedades no europeas, así como las respuestas que éstas generan. El punto de ruptura se identifica con la transformación del pensamiento especulativo y con los cambios que tienen lugar en la generación de conocimientos como consecuencia de la revolución científica. El paso hacia una concepción científica del mundo, a través de la cual es posible vincular sistemáticamente abstracciones y experimentos sobre fenómenos de la naturaleza; descubrir leyes que rigen el mundo físico, y derivar postulados, normas de acción y prescripciones que acrecientan el dominio del hombre sobre la naturaleza constituyen un cambio irreversible en la evolución de la humanidad.

En paralelo a estos cambios conceptuales, y frecuentemente asociados a ellos, se produjeron cambios en la base tecnológica, pero sus transformaciones fueron más lentas y sólo se acelerarían dos siglos más tarde, al ampliarse el número de técnicas de producción basadas en descubrimientos científicos. Pese a su difusión por todas las regiones del mundo a partir del siglo XVI, las transformaciones en la naturaleza de las actividades productivas y de servicios fueron aún más lentas, pero su

ritmo se ha acelerado en el último siglo y medio como consecuencia de su relación cada vez más estrecha con las tecnologías basadas en descubrimientos científicos.

Examinando brevemente la evolución del pensamiento especulativo podemos apreciar que todas las culturas presentan su propia forma de generar conocimientos, pero en general puede observarse una transición desde etapas de contemplación o aceptación de la naturaleza hacia etapas en las que se percibe una mayor interacción entre el hombre y los fenómenos que lo rodean. Cualquiera que sea el esquema que se emplee para explicar estas transiciones —por ejemplo las ideas de Frazer (1964) sobre el paso de la magia a la religión y a la ciencia, o la perspectiva alternativa que presenta Malinowski (1974)— se evidencia una cierta progresión hacia el uso de la razón como medio principal para estructurar la visión humana del mundo físico, social, intelectual y aun espiritual.

Sin embargo, aceptar esta progresión y reconocer que se produjo un punto de ruptura con el surgimiento de la ciencia moderna —al aplicarse la reflexión crítica y sistemática, característica de la ciencia, al propio proceso de generar conocimientos— no implica necesariamente establecer una “gran división” entre el conocimiento tradicional precientífico y el conocimiento científico moderno. El amplio espectro de formas de generar conocimiento debe considerarse como un continuo, sin postular una división radical entre el pensamiento científico occidental y los modos de pensamiento no occidentales. Elkana (1977, p. 160) ha examinado este tema en detalle:

La tendencia a vincular hechos, refiriéndose a entidades teóricas, es decir plantear explicaciones causales, es una característica universal del pensamiento humano. La ciencia occidental se distingue, sin embargo, en crear deliberadamente nuevas experiencias a través de la invención de entes teóricos adelantándose a las observaciones del sentido común —por ejemplo, las geometrías no euclidianas.

Más aún, Elkana concluye que:

En resumen, no existe una gran división entre la ciencia occidental y el pensamiento tradicional. No hay características fundamentales de una que estén totalmente ausentes en la otra, ni fuentes de conocimiento desconocidas aceptables sólo a una de ellas.

De esta manera los cambios en el pensamiento especulativo y en las formas de generar conocimiento de diferentes sociedades presentan una

cierta direccionalidad común, dentro de la cual se dan grandes variaciones de enfoque, ritmo de avance y acento (por ejemplo, peso relativo de las teorías abstractas *versus* aspectos empíricos), pero sin que se produzca un cisma entre diferentes modos de pensamiento. Esto lleva a una revalorización de las formas "tradicionales" de generar conocimiento, que deben verse desde una perspectiva más amplia y no simplemente en comparación con el patrón rígido y europocéntrico de la ciencia occidental.

Cabe destacar que trabajos recientes han empezado a cuestionar los límites de la ciencia moderna occidental y postulan que ésta experimentará transformaciones radicales. Thompson (1978) arguye que el afán y el ideal descriptivo de la ciencia la llevarán inexorablemente hacia un nuevo tipo de misticismo y que la física ya se ha transformado del materialismo hacia el procesamiento de modelos cognoscitivos. Thompson vislumbra un proceso de "remitologización" y "resacralización" en la esfera del pensamiento humano en el cual ciencia, arte y religión convergerán en nuevos modos de generar conocimientos. Berman (1981) arguye que es necesario desarrollar una nueva visión "encantada" del mundo, que incorpore los logros de la civilización moderna, pero que otorgue al hombre un sentido de continuidad en la experiencia humana, integridad psíquica y un sentido de pertenecer activamente a un esquema cósmico. De Riencourt (1981) aboga por una síntesis entre el misticismo oriental y la ciencia occidental, tema tratado anteriormente por Siu (1957) en su ensayo sobre conocimiento occidental y sabiduría oriental. Synder (1978) considera que las diferentes perspectivas culturales enriquecerán la ciencia, contribuyendo a su desarrollo en el futuro. En todo caso, es indudable que una revalorización de las formas de pensamiento no occidentales tiene mucho que contribuir a la mejor comprensión de las transformaciones del pensamiento especulativo y su adecuación al mundo que se avecina.

Al examinar la evolución de la base tecnológica en distintas sociedades se aprecia que cada una de ellas tiene su propio conjunto de respuestas o técnicas para relacionarse con el medio ambiente físico, y que este conjunto evolucionará gradualmente a través del tiempo. A grandes rasgos es posible postular una transición desde etapas "técnicas" hacia etapas cada vez más "tecnológicas". Podría decirse que inicialmente un grupo social cuenta con una "técnica sin tecnología", que abarca una base de conocimiento empírico pasivo, que sólo ofrece respuestas a situaciones y retos específicos; luego adquiere una base de conocimiento em-

pírico que comienza a descubrir variaciones y registrarlas a través de la prueba y el error; y finalmente una base de conocimiento empírico activo en la cual se empieza a experimentar en forma sistemática, pero sin construcciones teóricas que orienten los experimentos. A medida que se avanza en este proceso de transición hacia conjuntos de técnicas más ricas y complejas se acrecienta la variedad de respuestas disponibles hasta constituir un vasto "acervo genético" de técnicas.

Posteriormente se llega a una etapa caracterizada por la evolución de las respuestas técnicas en función de construcciones teóricas, pasando así de la "técnica" a la "tecnología". Al principio la reflexión y las abstracciones teóricas que apoyan el avance de la técnica son muy rudimentarias y su efecto no es muy distinto del que tiene una base de conocimiento empírico activo y sistematizado. En cierta forma podría hablarse de una "tecnología incipiente" caracterizada por un "sentido común tecnológico". Más adelante aparecen concepciones que explican las técnicas y las anticipan, afianzando esta transición hacia la tecnología. Pacey (1976) ha caracterizado esta transición como el paso del artesano al tecnólogo:

La gran fuerza de la disciplina del tecnólogo, comparada con la del artesano, es que le permite diseñar cosas por medio del dibujo y de cálculos que están fuera del rango de la experiencia previa; le permite explorar posibilidades que están mucho más allá del punto en que la intuición de un hombre práctico puede ofrecerle guía alguna (p. 19).

Finalmente, y sobre todo en el mundo occidental, se llega a una concepción en la que la teoría domina a la técnica, primero a través de la disciplina de la ingeniería y de su profesionalización, y luego a través de la incorporación casi directa de descubrimientos científicos al desarrollo de nuevas tecnologías. Se produce así el triunfo de la "tecnología" sobre la "técnica".

En este avance hacia el predominio del *logos* en el *technos*, la variedad de respuestas técnicas aumenta notablemente, pero adquiere un carácter potencial y no concreto. Es decir, no se llega a realizar un gran número de respuestas tecnológicas posibles debido, entre otros factores, a que los esquemas conceptuales y teorías que sirven para su generación contienen también criterios tales como "eficiencia", "confiabilidad", "simplicidad" y otros similares que actúan como "reductores de variedad", restringiendo el proceso de transición desde lo imaginado teóricamente a lo realizado en la práctica. Se plantea así la paradoja aparente

de una mayor variedad o heterogeneidad de respuestas técnicas efectivas en las sociedades que no han sido "tecnologizadas" completamente, en comparación con las sociedades ampliamente "tecnologizadas" que presentan una relativa homogeneidad en sus respuestas técnicas observables.

Los desafíos que plantea el medio ambiente físico a una sociedad y las formas de organización que ésta adopta para hacerles frente condicionan la demanda de respuestas técnicas y el grado de evolución de la base técnica y su transformación en base tecnológica, proceso que requiere, además, un cierto grado de desarrollo en la generación de conocimientos. Como indican Needham (1977), Bernal (1971) y Álvarez (1979) en sus exámenes de los logros tecnológicos de sociedades y culturas no occidentales, éstas adquirieron un conjunto de respuestas técnicas y tecnológicas propias, acordes con su contexto y procesadas por las formas de organización social prevaleciente en su época. Por lo tanto, en momentos en que las formas predominantes de respuestas tecnológicas occidentales empiezan a ser fuertemente cuestionadas,³ cobra actualidad el estudio de configuraciones opcionales de la base tecnológica en sociedades no occidentalizadas del todo.

La evolución de las actividades productivas y de servicios tiene como motor principal la satisfacción de las necesidades de los miembros de un grupo social y está íntimamente vinculada con la evolución de los procesos de acumulación y la forma en que se apropia, distribuye y asigna el excedente económico generado. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que la definición de "necesidades" varía con el tiempo, el grado de desarrollo material de una sociedad y los patrones distributivos, y que en la actualidad gran parte de las necesidades son generadas artificialmente por la propia lógica del proceso acumulativo, particularmente en las economías altamente industrializadas.

Un punto de ruptura importante en la evolución de las actividades productivas es el nuevo carácter que asume la direccionalidad del proceso de acumulación en la civilización industrial moderna de Occidente a partir de la revolución burguesa. Como lo ha señalado Furtado, la canalización del proceso acumulativo hacia el sistema de producción de tal manera que el excedente económico se invierte en la ampliación de las actividades productivas con el fin de captar mayor excedente condiciona la evolución del aparato productivo e influye en las transformaciones de la base tecnológica. De acuerdo con Furtado (1979, p. 53):

³ Véanse, entre otros, los trabajos de Ellul (1980), Winner (1977), Schwartz (1971) y Schumacher (1973).

A diferencia de lo que ocurre en la acumulación tradicional (en murallas de defensa, en templos, en palacios...), la que se realiza en las fuerzas productivas busca la captación de un excedente. Éste puede provenir de la apertura de nuevas rutas comerciales, del descubrimiento de nuevos recursos naturales o del aumento de la productividad física del trabajo. Este último caso refleja la introducción de métodos más eficaces que, por su lado, están ligados a una mejor división del trabajo o al uso de mejores instrumentos.

Los cambios en la organización social de la producción vinculados al uso que se le da al excedente y a la dirección del proceso de acumulación interactúan mutuamente con las transformaciones de la base tecnológica y la evolución del pensamiento especulativo. El repertorio ampliado de respuestas tecnológicas presenta al sistema productivo una gama de posibilidades que permiten aumentar la captación de excedente, mientras que el mayor excedente disponible constituye un reto a la inventiva y estimula el desarrollo de nuevas tecnologías. Por otra parte, el surgimiento del concepto secular de razón, desacralización de la naturaleza y la concepción racional del mundo, que encontró su expresión en pensadores como Descartes, proporcionó el sustento ideológico para concebir la organización de la producción en función de las exigencias del proceso de acumulación y captación del excedente asociadas con el surgimiento del capitalismo. A su vez, la difusión de la producción capitalista, característica de la civilización industrial de Occidente, contribuyó al predominio de la visión secularizada e instrumentalista de la "racionalidad" que fue abarcando progresivamente un mayor ámbito extendiéndose hasta la propia concepción de las relaciones humanas (Barret, 1979; Berger y otros, 1974).

Una constante en el proceso de evolución de las actividades productivas, particularmente durante los cuatro últimos siglos con la difusión del capitalismo y la civilización industrial de Occidente, ha sido su creciente expansión en el ámbito geográfico. Partiendo de la organización de la producción a escala local se extendió al nivel regional y continental, y en la actualidad las actividades productivas y de servicios se organizan a escala planetaria. Esta internacionalización ha ido acompañada por un proceso de difusión de las formas de consumo masivo y la aparición de una *élite* global con patrones uniformes de consumo, superimpuesta sobre una variedad de formas locales de consumo —correspondientes a niveles mucho más bajos de ingreso y de uso de recursos— en las sociedades subdesarrolladas.

Gran parte de la discusión sobre la problemática del desarrollo se

centra sobre los caminos que siguen o deben seguir los países del Tercer Mundo, que no tienen el mismo nivel y ritmo de acumulación que los países industrializados de Occidente, a fin de expandir sus actividades productivas y satisfacer las necesidades de su población. Si bien el proceso de desarrollo, cualquiera que sea su concepción, lleva consigo la satisfacción de las necesidades materiales en un nivel compatible con la dignidad humana, la evolución de las actividades productivas y de servicios no tiene por qué seguir el mismo sendero que aquel recorrido por los países altamente industrializados en cuanto al volumen y la diversificación de los bienes producidos. Conceptos tales como el "otro desarrollo" (véase el Informe Dag Hammarskjöld, 1975) cuestionan esta premisa y buscan plantear opciones distintas que comprenderían desde la redefinición de necesidades hasta la revalorización de las actividades productivas y de servicios específicos a las sociedades fuera del ámbito europeoamericano.

Las interacciones entre las diferentes etapas en la evolución de cada una de las tres corrientes examinadas, visualizadas en el trasfondo de la organización social, política y cultural, caracterizan el grado de desarrollo de una sociedad determinada. Por ejemplo, en Occidente la evolución del pensamiento especulativo llevó a la ciencia como método para generar conocimientos, y ésta influyó sobre la transformación gradual de la base tecnológica acelerando el paso de una etapa "técnica" a una etapa "tecnológica" propiamente dicha y recibiendo, a su vez, la influencia de los adelantos tecnológicos que contribuyeron a la empresa científica. Las actividades productivas y de servicios fueron apoyándose cada vez más en las nuevas tecnologías vinculadas a la ciencia, hasta el punto en que hoy la producción que emplea tecnologías de origen científico es la que domina. Todo esto tiene lugar en el contexto de la aceleración y la reorientación del proceso de acumulación, y del surgimiento y la expansión del capitalismo como modo de producción predominante, proceso que se nutre de los avances tecnológicos y científicos, y da a su vez el estímulo y los recursos materiales para apoyarlos. Este proceso es lo que se ha denominado aparición de una *base científica y tecnológica endógena* en los países altamente industrializados.

El surgimiento de una base científica y tecnológica endógena va aparejado con cambios en los valores; con una nueva visión del mundo físico, social e intelectual, y con un conjunto de cambios vinculados a la difusión de los subproductos de la actividad científica. Todo esto confiere su especificidad a la cultura occidental. Sin embargo, al margen

de ella, otras culturas y sociedades han desarrollado sus propias formas de vincular estas tres corrientes y relacionarlas con el contexto social, político y cultural. Así, la sociedad china, ampliamente estudiada por Needham en numerosos artículos y volúmenes, llegó a sus propios estadios en la evolución del pensamiento especulativo sobre la naturaleza y a grandes logros en el pensamiento lógico-matemático; avanzó hacia tecnologías propiamente dichas, basadas en concepciones abstractas y sistemáticas, y alcanzó una eficiente organización social de la producción. En muchos aspectos, tal como dice Needham (1977, p. 194), la tradición intelectual y filosófica china de la época del Renacimiento era "mucho más congruente con la ciencia moderna que la concepción cristiana del mundo".

Sin embargo, los factores de orden social, económico y de organización política —surgidos como respuesta al entorno propio de la cultura china— no condujeron a la aparición de la ciencia moderna y de una base científica y tecnológica endógena. Consideraciones similares pueden aplicarse a la India, al mundo islámico y a culturas de otras regiones: todas manifiestan una forma específica de evolución en su pensamiento especulativo, su base tecnológica y sus actividades productivas. Examinando estas transformaciones se llegaría a identificar las variantes o los diferentes "modelos" de desarrollo de las sociedades sin caer en la comparación espuria con los logros de la civilización occidental tomada como patrón de referencia. A partir de esta reflexión sería posible relativizar los avances de Occidente, entender mejor sus limitaciones y su crisis actual y buscar nuevos caminos para el establecimiento progresivo de una base científica y tecnológica endógena en los países del Tercer Mundo que no cuentan con ella en la actualidad.

Sin embargo, el establecimiento progresivo de una base científica y tecnológica endógena en los países no occidentalizados requiere un nuevo contexto cultural, distinto del que caracterizó el surgimiento de la civilización industrial. Para ello es necesario trascender la visión estrechamente racionalista característica de esta civilización, evitando subordinar la creatividad y la generación de conocimientos a la lógica del proceso productivo. El nuevo contexto cultural debe lograr un espacio para la idea de emancipación como direccionalidad para la evolución de los grupos humanos, acomodar la diversidad de productos de la inventiva social e invertir el patrón de valores de la civilización industrial que privilegia los medios y la racionalidad instrumental (acento en el "cómo") sobre los fines y la concepción de un destino para la humanidad (acento

en el "porqué"). Se trata de superar la situación que Furtado ha descrito en los siguientes términos (1979, p. 100):

Los impulsos más fundamentales del hombre, generados por la necesidad de autoidentificarse y de situarse en el universo —impulsos que son la matriz de la actividad creadora: la reflexión filosófica, la meditación mística, la invención artística y la investigación científica básica— en una u otra forma fueron subordinados al proceso de transformación de mundo físico requerido por la acumulación. Se atrofiaron los vínculos de la creatividad con la vida humana concebida como un fin en sí misma y se hipertrofiaron sus ligas con los instrumentos que utiliza el hombre para transformar el mundo.

El nuevo contexto cultural que se postula necesario para el establecimiento de una base científica y tecnológica endógena en el Tercer Mundo busca rescatar la creatividad de su subordinación al proceso productivo, disminuir la importancia de la racionalidad instrumental y contrarrestar las tendencias homogeneizadoras asociadas a la civilización industrial. De esta manera, tomando en cuenta el surgimiento de una diversidad de finalidades que es la contrapartida de estos cambios, se daría lugar a una mayor variedad de formas de articular el pensamiento especulativo, la base tecnológica y las actividades productivas. Esta perspectiva ha sido destacada por Ladrière (1977, p. 193):

El tipo de cultura que parece anunciarse, a través de las interacciones ya operantes entre el sistema científico y técnico y los diferentes subsistemas culturales, es una cultura atravesada por múltiples tensiones, que sugieren diversos modos de articulación entre sus propios componentes y también entre los otros sistemas y ella misma, que propone a la acción esquemas variados y flexibles para su propia estructuración, compatible con múltiples formas de equilibrio... En tal cultura no hay ya, hablando con propiedad, un centro único a partir del cual se integra todo sino múltiples centros. Una relativa dispersión sustituye a la unidad.

En otro ensayo he especulado sobre el futuro de las sociedades actuales postulando que nos encontramos ante la aparición de dos "civilizaciones". La primera civilización corresponde a los países altamente industrializados que cuentan con una base científica y tecnológica endógena, y la segunda civilización a los países subdesarrollados que carecen de ella. Para enfrentar esta situación sería necesario avanzar hacia una "tercera civilización" en la cual se integren los logros de la ciencia moderna con la herencia cultural de las sociedades no occidentales de manera armoniosa. Esta búsqueda de una tercera civilización, que debe con-

siderarse como un marco de referencia general dentro del cual cada sociedad pueda explorar su propio camino, requiere un cambio en las concepciones de "desarrollo" y "progreso". Para lograr este cambio conceptual es imprescindible relativizar la cultura occidental:

Pese a sus indudables realizaciones, la cultura científica y tecnológica occidental de la primera civilización no puede considerarse como un modelo universal que los países de la segunda civilización deben imitar sino que más bien debería ser considerada como una de las tantas fases de un proceso general histórico de evolución material e intelectual. Es necesario abandonar la arrogancia implícita en la cultura occidental, que hace que la primera civilización se considere a sí misma como un modelo para el mundo en desarrollo. Hace falta una percepción más ecuménica de los procesos de desarrollo y de progreso, en la cual se dignifiquen y valoren las posibilidades de las muchas culturas que forman parte de la segunda civilización; imaginemos, en particular, las perspectivas que abriría la armonización de su patrimonio cultural con la ciencia moderna. (Sagasti, 1980, p. 146.)

V. ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE EL CASO LATINOAMERICANO

En este trabajo no es posible examinar en profundidad la aplicación del esquema propuesto a la evolución de la ciencia, la tecnología y la producción para la América Latina como conjunto. Sin embargo, con base en un somero examen de la historia de la región es claro que modelos como el propuesto por Basalla para explicar la difusión de la ciencia occidental adolecen de limitaciones y que la dirección adecuada para explicar el surgimiento de la ciencia en Latinoamérica, y sus vinculaciones con la tecnología y la producción, apunta hacia esquemas del tipo propuesto en este ensayo.

Para proceder a un contraste entre el esquema conceptual y la realidad histórica de la región es necesario establecer una periodización y analizar la evolución de las tres corrientes postuladas en el marco conceptual en cada periodo para luego seguir cada una de las corrientes a través de sucesivos periodos históricos, intentando finalmente una síntesis de lo aprendido siguiendo ambos enfoques. Este método es el que sigue Bernal en su trabajo sobre el papel de la ciencia en la historia (1971), y se perfila como el más adecuado para el tipo de estudio sugerido.

Existen pocos intentos de considerar la evolución de la ciencia y la tecnología latinoamericanas en su conjunto. Fuera de los trabajos de Roche (1976), Jaguaribe (1971), Weinberg (s. f.) y Sagasti (1978)

prácticamente no existen apreciaciones globales sobre el tema, ya que la mayoría de trabajos se refieren a un país y a un aspecto específico de la actividad científica y tecnológica. Las notas avanzadas en este ensayo tienen un carácter preliminar y constituyen la primera entrega de una investigación en curso.

El cuadro de las páginas 1648-1651 es un intento de periodización, recordando que se trata de aplicarla a la América Latina en su conjunto y que existen muchas variaciones locales. Se distinguen cinco grandes periodos en la historia latinoamericana: el periodo prehispánico, caracterizado por una ciencia y tecnología tradicionales; el periodo de dominación ibérica, en el cual predomina el pensamiento escolástico transmitido por las órdenes religiosas y se superimponen las bases tecnológicas europeas y la técnica americana; la llegada de la Ilustración y la independencia política de las colonias; la incorporación de éstas como naciones a la división internacional del trabajo, durante el cual tuvo lugar la introducción, el auge y la crisis del positivismo y, por último, el periodo de industrialización por sustitución de importaciones, en donde echó raíces y comenzó a expandirse la ciencia industrial moderna en la región.

Si bien existieron diferencias entre las culturas prehispánicas latinoamericanas, la amplia extensión geográfica que habían logrado controlar las culturas inca y azteca, así como el intercambio entre ellas y con otras culturas menos avanzadas, confirieron a toda Latinoamérica ciertos rasgos comunes, sobre todo en comparación con la situación mucho más heterogénea prevaleciente en otras regiones como África y Asia. Más aún, la presencia colonizadora ibérica en toda la América Latina —aun tomando en cuenta las diferencias entre Portugal y España— ayudó a configurar una cierta homogeneidad relativa que, en primera instancia, permite tratar a la región como un conjunto.

Las culturas prehispánicas más avanzadas mostraron grandes adelantos en la generación de conocimientos sobre la naturaleza. El pensamiento especulativo tuvo carácter mítico-religioso y demostró una gran imaginación en cuanto a su cosmogonía. Logró, además, grandes avances en matemáticas, astronomía, medicina y biología. Por otra parte, la base tecnológica de que disponían —correspondiente a la etapa de una técnica desarrollada por sistematización de la experiencia empírica, pero sin una concepción teórica detrás de ella— evidenció adelantos significativos, tal como lo demuestra el elaborado control vertical de pisos ecológicos que ha estudiado Murra (1976) en la zona andina. Además, los logros en agricultura e irrigación, arquitectura y urbanismo, medicina y sanidad

pública, metalurgia, textiles y cerámica dan fe del alto grado de desarrollo técnico que tuvieron las culturas prehispánicas (Ravines, 1978). Por último, la variedad y diversidad de actividades productivas, la satisfacción de los requerimientos alimentarios a punto tal que no se conocían las hambrunas hasta la llegada de los conquistadores (Patiño, 1965), y la compleja organización social para disponer de los excedentes de producción, atestiguan la adecuación de las actividades productivas a las necesidades de la población.

Todo esto tuvo lugar en el contexto de una organización social y política centralizada, imbuida de una cultura religiosa y caracterizada por una cierta rigidez en los patrones de interacción social. En los grandes imperios las tecnologías de guerra y de organización social permitieron conquistar amplias extensiones territoriales y mantenerlas unidas hasta la llegada de los españoles.

El pensamiento especulativo en el periodo prehispánico no evolucionó en la dirección de la manipulación sistemática de abstracciones y su cotejo con la realidad. Sus vinculaciones con la evolución de la base tecnológica se produjeron, como otras culturas y regiones, a través de las tareas agrícolas y la astronomía, y también a través de los mitos que codificaron prácticas vinculadas a las actividades productivas. Las relaciones entre la base técnica y la producción fueron muy estrechas y ambas fueron casi indistinguibles, ya que el acervo de técnicas de producción, desarrollado a través de un empirismo sistemático, era coextensivo con la gama de actividades productivas en vigencia. Por otra parte, las concepciones cosmogónicas, mediadas por los grupos religiosos, se constituyeron en la base y fuente de legitimidad para las técnicas de organización social.

En esta forma es posible apreciar que, pese a sus indudables logros en todos los órdenes, las sociedades y culturas prehispánicas no evolucionaron por un camino que las hubiera llevado hacia algo equivalente a la revolución científica europea de manera independiente. A la llegada de los conquistadores españoles el mundo prehispánico transcurría por senderos totalmente diferentes de los europeos, y muy distintos de los de China, que no tuvo impedimentos de orden intelectual sino más bien de orden social y político para establecer su propia base científica y tecnológica endógena.

A partir de la llegada de los españoles ya no es posible examinar la evolución de las tres corrientes —pensamiento especulativo, base tecnológica y actividades productivas— independientemente de lo que sucede en el mundo occidental.

Para comprender la forma en que Occidente llegó a la América Latina es necesario estudiar la situación de la península ibérica antes, durante y después de la Conquista. Este estudio debe iniciarse en la época de la Iberia medieval, con su peculiar convivencia de las culturas cristiana, judía e islámica durante varios siglos. Luego se debe examinar el carácter castellano; la forma en que se expulsó a los árabes y los judíos y las consecuencias que esto tuvo en el desenvolvimiento intelectual de España; la filosofía, al mismo tiempo materialista y religiosa, que justificó la Conquista; la cambiante posición de España y Portugal con respecto a la ciencia moderna en la Europa de los siglos XVI y XVII, y la forma en que diversos agentes (órdenes religiosos, militares, administradores coloniales, aristócratas) actuaron como mediadores para transmitir la condición intelectual, económica y política de Iberia hacia la América Latina.

Sin entrar a explorar la condición ibérica en lo referente a ciencia, tecnología y producción es necesario destacar la involución que sufrió el ambiente intelectual durante la contrarreforma y la mayor parte del siglo XVII, que afectó negativamente el desarrollo de la ciencia en la América Latina a través del aislamiento que se autoimpuso la potencia colonial. Por otra parte, lo exiguo de los logros tecnológicos de la España de esa época, y el carácter esencialmente mercantil y agrícola de su economía, no contribuyeron a crear las condiciones para la aparición de una base científica y tecnológica endógena en Latinoamérica, ya que estas condiciones no existieron ni en la propia España.

La implantación de lo occidental en la América Latina encontró diversas reacciones locales, cuya variedad se afirmó al desmantelarse el aparato imperial que había introducido cierta homogeneidad en las culturas prehispánicas. Una constante fue la desarticulación social, que rompió con la organización de las actividades productivas, sobre todo la agricultura, y tuvo como consecuencia hambrunas generalizadas y la disminución vertiginosa de la población (ayudada por las enfermedades contagiosas europeas). Otro factor fue la transferencia de técnicas en reversa desde la América Latina hacia España, ya que durante varios siglos los conquistadores aprendieron a desenvolverse en un medio ambiente nuevo y absorbieron los conocimientos locales necesarios para establecerse en la región. Se produjeron también respuestas variadas a los intentos de conversión religiosa y un entrecruzamiento de concepciones e ideas míticas y religiosas, que en muchos casos aún perduran. En el orden del pensamiento especulativo se produjo un doble proceso de mes-

tizaje y de superimposición de lo occidental con lo autóctono; en lo tecnológico se perdieron muchas respuestas técnicas locales, se produjo una articulación parcial de los dos tipos de bases tecnológicas y un mestizaje de técnicas en campos tales como las actividades hacia los intereses de la potencia colonial, subordinando la minería a la exportación de metales preciosos, la agricultura a la minería, y la estructura del comercio hacia las necesidades impuestas por el mercantilismo español.

Se produjo así una ruptura de las tenues vinculaciones entre el pensamiento especulativo y la base tecnológica prehispánicas y se introdujo una cuña —la orientación hacia el mercado de la metrópoli colonial— que separó la base tecnológica de las actividades productivas locales. Se debilitaron aún más las interacciones entre las tres corrientes que postula el marco conceptual propuesto, sin que se diera paso alguno en la dirección del desarrollo de una base científica y tecnológica endógena en la América Latina. Más aún, desde entonces el Occidente se convertiría en un condicionamiento externo inamovible para la América Latina: la evolución del pensamiento especulativo sería pálido reflejo, filtrado primero a través de España y luego de otras potencias, del desarrollo intelectual de Occidente; la transformación de la base tecnológica estaría cada vez más condicionada por sus contrapartes europea y americana, y las actividades productivas responderían a los intereses internacionales vinculados a la expansión del sistema capitalista a escala mundial.

La evolución subsecuente del pensamiento especulativo durante la Colonia y la época republicana está marcada, inicialmente, por el predominio de la escolástica y por la influencia de las órdenes religiosas en la educación. Hacia mediados y fines del siglo XVII el lugar predominante le correspondería al positivismo, cuya influencia correría en paralelo con los primeros intentos de establecer las actividades científicas modernas en la región. La base técnica y tecnológica continuó desarrollándose de manera fragmentada y compleja, reduciéndose la variedad de respuestas tecnológicas autóctonas y ampliándose lentamente el componente de la base tecnológica de origen extranjero extrarregional. Por último, las actividades productivas primarias continuaron condicionadas por la orientación hacia el mercado internacional, mientras que la industria y los servicios se volcaban hacia el mercado interno, sobre todo desde el inicio del proceso de industrialización por sustitución de importaciones.⁴

⁴ Estos temas se tratan con mayor detalle en Sagasti (1978a, 1978b).

Periodización del desarrollo científico y tecnológico latinoamericano

(Hipótesis de trabajo)

Periodo	Subperiodo	Fechas aproximadas	Comentarios
Llegada del hombre a América, inicio de la agricultura, establecimiento de las primeras culturas y señoríos agrícolas (a partir de 40000 a. c.)			
I. PREHISPÁNICO (Ciencia y tecnología tradicionales no occidentales)	(1) Reinos locales teocráticos	Hasta 1000 d. c.	— Desarrollo del pensamiento especulativo estrechamente ligado a la religión. Progresos matemáticos por los mayas. — Desarrollo de variedad de respuestas tecnológicas adecuadas a situaciones locales. — Predominio de la agricultura. — Esrecha interacción entre organización sociopolítica, rituales religiosos, observaciones astronómicas y actividades agrícolas.
	(2) Crisis de los reinos y preludio a los grandes imperios	1000-1200-1300	— Evolución de las concepciones cosmológicas y el pensamiento especulativo. — Importancia creciente de las tecnologías bélicas. — Crisis económica y política de los reinos locales. — La clase militar y los comerciantes adquieren mayor fuerza frente a la clase sacerdotal.
	(3) Grandes imperios (azteca e inca)	1200-1300-1500	— Explicaciones cosmológicas surgidas del intercambio cultural; progreso en matemáticas y astronomía. — Inicio de la reducción de variedad de respuestas tecnológicas. — Mayor eficiencia en técnicas productivas. — Organización política, administrativa y militar sumamente compleja y eficiente. Refuerzo de la clase sacerdotal.
Llegada de los europeos a América e inicio de la Conquista			
II. Periodo de dominación ibérica (Superimposición de bases técnicas autóctona y occidental; predominio escolástico)	(1) Transición y consolidación del sistema colonial	1500-1560	— Supresión de "idolatrías" autóctonas. Imposición del cristianismo. — Al final del periodo se fundan las primeras universidades (Santo Domingo, Lima y México). — Transferencia de tecnología "en reversa". — Principales conquistas militares: se establece y asegura la organización política de la Colonia. — Etapa mercantilista; se descubren las principales minas; flujo de oro y plata a España ("revolución de los precios" en Europa).
	(2) Auge del control metropolitano	1560-1680	— Periodo de la declinación de la ciencia española. Labor científica de pioneros en la América Latina. — Expansión de la educación superior (universidades en Bogotá, Quito, Santiago, Córdoba, Sucre, Yucatán, Guatemala y Ayacucho). — Descubrimiento del método de amalgamación, auge de la minería y recomposición del aparato productivo para apoyar la exportación de minerales. — Crisis demográfica, implantación del sistema de la hacienda. — Inicio de actividades industriales artesanales.
	(3) Declinación y descomposición del control hispánico	1680-1770	— Prosigue la fundación de universidades (Santo Tomás de Quito, Cuzco, Cuba, Caracas, San Felipe en Santiago). — Predominio del escolasticismo. — Expulsión de los jesuitas al final del periodo. — Problemas en la actividad minera, desajustes en la agricultura.

Periodización del desarrollo científico y tecnológico latinoamericano

Periodo	Subperiodo	Fechas aproximadas	Comentarios
Crisis económica en España y en las colonias y llegada de la Ilustración a España y la América Latina			
III. Llegada de la Ilustración e independencia política de las colonias	(1) Difusión de la Ilustración y del proceso de independencia	1770-1810-1826	<ul style="list-style-type: none"> — Llegada de las ideas de la Ilustración, ambiente intelectual cuestionador. — Grandes expediciones (sobre todo de carácter botánico). — Llegada de expertos europeos para mejorar las técnicas mineras. — Crisis económica prolongada.
Proceso de independencia política			
	(2) Crisis posindependencia	1810-1826-1860	<ul style="list-style-type: none"> — Estancamiento en el desarrollo de capacidades tecnológicas. — Se interrumpe el crecimiento ordenado y acumulativo de las actividades científicas de la región latinoamericana. — Periodo de luchas internas, inestabilidad política y dificultad económica para las nuevas naciones de la América Latina.
Fundación de las primeras escuelas de ingeniería. Consolidación de la América Latina en la división internacional del trabajo como exportador primario			
IV. Incorporación como naciones a la división internacional del trabajo	(1) Hegemonía británica	1860-1915	<ul style="list-style-type: none"> — Difusión de las ideas positivistas. — Establecimiento de escuelas técnicas. — Inicio de la ciencia experimental y de la ingeniería. — Construcción de obras de infraestructura (ferrocarriles, puentes, etcétera). — Auge económico como resultado del comercio internacional.
Primera Guerra Mundial (aislamiento de las economías)			
	(2) Cambio hacia la hegemonía americana	1915-1930	<ul style="list-style-type: none"> — Crisis del positivismo, expansión universitaria. — Inicio de la investigación científica. — Expansión de las obras de infraestructura. — Inicio de la actividad industrial. — Introducción de nuevas tecnologías. — Endeudamiento externo.
Gran Depresión, aislamiento de las economías latinoamericanas			
V. Industrialización por sustitución de importaciones	(1) Periodo "fácil"	1930-1960	<ul style="list-style-type: none"> — Expansión de la actividad científica y ampliación de la base de recursos humanos. — Inicio de la investigación tecnológica industrial y adaptación de tecnologías importadas. — Gobiernos "populistas", políticas proteccionistas. — Sustitución de importación de bienes de consumo y bienes intermedios.
	(2) Periodo de agotamiento	1960-1975	<ul style="list-style-type: none"> — Expansión masiva de la educación superior. — Consolidación de la investigación científica. — Diversificación de la base tecnológica con base en importaciones de tecnología. — Creación de organismos nacionales de ciencia y tecnología. — Reorientación de las actividades industriales hacia mercados externos. — Crisis del sistema monetario internacional; crisis del petróleo.

VI. COMENTARIOS FINALES

Este ensayo ha presentado un avance de las ideas que apuntan hacia una plena incorporación de la ciencia y la tecnología en la concepción del desarrollo. Partiendo de una crítica del modelo de Basalla sobre la difusión de la ciencia occidental presentó un marco conceptual opcional y un esquema explicativo que luego se aplicaron al caso de la América Latina.

Tomando en cuenta la inercia de los procesos históricos y el imperativo de hacer relativo lo occidental desde una perspectiva geográfica, social y cultural más amplia, será posible identificar nuevas opciones para el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica endógena y elaborar estrategias viables. Esta es una tarea tan compleja como urgente, y el presente ensayo intenta contribuir a este esfuerzo que ayudará a salir del *impasse* en que se encuentran los países en desarrollo, buscando el camino hacia nuevas formas culturales y una "tercera civilización", en la que la ciencia occidental y la herencia cultural de África, Asia, la América Latina y el Medio Oriente se integren armónicamente, conservando su diversidad, avanzando hacia la emancipación y estableciendo sociedades más equitativas, justas y humanizadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, Claude (1979), *Homo Faber: Technology and Culture in India, China and the West, 1500-1972*. Nueva Delhi, Allied Publishers Private Limited.
- Barret, William (1979), *The Illusion of Technique*, Nueva York, Doubleday.
- Basalla, George (1976), "The Spread of Western Science", *Science*, vol. 156, mayo, pp. 611-622.
 - Berger, Peter, Brigitte Berger y Hansfield Keller (1974), *The Homeless Mind*, Harmondsworth, Penguin Books.
 - Berman, Morris (1981), *The Reenchantment of the World*, Ithaca, Cornell University Press.
 - Bernal, J. D. (1971), *Science in History*, Cambridge, Massachusetts, The Massachusetts Institute of Technology Press.
 - Braudel, Fernand (1975), *Las civilizaciones actuales*, Madrid, Editorial Tecnos.
 - Bronowski, Jacob (1965), *Science and Human Values*, Nueva York, Harper Torchbooks.
 - De Riencourt, Amaury (1981), *The Eye of Shiva: Eastern Mysticism and Science*, Nueva York, Morrow Quill Paperbacks.
 - Elkana, Yehuda (1977), "The distinctiveness and universality of Science. Reflec-

- tions on the work of Professor Robin Horton", *Minerva*, vol. 15, núm. 2, verano, pp. 155-173.
- Ellul, Jacques (1980), *The Technological System*, Nueva York, The Continuum Publishing Corporation.
- Frazer, Sir James (1964), *The New Golden Bough*, Nueva York, Mentor Books.
- Furtado, Celso (1962), *Desarrollo y subdesarrollo*, Buenos Aires, EUDEBA.
- (1979), *Creatividad y dependencia*, México, Siglo XXI Editores.
- Garaudy, Roger (1981), Notes for a Keynote Speech at the 5th Parliamentary and Scientific Conference of the Council of Europe, Helsinki, junio.
- Informe Dag Hammarskjold (1975), *¿Qué hacer?*, número especial de *Development Dialogue*, Uppsala, Fundación Dag Hammarskjold.
- Jaguaribe, Helio, "Ciencia y tecnología en el cuadro sociopolítico de América Latina", *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, núm. 150, abril-junio de 1971, pp. 389-432.
- Ladriere, Jean (1977), *El reto de la racionalidad: la ciencia y la tecnología frente a las culturas*, Madrid, UNESCO, Ediciones Sígueme.
- Malinowski, Bronislaw (1974), *Magia, ciencia, religión*, Barcelona, Editorial Ariel.
- Mumford, Lewis (1970), *The Pentagon of Power: The Myth of the Machine*, Nueva York, Harcourt Brace, Jovanovich, Inc.
- (1971), *Técnica y civilización*, Madrid, Alianza Editorial.
- Murra, J. (1975), *Formaciones económicas y políticas del Mundo Andino*, Lima, Instituto de Estudios Peruanos.
- Nasr, Seyyed Hossein (1970), *Science and Civilization in Islam*, Nueva York, Plume Books.
- Needham, Joseph (1977), *La gran titulación: Ciencia y sociedad en Oriente y Occidente*, Madrid, Alianza Editorial.
- Nisbet, Robert (1980), *History of the Idea of Progress*, Nueva York, Basic Books.
- Ortega y Gasset, José (1968), *Meditación de la técnica*, Madrid, El Arquero, Revista de Occidente.
- Pacey, Arnold (1976), *The Maze of Ingenuity: Ideas and Idealism in the Development of Technology*, Cambridge, Massachusetts, The Massachusetts Institute of Technology.
- Patiño, Víctor Manuel (1965), *Historia de la actividad agropecuaria en América Equinoccial*, Cali, Imprenta Departamental.
- Prebisch, Raúl (1952), "Problemas teóricos y prácticos del crecimiento económico", Nueva York, Comisión Económica para América Latina.
- Ravines, Rogger (comp.) (1978), *Tecnología andina*, Lima, Instituto de Estudios Peruanos.
- Roche, Marcel (1976), "Early History of Science in Spanish America", *Science*, vol. 149, pp. 806-810.
- Sagasti, Francisco (1976), "Algunas ideas para una estrategia de desarrollo científico y tecnológico", *Cuadernos del Consejo Nacional de la Universidad Peruana*, núms. 22-23, julio-diciembre.
- (1977), "Reflexiones sobre la endogenización de la revolución científico-tecnológica en países subdesarrollados", *Interciencia*, vol. 2, núm. 4, julio-agosto, pp. 216-221.

- Sagasti, Francisco (1978a), "Esbozo histórico de la ciencia y la tecnología en América Latina", *Interciencia*, vol. 3, núm. 6, noviembre-diciembre, pp. 351-359.
- (1978b), *Ciencia y tecnología para el desarrollo: Informe comparativo del proyecto STPI*, Bogotá, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.
- (1979), "Towards Endogenous Science and Technology for another Development", *Development Dialogue*, 1979, núm. 1, pp. 13-23.
- (1980), "The two civilizations and the process of development", *Prospects*, vol. X, núm. 2, pp. 123-139.
- Sardar, Ziauddin (1977), *Science, Technology and Development in the Muslim World*, Londres, Croom Helm.
- Schwartz, Eugene S. (1971), *Overskill: The Decline of Technology in Modern Civilization*, Chicago, Quadrangle Books Inc.
- Schumacher, E. F. (1975), *Small is Beautiful: Economics as if People Mattered*, Nueva York, Harper & Row, Publishers.
- Siu, R. G. H. (1957), *The Tao of Science*, Cambridge, Mass., The Massachusetts Institute of Technology Press.
- Snyder, Paul (1978), *Towards One Science; the convergence of traditions*, Nueva York, St. Martins.
- Thompson, William Irvin (1978), *Darkness and Scattered Light*, Nueva York, Anchor Press, Doubleday.
- Weinberg, Gregorio (s. f.), "Consideraciones sobre la historia de la tradición científica en el desarrollo de la conciencia social y su importancia en la formación de la conciencia nacional y latinoamericana", Buenos Aires, mimeografiado.
- Wertheim, W. F. (1974), *Evolution and Revolution: The Rising Waves of Emancipation*, Harmondsworth, Middlesex, Penguin Books Ltd.
- Winner, Langdon (1977), *Autonomous Technology*, Cambridge, Massachusetts, The Massachusetts Institute of Technology.