

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO

JORGE ROBERTO FERRARI

Posadas, marzo de 2004



EDITORIAL UNIVERSITARIA DE MISIONES

San Luis 1870

Posadas - Misiones – Tel-Fax: (03752) 428601

Correos electrónicos:

edunam-admini@arnet.com.ar

edunam-direccion@arnet.com.ar

edunam-produccion@arnet.com.ar

edunam-ventas@arnet.com.ar

Colección: Cuadernos de Cátedra

Coordinación de la edición: Nicolás Capaccio

Tapa: Francisco Sánchez

Armado: Amelia E. Morgenstern

Corrección: Hedda Giraudó – Amelia E. Morgenstern

Impreso en Argentina

©Editorial Universitaria

Universidad Nacional de Misiones

Posadas, 2004

JORGE ROBERTO FERRARI

Formación académica

Título universitario: **Ingeniero Industrial**; 1978; Facultad de Ingeniería; Universidad Nacional de Buenos Aires.

Título postgrado: Magíster en Epistemología y Metodología de la Investigación Científica; 2001; Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste.

Actividad profesional y académica:

15 años de trabajo en empresas industriales.

Profesor Titular Regular de: Física, Mecánica e Integradora I, en Ingeniería Forestal; a cargo de: Introducción al Pensamiento Científico, en el Profesorado de Biología; Relaciones Industriales y Física General, en la Tecnicatura de Industria de la Madera; Física I, en Ingeniería de Industria de la Madera; Facultad de Ciencias Forestales – U.Na.M.

Publicaciones:

Apuntes universitarios: “Desarrollo de las Habilidades Intelectuales”; “Introducción a la Formulación de Proyectos”; “Dinámica del Conocimiento Científico”; “Motivación y Liderazgo”; “Teoría de Circuitos Hidráulicos”; “Teoría del Plano Inclinado”; “Materiales de Ingeniería”; “Metrología”.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Introducción	7
CAPÍTULO 1	
La Ciencia	9
Diversas caracterizaciones de la ciencia	9
Carácter social de la ciencia	16
CAPÍTULO 2	
La Tecnología	25
La técnica y la tecnología	25
Génesis de la tecnología. La Revolución Industrial	30
Rol social del Cambio Tecnológico	36
La innovación tecnológica. Distintos modelos propuestos	42
CAPÍTULO 3	
El Desarrollo económico-social	49
El desarrollo como “Crecimiento económico”	50
El desarrollo como “Evolución”	53
El desarrollo latinoamericano y argentino	58
CAPÍTULO 4	
Ciencia, tecnología y desarrollo económico-social	63
El programa CTS	64
El programa CTS en Latinoamérica	69
Conclusión	79
Bibliografía	81

Introducción

En toda reflexión acerca de las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Desarrollo Social es factible adoptar distintos enfoques. Numerosos autores e instituciones han desarrollado esta candente temática desde puntos de vista tan dispares como el filosófico, el económico, el político, el histórico o el semántico, dando lugar a una vastísima bibliografía; así como a cursos de especialización de grado y postgrado en diversos países del mundo.

De hecho -y como lo puntualizara oportunamente H. Ciapuscio¹- se deben evaluar las mutuas relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. Es decir, la influencia de la ciencia y la tecnología en el crecimiento económico y social y lo contrario, cómo la ciencia y la tecnología están siendo afectadas por los factores sociales, culturales, ambientales, etc. También, como lo plantea S. Cutcliffe desde un enfoque valorativo, ponderar que “...si (...) la ciencia y la tecnología nos proporcionan numerosos y positivos beneficios, también traen consigo ciertos impactos negativos, de los cuales algunos son imprevisibles, pero todos ellos reflejan los valores, perspectivas y visiones de quienes están en condiciones de tomar decisiones concernientes al conocimiento científico” (1990, 22). Esta problemática ha llegado a generar, incluso, un nuevo campo académico: los **Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología**, o **STS** (Science, Technology and Society), simbolizado con la sigla CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) en español.

Desde los planteos iniciales del economista y político Joseph Schumpeter, pasando por el enfoque del físico e historiador John D. Bernal sobre la importancia social de la ciencia, el manifiesto anhelo del argentino Jorge Sábato acerca del rol activo que debería jugar el Estado en la cuestión científica, tecnológica y social, hasta la compleja y moderna visión, genético-evolutiva de Herbert Simon, Edgard Morin o Ilya Prigogine, dicha cuestión admite, realmente, numerosas miradas y consideraciones. Se puede asumir la ciencia como una cuestión básicamente epistemológica, como Popper, Lakatos o Bunge; encarar la ciencia y la actividad de las comunidades científicas desde una perspectiva sociológica, como Merton. Bordieu y Woolgar o en cuanto a sus implicancias institucionales, como los planteos de “*Big Science and Little Science*” de D. Solla Price o “Ciencia Modo 1” y “Ciencia Modo 2” de John Ziman.

¹ Cfr. (1994, 11).

En los primeros tres acápites del presente trabajo analizaremos las cuestiones *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, desde diversas perspectivas (teóricas, históricas, procesuales, metodológicas, etc.), intentando una síntesis en el cuarto acápite y configurando así la principal vertiente de la obra.

CAPÍTULO 1

La Ciencia

Diversas Caracterizaciones de la Ciencia

De los múltiples enfoques propuestos sobre la ciencia, hemos optado por considerarla desde la óptica de *su relación con el desarrollo económico y social, a través de los múltiples tipos de investigaciones, estudios y desarrollos científico-tecnológicos pertinentes a dicha cuestión social*.

De las relaciones bilaterales subyacentes en la trilogía que nos proponemos analizar, la relación entre ciencia y sociedad es quizás la que más antiguamente ha suscitado reflexiones al hombre pensador. Para comenzar, ¿es posible formular una definición de ciencia? La epistemología se ha preocupado desde hace tiempo por dar una definición precisa de ciencia. Es decir, de trazar una “demarcación” que permita separar efectivamente lo científico de lo no-científico. Según R. Thom, “...los esfuerzos de los epistemólogos llevan cerca de dos siglos y parece justo decir que no han tenido éxito. Es cierto que hoy día sigue habiendo ‘demarcacionistas’, entre quienes Mario Bunge parece ser el más convencido” (1992, 109).

Actualmente, dado que la gran mayoría de los epistemólogos continúan preocupados por este problema, agrega Thom que ellos:

“...estiman que no existe un criterio preciso que permita separar el saber científico de otro saber que tenga un origen distinto: sea mágico, sea artesanal, sea propiamente cultural (las mitologías de una sociedad). Se han considerado dos tipos de criterios: por una parte, la coherencia interna del discurso, y por otra la verificación experimental. El primer criterio resulta a todas vistas insuficiente, ya que un discurso hecho con lógica irreprochable no tiene necesariamente contenido científico. El segundo criterio, la verificación por la experiencia, parece más sólido pero arrastra serias lagunas. Algunas ciencias, como la astronomía, tratan objetos sobre los que toda experimentación resulta imposible (...), la historia es también un dominio donde por esencia no cabe experimentar. Creo que para estas ciencias es defendible la opinión, aparentemente paradójica, de que aquellas que no tienen ninguna pretensión en cuanto a su eficacia (la historia, la antropología, la filología) parecen estar dotadas de mayor carácter científico que aquellas que aspiran a la eficacia pragmática (la psicología, la economía, la sociología). Finalmente, (...) la matemática, escapa stricto sensu a la verificación empírica. Ante estas dificultades, unidas al fracaso de todos sus esfuerzos, la mayoría de los epistemólogos han abandonado la esperanza de encontrar una definición intrínseca de ciencia, y han adoptado criterios sociológicos” (ibídem).

Por otro lado, y como puntualiza J. Samaja, la ciencia puede ser considerada como ***un modo de fijación de creencias***. Esta tesis fue desarrollada por el lógico norteamericano Ch. Peirce a raíz del surgimiento –en el siglo XIX– del nuevo espíritu científico, con la fundación de la ciencia positiva moderna, tesis que él retomó. Según Samaja², el abandono de la autoridad académica y los textos sagrados como fuente del conocimiento de la verdad y la irrupción del principio irrestricto de la experiencia personal como criterio de verdad, llevó a Peirce a distinguir a la ciencia como uno de los cuatro modos de fijar creencias. Estos cuatro modos son: 1) **de la tenacidad**, procedimiento simple pero vigoroso -fuente del conocimiento atávico- que, por ejemplo, lleva a un individuo a apartar todo aquel conocimiento que lo haga abandonar una opinión previa; 2) **de la autoridad**, método por el que un individuo acepta (en forma sumisa) las creencias de su comunidad o de su religión; 3) **de la metafísica** o *a priori*, por el cual cada individuo acepta **libremente** solamente aquellos conocimientos que producen en su intelecto una certidumbre de evidencia, y 4) **de la ciencia**, modo que presupone que “Hay cosas reales (con) caracteres independientes de nuestras opiniones (que) afectan nuestros sentidos de acuerdo con leyes regulares (y) aprovechando las leyes de la percepción, podemos acertar por razonamiento cómo son realmente las cosas”; y cualquier hombre, si tiene la suficiente experiencia y razonamiento sobre ello, llegará a la (misma) conclusión³.

Desde un punto de vista histórico, intentar desarrollar una visión –aunque sea somera- de la génesis histórica de la ciencia es problemático. Deberíamos rastrear desde las ideas, trabajos y formulaciones de los pensadores de la Baja Mesopotamia que desarrollaron la escritura, el sistema sexagesimal sumerio, el calendario egipcio 2.800 años a.C., el período helénico en el que habrían surgido las nociones de “sabio” o “filósofo”, categorías que integraron Pitágoras (y los pitagóricos), Hipócrates, Sócrates, Platón, Aristóteles, Euclides y Apolonio.

También deberíamos mencionar al matemático Diofanto, al multifacético astrónomo Ptolomeo y a Galeno. En el período romano destacaríamos a Vitruvio, Plinio el Viejo y el filósofo Séneca, mencionando luego la influencia de las ciencias árabe e hindú a través del sistema de numeración decimal no posicional, el álgebra y lo que hoy se puede considerar el origen de la “trigonometría”. Todas estas actividades científicas, salvo algunas relaciones con las artes militares, comerciales y la salud, tenían escasa relación con otros vastos problemas sociales de la antigüedad.

En Occidente, ya en un mayor grado de relación con la sociedad y entrado el siglo XIII, aparecen los desarrollos tecnológicos -con una mayor base científica- vinculados a la

² Cfr. (1993, 26).

³ Ch. Peirce, (citado por Samaja, 2000, 12).

mejor utilización de la energía, el transporte, las técnicas agrícolas y la metalurgia, así como el surgimiento de las universidades, inédito tipo de establecimiento de enseñanza. Entre los siglos XIII y XV surgen las “especialidades”, como ámbitos de ciertas ciencias particulares: las matemáticas, la geografía, la medicina o la física, y tres significativos eventos del siglo XVI, señalados por J. Babini⁴, que delinear la transición hacia la actividad científica moderna: los viajes oceánicos, la imprenta con tipos móviles y la interacción entre artistas y procesos, del arte y la ciencia.

Finalmente, en el siglo XVII, se inicia un movimiento científico del que adviene la ciencia moderna, con rasgos que la han caracterizado hasta el siglo XX. La recuperación del pensamiento de Arquímedes y Sócrates, *el carácter social de la actividad científica*, el aumento de la cantidad de profesores y científicos “civiles” en las universidades, el surgimiento de las sociedades y de la prensa científicas, son algunos de sus aspectos distintivos.

Si enfocamos la ciencia como *actividad*, es conveniente hacer algunas aclaraciones terminológicas, aunque de trasfondo metodológico. Entenderemos por “ciencia” –parfraseando a Ulises Moulines⁵- al conjunto de disciplinas usualmente conocidas como “ciencias empíricas o factuales”, entendiéndose como tales a las disciplinas que toman por objeto de estudio, hechos directa o indirectamente contrastables con la experiencia sensorial humana, abarcando en consecuencia desde las *ciencias naturales* hasta las *ciencias sociales*. También consideraremos como “ciencias” a disciplinas formales como las matemáticas -que se interesan por la determinación precisa de conceptos abstractos ya ideados y la investigación de sus implicaciones, sin atender a su realización concreta- y la lógica. Estas últimas disciplinas permiten establecer con exactitud las consecuencias de conceptos propuestos para entender ciertos fenómenos estudiados por las ciencias fácticas, ayudando a juzgar la idoneidad de los mismos mediante la contrastación de dichas consecuencias con la experiencia.

Sobre la diferenciación entre las modalidades de investigación básica y aplicada, existen algunas definiciones clásicas, como por ejemplo las formuladas en el Manual Frascati, de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)⁶, que reproducimos:

⁴ Cfr. (1967, 39).

⁵ Cfr. (1993, 11).

⁶ Definiciones transcriptas de la publicación (OCDE/GD (94) 84).

“Investigación Básica: se trata del trabajo teórico o experimental emprendido principalmente para adquirir nuevos conocimientos sobre los fundamentos de fenómenos y hechos observables sin tener por finalidad ninguna aplicación en particular”.

“La investigación básica analiza propiedades, estructuras y relaciones, con el fin de formular y comprobar hipótesis, teorías o leyes. Si bien los resultados de la investigación básica no suelen comercializarse, se publican en revistas científicas o se divulgan entre los colegas interesados. En algunas oportunidades la investigación básica se clasifica como ‘confidencial’ por razones de seguridad”.

Es oportuno puntualizar que la investigación básica está conducida por el investigador, se realiza en un marco de libertad académica y es ajustada a criterios internacionales de validación al ser evaluada por sus pares. Sus principales productos son nuevos conocimientos que pasan al dominio público y sus resultados son muchas veces imprevisibles, lo que a menudo impide planificarla en detalle.

“Investigación Aplicada: se trata también de una investigación original emprendida para adquirir nuevos conocimientos. Sin embargo está orientada a la consecución de un logro u objetivo práctico determinado”.

“Los resultados de la investigación aplicada tienen por finalidad principal ser válidos para un producto, operación (y/o para un) método sistemático. La investigación aplicada desarrolla ideas en forma operativa. El conocimiento o la información obtenidos de la investigación aplicada se suelen patentar, aunque también es posible que se mantengan en secreto”.

Son llamativas las apreciaciones del gran pensador Jean Ladrière acerca de la actividad científica. Este autor considera que actualmente la ciencia ha dejado de ser un mero “método de conocimiento” o “cuerpo de saberes”, para pasar a ocupar un rol determinante en el destino de las sociedades modernas. En forma sugerente señala a la tecnología como la “mediadora” entre la ciencia y la vida cotidiana, afirmando que es algo así como la “cara visible del fenómeno ciencia”. Ampliando la caracterización de la actividad científica, Ladrière⁷ sostiene que la ciencia –síntesis suprema del hacer y del pensar humano–

⁷ Cfr. (1978, 13).

generadora del tejido de conocimientos científicos, se va construyendo en un movimiento de lanzadera entre la acción y la reflexión, entre la especulación intelectual y la práctica social, buscando desentrañar los enigmas que acosan al hombre. La ciencia se expresa hoy en sistemas conceptuales que deben adecuarse a la realidad fenoménica, pero que, según Ladrière, tienen su coherencia y su fecundidad propia y a los cuales se les exige, además, que vayan más allá de lo simplemente dado, que proporcionen un instrumento de anticipación capaz de orientar la investigación, que hagan presentir los fenómenos que han de descubrirse indicando, por así decirlo, lo que efectivamente se va a encontrar.

Así, en el proceso de las ciencias empíricas hay dos componentes esenciales: el razonamiento y la experimentación, en una suerte de ir y venir entre el momento teórico y el momento experimental. La experiencia brindará la confirmación o refutación de las hipótesis utilizadas en una investigación dada. En caso de ser validadas, podrán emplearse en el diseño de nuevas experiencias; en caso de ser falsadas, deberán ser modificadas en distintos niveles de profundidad y, eventualmente, desechadas. Pero también frecuentemente será la experiencia –acompañada de los correspondientes elementos teóricos– la que sugiera nuevas ideas que nos permitan formular más adecuadamente las hipótesis.

Es decir, la actividad científica, con su núcleo central de contenido y método proporciona, por el primer componente, cierto saber de la realidad, y por el segundo componente, intenta un crecimiento ordenado de estos saberes y “hasta de mejorar progresivamente los mismos medios con los que garantiza su propio crecimiento”. “Esta característica... [continúa expresando Ladrière⁸], ...define cierto tipo de evolución”. Este destacado autor advierte también que “La ciencia moderna está estrechamente ligada a un poder sobre las cosas y sobre el hombre mismo, razón por la cual aparece unida a la tecnología hasta el punto de no distinguirse de ella. Pero es también un tipo de proceso cuya finalidad propia e inmediata es proporcionar conocimientos cada vez más amplios, más necesarios, más fiables. Hay que intentar aprehender el estatuto de estos conocimientos, si se quiere comprender por qué el saber científico, en un gran número de casos, se prolonga de modo natural en un *savoir-faire* que pertenece ya a la esfera tecnológica...”.

Afirma además que el conocimiento científico es un conocimiento operativo, lo que significa que puede caracterizarse, tanto desde el punto de vista de la elaboración, de la utilización y de la verificación de las teorías, cuanto desde el punto de vista de los procedimientos experimentales, por la idea de *operación*⁹. En este discurrir “operacional” del

⁸ (Op.cit., 23).

⁹ Cfr. (op.cit., 35).

científico, no obstante, la realidad no suele prestarse así como así a una aprehensión intelectual (o formal); es menester requerir la intermediación de un *modelo*¹⁰.

Cabe también una referencia a la existencia de las denominadas *disciplinas científicas*. Según John Ziman, “Cuando se considera cómo se organiza la ciencia académica (y cualquiera fuera la estructura de la dirección formal, las ciencias académicas se han dividido en disciplinas” (1996, 751). Aunque las disciplinas normalmente se organizan a la ligera, de todas maneras este hecho no las torna ineficaces. Una disciplina académica es un “colegio invisible” global de quienes comparten una tradición en una línea de investigación particular. Aquí es donde los científicos adquieren el armazón teórico, los códigos de prácticas y las metódicas técnicas particulares que se consideran ser “buena ciencia”. Pero la especialización no se detiene allí. La subdivisión de disciplinas estrechas en la investigación parece ser un rasgo inevitable de la ciencia académica. En la práctica, la mayoría de los científicos académicos sólo puede satisfacer las normas de originalidad y escepticismo, concentrándose durante años en lo que es conocido, qué es hipotético y qué debería ser factible en una limitada “área del problema”.

Ziman, conocedor de la actual actividad científica, agrega en tono zumbón: “Como resultado, el conocimiento científico básico se fragmenta típicamente en pequeñas islas de conformación cercana, rodeadas por océanos interdisciplinarios de ignorancia. En otras palabras, el ideal filosófico de una ciencia unificada es frustrado por las realidades institucionales y psicológicas” (1996, 752).

Por otra parte, una *caracterización metodológica* de la ciencia, nos permite señalar a su desarrollo como un proceso evolutivo. El conocimiento científico, generado en la praxis de teoría y empiria, avanza –por así graficarlo- en forma espiralada. Su estructura evolutiva, planteada en forma analítica y funcional, parte de la formulación de un problema a partir de la información disponible y del *paradigma* vigente en ese momento. Para resolver dicho problema, se plantea una (o más) hipótesis y ello dará lugar a diversos procesos concretos de “puesta a prueba” con que la hipótesis de partida será totalmente aceptada o parcialmente rechazada.

Este hecho da lugar a una nueva situación: un nuevo elemento se añade a la situación inicial, lo que puede dar lugar a una reinterpretación de la misma o al planteo de un nuevo problema, con la reiniciación del ciclo. Debemos señalar el rol relevante que juegan las teorías en la iniciación de cada etapa de este proceso, como orientadoras en el planteo del

¹⁰ Un modelo representa un dado aspecto de un sistema real, compatible con la explicación que la teoría se propone brindar del sistema. “Su objetivo es ‘simular’ ciertos aspectos de un sistema considerado como ‘original’, facilitando su manipulación, aunque simplificando en exceso la realidad” (Ander Egg, 84).

problema, en la elaboración de la hipótesis, en los controles que se usarán, las experiencias que se ejecutarán y, en fin, como fuente de orientación a la hora de interpretar los resultados logrados en esas experiencias. Como bien expresa Ladrière¹¹, el problema central de la dinámica interna de la ciencia es el de la transformación de las teorías, dado que una teoría se transforma modificando las hipótesis en las que se funda y el investigador se ve obligado a tal modificación cuando las pruebas suponen el rechazo de las hipótesis previamente admitidas. En este incesante proceso de reconfiguración gracias a las retroacciones entre experiencias y teoría y dentro de las propias teorías, se va produciendo un creciente grado de generalización y de unificación, con mayor interdependencia entre los diversos componentes. Ladrière plantea con audacia que quizás “...la ciencia pueda ser considerada como un caso particular de un esquema general que se encuentra en todos los dominios donde hay formación y evolución de sistemas complejos: el esquema de la auto-organización. Los desequilibrios ayudan a construir sistemas más complejos y más organizados” (ibídem).

Quedan así esbozados algunos de los enfoques propuestos por diversas líneas de pensamiento sobre la actividad científica y su relación con la sociedad, que de ninguna manera agotan las múltiples reflexiones vigentes.

A nuestro criterio, la propuesta que considera más ampliamente las condiciones subjetivas que entran en juego en la determinación de las condiciones objetivas del conocimiento humano es la de Charles Peirce, en sus ya citados “métodos para fijar creencias”. Desde un punto de vista evolutivo, y de acuerdo con las tesis piagetianas, se puede asumir el conocimiento como una función de autorregulación de los seres vivos. En tal sentido, se considera al conocimiento como la posesión de “reglas de acción” que habilitan al ser vivo a actuar según lo permitan las condiciones del contexto y si el ser vivo está dispuesto a acometerlas. Esto se debe a que disponer de reglas (o creencias) no determina la acción sino que solo la posibilita.

La tesis de Peirce ofrece notables ventajas conceptuales respecto de otras propuestas acerca del conocimiento científico, ya que propone formas evolutivas del conocimiento, por cuanto cada uno de los cuatro métodos de fijación de creencias que hemos presentado, está interrelacionado jerárquicamente con los otros métodos; el método científico no se asume como el generador exclusivo de conocimiento “verdadero” sino tan solo se presenta como *el método de mayor eficacia*, tesis que implica una visión integral del conocimiento, en la cual, la especificidad del método científico queda referenciada con los otros métodos de generación

¹¹ Cfr. (op. cit., 44).

y fijación de conocimientos¹². Por otra parte, esta propuesta echa por tierra con las pretensiones de asumir al conocimiento científico como “separado” o “por encima” de otros tipos de saberes. Numerosos estudiosos han debatido en las últimas décadas del siglo XX si la caracterización distintiva del conocimiento científico es la *metodología* seguida para obtenerlo, o si en realidad se trata de una *representación* de la realidad.

En torno a estas discusiones, nació y se desarrolló la sociología del conocimiento, luego de la ciencia, y en los últimos años la sociología del conocimiento científico. Según S. Woolgar, el eje del debate acerca de la naturaleza del conocimiento científico se centra en el carácter social de la ciencia. En la medida que se pretenda “segregar” el conocimiento científico de la práctica social, automáticamente. Esta línea de pensamiento conduce a dar por sentado que la ciencia es la forma del conocimiento indiferente a los cambios del contexto social o cultural, por tratarse de una actividad con cierta especificidad que la preserva de interactuar con otros tipos de conocimiento.

La tesis de Peirce -en la interpretación de J. Samaja¹³- integra dialécticamente las diversas formas del saber humano y armoniza evolutivamente el proceso de construcción del conocimiento humano (y consiguientemente la propia construcción del ser humano), como lo continuaría Piaget con su Epistemología Genética, durante varias décadas del siglo XX.

Carácter Social de la Ciencia

La pregunta acerca de ¿cuál es el rol de la ciencia en la sociedad?, tuvo hasta hace medio siglo una respuesta trivial: la ciencia tiene una función de beneficencia universal por la nobleza de sus cultores (los científicos) y por lo prometedor de sus frutos: solo beneficios materiales. Sin embargo, hace no más de treinta años que la ciencia y la práctica científica ocupan un importante espacio crítico en la reflexión de las ciencias sociales. Quizás este proceso haya comenzado con las primeras preguntas del físico e historiador John Bernal sobre la “función social de la ciencia”, continuado luego por Robert Merton y sus estudios sobre la “institución social *ciencia*” y proseguido hasta hoy, en los modernos enfoques acerca de la producción del conocimiento científico y de las condiciones sociales en que dicho conocimiento es producido. De hecho, las actividades científicas han llegado a ocupar un lugar tan central en el seno de la sociedad moderna que se llega a afirmar que estamos protagonizando una “sociedad del conocimiento”.

¹² Cfr. (Samaja, 2000).

¹³ Cfr. (ibídem, 8).

Según el joven pensador argentino P. Kreimer, tres grandes líneas han delineado la reflexión sociológica sobre la ciencia y la sociedad en la segunda mitad del siglo XX: “...la constitución como objeto de reflexión en Robert Merton, la ruptura producida por los trabajos de Thomas Kuhn y la nueva sociología de la ciencia” (1999, 38).

Robert Merton¹⁴, fundador de la sociología de la ciencia, sugirió en 1942 que la práctica científica estaba gobernada por el *ethos* de la ciencia¹⁵ y orientó su pensamiento sobre el funcionamiento de la misma considerándola como una institución social, sin pretender relacionarse con los procesos de producción de conocimiento.

Thomas Kuhn¹⁶, con su obra *Estructura de las Revoluciones Científicas*, puso en el tapete los conceptos de *paradigma*, *comunidad científica* y *revolución científica*, analizando la dinámica de la evolución del conocimiento científico a partir del paradigma sobre el que subyace la etapa de *ciencia normal* de una comunidad científica dada, el eventual surgimiento de *anomalías* y –tras su irreversible acumulación– la revolución científica, con el consecuente cambio del paradigma científico. Kuhn presenta la noción de *paradigma*, que es para él una “verdadera llave” para comprender la “doble dimensión” de los científicos: se trata de individuos que integran, simultáneamente, los procesos sociales y los cognitivos.

Solla Price fue creador de la “disciplina” de las actividades científico-tecnológicas, de las nociones “*Little Science and Big Science*”, con el crecimiento exponencial de la actividad científica (y de su costo), destacando la importancia de la cuantificación paramétrica de la actividad científica y del intercambio entre distintas comunidades científicas (trabajos investigativos coordinados, interdisciplinarios e interinstitucionales). Sus teorías –a nivel macro– generaron la idea de que existe una relación directa entre inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) y crecimiento económico de una nación, generando la orientación de una serie de inversiones en este sentido¹⁷.

En un tercer movimiento –conceptualmente impulsado por Pierre Bourdieu, Bruno Latour y S. Woolgar– se pretende auscultar la producción del conocimiento científico en sus propios lugares de producción: los laboratorios, territorios secularmente vedados a los “no iniciados”.

¹⁴ Cfr. (1942, 357).

¹⁵ Ethos: sistema de normas morales en que se funda el comportamiento humano. Merton define originalmente el *ethos* de la ciencia como el conjunto de los siguientes valores: el universalismo, el comunalismo, el desinterés, la originalidad y el escepticismo organizados practicados por los científicos.

¹⁶ Cfr. (1995, 51).

¹⁷ Posteriormente, en 1971, Solla Price “ajustó” su predicción, afirmando que la ciencia crecería según una curva logística, función que –según una interpretación de Ciapuscio– reflejaría tanto el caso atípico del acelerado crecimiento del PBI del Japón (proceso que fue acompañado de una magra inversión en I+D), como el surgimiento de una conciencia social “anticiencia” en los EE.UU., por la creciente contaminación ambiental y a la guerra de Vietnam.

Según el argentino Carlos Prego, en el camino hacia la construcción de una perspectiva social de la actividad científica, podemos diferenciar: a) el enfoque “cuantitativista” o empírico (de Robert Merton, W. Hagstrom y Solla Price), del b) la perspectiva más teórica e interdisciplinar (de John Bernal, Michael Polany y Michael Mulkey), tendencia coronada con la obra de Thomas Kuhn y la posibilidad teórica de “...reconducir sistemáticamente la constitución de los campos conceptuales de la ciencia a categorías de sustancia social y cultural, a la vez que éstas parecían adoptar una característica y definida significación cognitiva” (1992, 27).

En consonancia con estas tendencias, el carácter social de la ciencia está siendo reconocido progresivamente por más científicos y estudiosos, admitiéndose, por ejemplo, que los factores que guían a una comunidad científica a considerar una teoría como la más adecuada, parecerían ir más allá de la evidencia empírica y la necesidad teórica. Sobre estas cuestiones afirma Dora Schnitman (1995, 17):

*“Tanto la ciencia como la cultura son procesos **constructores de y construidos por procesos sociales** (...) el grado en que una forma de comprensión prevalece o se sostiene en el tiempo no depende exclusivamente de la validez empírica de la perspectiva en cuestión, sino también de un conjunto de procesos sociales que incorporan la comunicación, la negociación, el conflicto, la retórica (...) y las marcaciones de género. La ciencia, los procesos culturales y la subjetividad humana están socialmente construidos, recursivamente interconectados: constituyen un sistema abierto”.*

Continúa afirmando Schnitman (1995, 18): “Desde la ciencia, Prigogine y Stengers proponen que el desarrollo del diálogo con la naturaleza construye la ciencia y la naturaleza misma (...) Hay estudios etnográficos de comunidades científicas, que ven a los grupos científicos como tribus con vocabularios, rituales y prácticas sociales propios (...) estos estudios muestran que, aun cuando dejemos de lado influencias obvias e importantes para los emprendimientos científicos (tales como las fuentes de financiación, las regulaciones gubernamentales, las posibilidades comerciales, la opinión pública) hay un conjunto de factores culturales menos visibles pero no menos constitutivos de las indagaciones científicas”.

Con una metáfora, esta autora enfatiza su enfoque de la profunda interacción del quehacer científico con la dinámica social: “Tan pronto un descubrimiento es comunicado a través del lenguaje, también él está conformado por el lenguaje”, y cada vez en mayor

medida, en las comunidades científicas contemporáneas se difunde la conciencia de que el sujeto, la historicidad y el tiempo tienen una significativa participación en el proceso científico contemporáneo.

Otra manifestación de la creciente interdependencia entre ciencia y sociedad es el cambio de mirada sobre la historia de la ciencia. La mirada tradicional, aún presente en algunos manuales de enseñanza de las ciencias, presenta una secuencia de celebridades a lo largo del tiempo, descubridores de hechos y fenómenos de la realidad, infiriendo a partir de ellos teorías generales, ajenas a las contingencias e intereses de la sociedad. Una segunda mirada, inspirada en modernas concepciones epistemológicas, históricas y sociológicas de las ciencias, describe una historia donde se activan, de época en época, movimientos de investigaciones que en función del contexto orientan sus interrogantes en direcciones determinadas, hacen las elecciones de paradigmas a menudo no intencionalmente y construyen teorías a través de las cuales intentan releer el mundo. Desde esta postura se afirma que los científicos son una comunidad científica en su práctica y en sus representaciones, por el contexto donde actúa esta¹⁸.

Incluso en trabajos de modernos estudiosos como Ilya Prigogine, Herbert Simon, Edgar Morin y otros, complementando este nuevo enfoque sobre el carácter social de la ciencia, ha tomado cuerpo la consideración de que el caos, el desorden y la crisis no es mera ausencia de orden: *se trata de información compleja*.

Sin embargo, y dado que además de los beneficios proyectados desde la ciencia hacia la sociedad se han revelado consecuencias negativas de su quehacer, se tornó necesario revisar su papel social¹⁹. Según Ciapuscio (1994, 17) –y como ya se ha detallado– dos son las actitudes que se pueden adoptar sobre la ciencia: “...una idealista y otra realista”. La primera es puro pensamiento y se dedica al descubrimiento y a la contemplación de la verdad. Si existe alguna utilidad práctica, esta viene por añadidura. La segunda visión, en cambio, fue muy crudamente expuesta por Francis Bacon, quien consideró a la ciencia como el medio para lograr el dominio de la naturaleza a través de su comprensión.

De todos modos, estas visiones contrapuestas no explican el acelerado crecimiento de la ciencia en el mundo moderno, aunque más bien demuestra que ésta tiene un indudable valor positivo para aquellos que financian sus actividades. El científico moderno –al decir de Ciapuscio²⁰, se ha convertido hoy en asalariado –como el funcionario y el ejecutivo– y es en

¹⁸ Cfr. (G. Fourez 1994, 192).

¹⁹ Algunas posturas extremas consideran hoy que de la ciencia –*per se*– no fluye realización alguna hacia la sociedad que no sea a través de la interfase percibida como “la cara visible de la ciencia”: la tecnología.

²⁰ Cfr. (op. cit., 19).

sus servicios a la industria donde debemos mirar la función social de la ciencia. No se puede, como querría un filósofo idealista como Bertrand Russell, desarrollar la ciencia sin al mismo tiempo desarrollar la industria ya que no hay otra fuente desde la cual la ciencia pueda ser financiada.

Otra cuestión relevante es la planificación de la actividad científica –de la que deriva el tema de las políticas científicas– que roza la problemática de cómo alcanzar el mejor ajuste entre las necesidades de libertad y autonomía de la ciencia y los requerimientos sociales de obtención de frutos de la ciencia.

Los enfoques teóricos actualmente vigentes sobre la diáda *ciencia-sociedad* consideran:

- a) A la ciencia como empresa autónoma basada en la actividad de comunidades científicas autorreguladas. Toda interferencia proveniente del entorno social disminuye el progreso científico. Según Ciapuscio²¹, tales son los lineamientos de Michael Polanyi y Solla Price; en la ciencia existe una suerte de “ecología interna” que distribuye “naturalmente” los recursos entre los distintos campos disciplinares y subdisciplinares. Este punto es el que para Ciapuscio caracteriza la asignación de recursos a la ciencia y la tecnología.
- b) A la ciencia como un “paraguas de otros objetivos sociales”, teoría que describe el modelo vigente en los países más desarrollados. En esta propuesta, la sociedad adjudica recursos al desarrollo y modernización de las capacidades para el logro de determinados objetivos, a través de instituciones o agencias responsables de ciertas misiones sociales (ministerios, agencias de promoción, sistemas de innovación, organizaciones no gubernamentales, etc.) las que, a su vez, destinan parte de estos recursos a la ciencia, lo que suponen coadyuva a su misión.
- c) A la ciencia como una “inversión general” de la sociedad, como si se tratara de una actividad “suprasocial” que resume todos los propósitos de la sociedad, ubicándose por lo tanto su estructura organizativa al nivel de la estructura conceptual del conocimiento.

²¹ Cfr. (1994, 17).

d) A la ciencia como un “bien de consumo”, constituyendo sólo uno de los modos en que la sociedad gasta su exceso de renta, con lo que no resulta significativamente distinta de otras expresiones culturales como el arte, la música o el deporte²².

Un destacado estudioso del tema, J. Ziman, afirma enfáticamente:

“A largo plazo, cada vez más las fuerzas desde la sociedad están presionando sobre la ciencia académica (“básica”). En efecto, la empresa científica se ha vuelto demasiado grande y costosa como para ser encarada a su propia manera. Los gobiernos, que principalmente respaldan la investigación académica, están poniendo topes financieros estrictos a su patrocinio (...) En muchos países, los gobiernos están intentando lograr obtener el mejor valor por su contribución económica a la investigación”. En un polémico artículo de la revista Nature, J. Ziman continúa señalando que *“Cualquiera sea la causa, hay señales dispersas de una decisiva ruptura con la tradición académica. Las aplicaciones de muchas de las prácticas asociadas con las normas de Merton, tales como las condiciones de empleo, la selección del problema, el criterio de éxito y otros rasgos importantes (...) están imponiéndole a las ciencias académicas algunos requisitos incompatibles con su **ethos** tradicional. La ciencia académica está sufriendo una revolución cultural. Está generando una forma de ‘ciencia post académica’, la que puede llegar a ser sociológicamente y filosóficamente tan diferente, que produzca un tipo diferente de conocimiento”* (1996, 751).

Actualmente -dentro del movimiento **Ciencia, Tecnología y Sociedad**- está en desarrollo el enfoque orientado hacia los aspectos del ámbito sociocientífico que abarca las dimensiones organizativa e ideológico-cultural. J. Acevedo Díaz, adoptando la terminología de Layton, distingue los **valores constitutivos** y los **valores contextuales** de la ciencia. Los valores constitutivos son esenciales para la práctica científica. Un buen ejemplo lo constituye el *Ethos* normativo mertoniano de la ciencia moderna, centrado en los imperativos institucionales de la comunidad científica: los códigos éticos, el sistema de recompensas, las relaciones de roles y *status*. En síntesis, “los valores constitutivos de la ciencia están ligados a las facultades y objetivos de la práctica científica tal y como se perciben idealmente por las propias comunidades científicas” (1994, 412).

²² S. Toulmin manifiesta que “...la ciencia en una sociedad moderna es una parte del propósito básico de la sociedad” (citado por Ciapuscio, op. cit., 23).

Continúa Acevedo Díaz: “Por lo contrario, los valores contextuales de la ciencia se relacionan con el ambiente social, político y cultural en el que se desarrolla la práctica científica. Entre los mismos pueden citarse, como ejemplo, el utilitarismo, los beneficios económicos, las creencias religiosas, las ideologías políticas y la cuestión social del género. A menudo se ha supuesto que la ciencia, la ‘buena ciencia’ al menos, estuviera al margen de estos valores, pero cada vez se están teniendo más en cuenta para comprender mejor la naturaleza de la ciencia y su práctica. La actividad científica es también un proceso social que incluye un conjunto de valores e intereses de la sociedad en la que está inmersa, los cuales están detrás de cada línea de investigación científica emprendida. Así ocurre, por ejemplo, cuando se consideran las áreas de conocimiento científico que reciben más apoyo social, moral y financiero por parte de los gobiernos y las empresas industriales...” (op. cit., 413).

J. Ziman reflexiona agudamente que “La creciente exigencia de interés tecnológico en la investigación científica, debido a la creciente dependencia de esta de los encargos y subvenciones de los gobiernos y las empresas, así como de las nuevas formas organizativas derivadas de la creación de redes internacionales que controlan buena parte del conocimiento esencial (...) en algunos campos estratégicos de investigación de punta” (1996, 416), nos permiten inferir que el comunalismo, uno de los valores constitutivos de la ciencia, está siendo condicionado por el surgimiento de un nuevo marco de relaciones institucionales. Vale decir que los sistemas de recompensas de la ciencia académica y tecnológica, incorporados a los modelos en creciente desarrollo, tanto para la práctica científica como para la práctica tecnológica, están influyendo en la fase de la comunicación pública del conocimiento, fase constitutiva de la ciencia académica. Esto es así por la presencia de los valores contextuales mencionados más arriba, que condicionan los valores constitutivos de la ciencia.

En forma simultánea, se puede verificar un doble fenómeno que, originado por diferentes causas, produce resultados semejantes: numerosos científicos que trabajan en las universidades de los países desarrollados están orientando sus trabajos investigativos hacia temáticas encargadas por empresas o gobiernos en los términos recién comentados, condicionando de este modo a la ciencia académica en pos de finalidades y metas tecnológicas.

En los países en desarrollo, en cambio, los investigadores académicos, que sufren el deterioro del poder adquisitivo de sus remuneraciones, y restricciones en el equipamiento de los laboratorios, ven reducirse la disponibilidad de bibliografía y documentación actualizada -entre otras barreras- tienden “naturalmente” a orientar sus temas de investigación hacia

temáticas o requerimientos tecnológicos de empresas, grupos económicos o del gobierno que aporten fondos o subsidios a los institutos de I+D universitarios y no universitarios.

Coadyuvando a este fenómeno, las políticas de C&T nacionales, encuadradas en los modernos lineamientos de interdisciplinariedad y complejidad de la actividad científica, orientan el otorgamiento de subsidios privilegiando aquellos caracterizados como “cofinanciados”, por considerarse que el carácter interdisciplinario, interinstitucional o intersectorial de los proyectos de investigación es saludable para el progreso científico y el crecimiento económico-social de la comunidad; con el resultado de que además, como sucede en los países desarrollados, la temática abordada por la ciencia académica está sufriendo un “corrimiento” hacia objetivos y necesidades tecnológicas.

En América Latina, el comienzo de los estudios sobre las implicancias sociales de la ciencia se puede ubicar -según Dagnino *et. al.*- en la década del '50, a partir de las propuestas de la CEPAL y la UNESCO, que propugnaban repetir el modelo de reconstrucción de postguerra de los sistemas de C&T de algunos países de Europa. Esta propuesta se basaba en lo que se denominó el “**modelo lineal de la innovación**”, contracara de la teoría económica (lanzada por W. Rostow) del desarrollo por etapas acumulativas, con el respaldo -en América Latina- de la Alianza para el Progreso y la cooperación Norte-Sur²³.

En esta época da a luz lo que en adelante se llamaría *Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad*, línea de análisis que funcionó en dos direcciones simultáneas y complementarias: una crítica al modelo propuesto y una propuesta de cambio socioeconómico para América Latina.

Según Dagnino, integraron esta corriente de pensamiento autores como José L. Lopes en Brasil, Máximo Carrere en Uruguay, Miguel Wionczek en México, entre otros. En nuestro país, el comienzo de estos estudios y propuestas acerca de las connotaciones sociales de la ciencia fue motorizado desde la década del sesenta -refiere Ciapuscio²⁴- por Manuel Mora y Araujo, y continuado por Francisco Suárez, Amilcar Herrera, Jorge Sábato, Oscar Varsavsky y otros. En la actualidad abordan la temática Mario Albornoz, Carlos Prego, E. Oteiza, Pablo Kreimer (y el propio Ciapuscio, debemos agregar).

Merece destacarse la afirmación de Dagnino de que, a su entender, “La visión más explícita y pragmática respecto del desarrollo (...) y la que tuvo mayor incidencia sobre las políticas de C&T locales, fue presentada por (el argentino) Jorge Sábato” (op. cit., 21).

²³ Cfr. (1996, 33).

²⁴ Cfr. (op.cit., 37).

En cuanto al aspecto institucional, los cuatro organismos que históricamente integran el sistema de ciencia y tecnología (C&T) argentino -además de las universidades- son: el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), la Comisión Nacional de Energía Atómica, (CNEA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estas cuatro instituciones fueron creadas apenas en tres años (en 1955 la primera citada y en 1958 la última). Esta irrupción generó, según D. Chudnovsky²⁵, dos fenómenos: primero, la Universidad perdió la virtual hegemonía que detentaba en la práctica de la actividad científica, y segundo, comenzó el discurso sobre la vinculación del sistema de C&T con el sector productivo nacional (agropecuario e industrial). A la acción continuada de estas instituciones, se debe el surgimiento de una masa crítica de científicos e investigadores cuyo punto de máximo desarrollo -cabe recordarlo- lo podemos ubicar en 1966 (más precisamente en la jornada que fue llamada “la noche de los bastones largos”²⁶), en que el régimen militar a la sazón en el poder, dio el primer golpe al sector científico nacional, de cuyas consecuencias aún no se ha recuperado.

²⁵ Cfr. (1996, 37).

²⁶ En dicha jornada, tropas del gobierno militar irrumpieron en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Buenos Aires, desalojando por la fuerza a docentes, investigadores y alumnos.

CAPÍTULO 2

La Tecnología

La Técnica y la Tecnología

Es conveniente aclarar que en la sociología o la historia, el término *técnica* es utilizado en una forma genérica, aludiendo, por ejemplo, a “la técnica del siglo XVIII” como conjunto impreciso de prácticas usualmente aplicadas en dicha época, genéricamente, al tipo de energía empleada en la industria (carbón o vapor) o al material preponderante aplicado en la producción (hierro, bronce, etc.).

Una escuela filosófica considera que en las acciones técnicas existe un núcleo irreductible, no cognoscitivo, al que se ha denominado “habilidad” o “competencia” de la persona que ejecuta la tarea técnica; son acciones no incluidas en los “manuales de operaciones” o las “instrucciones de uso”. Según Quintanilla²⁷, fue Ryle, en 1949, quien “bautizó” a estos saberes con los nombres de “*know that*” y “*know how*” (traducción literal: “qué hacer” y “cómo hacer”), caracterizándolos Quintanilla como “conocimiento representacional” y “conocimiento operacional”, respectivamente; enfatizando que para aplicar una técnica hacen falta ambos conocimientos: que ocurre tal cosa o qué propiedades tiene esa cosa; y cómo se hace tal o cual cosa.

Será también conveniente que distingamos “técnica” de “método” en cuanto a que este puede ser considerado como un procedimiento o sucesión de operaciones para solucionar un determinado problema, algo así como una “receta” (que es un saber de memoria, de carácter repetitivo, como el de la ejecución de las recetas culinarias). Si el problema es práctico, probablemente las operaciones requeridas para resolverlo sean de tipo concreto, aplicadas sobre cosas concretas. Quintanilla propone asignar el sentido estricto de “técnica” a esta situación. Pero si el problema es conceptual (como la operación matemática de división de dos números o la resolución de una ecuación algebraica de segundo grado), en el método de resolución concurren acciones prácticas (escribir, teclear una calculadora, etc.), además de otras acciones estrictamente conceptuales.

También es usual utilizar los términos “técnica” y “tecnología” como sinónimos, aunque es conveniente aclarar esta cuestión, aparentemente semántica, pero en el fondo profundamente metodológica. Distinguiremos dos acepciones que se confieren habitualmente al término “técnica”. Por un lado se la asume en su sentido estricto y por otro se la considera

²⁷ Cfr. (1991, 29).

como realizaciones o aplicaciones concretas de un “modo de hacer las cosas”. La primera, en sentido estricto, se refiere a las *técnicas artesanales precientíficas o preindustriales*; se trata de entidades culturales de carácter abstracto representables o realizables de diferentes modos. Mitcham, por su parte, define la técnica sencillamente como “...el conjunto de procedimientos puestos en práctica para obtener un resultado determinado” (1989, 30). La segunda acepción hace hincapié en la *realización técnica*. Según Quintanilla²⁸, alude a un sistema de acciones humanas intencionales orientado a transformar objetos concretos con el fin de lograr algún resultado valioso. En esta obra, en lo sucesivo emplearemos el término “técnica” con la primera caracterización señalada.

Sin embargo, cualquier acción humana no es necesariamente una realización técnica, ya que la intencionalidad arriba puntualizada está orientada (en forma no instintiva, aunque ocasionalmente sí repetitiva) a la consecución de un objetivo mediante un *sistema de acciones*. Por ejemplo, matar un perro no es una realización técnica aunque sea una acción intencional; un matarife, al sacrificar un animal de carne comestible (vacuno o porcino) con una cierta modalidad operativa, desarrollada para mitigar el dolor y aprovechar todo el animal, sí emplea una técnica. Podríamos considerar –en consecuencia– a la técnica como *un subconjunto dentro del universo de las realizaciones tecnológicas*.

Un sugestivo enfoque acerca de la técnica y la tecnología como actividad humana es el del filósofo español José Ortega y Gasset. En su conocida obra *Meditación sobre la Técnica*, plantea básicamente que la vida del hombre es un fenómeno que supone una relación con las circunstancias, pero no pasivamente, sino como *creador de esas circunstancias*. Sobre el conocido sintagma de Ortega, sagazmente señala Mitcham que “...el significado de la expresión ‘yo soy yo y mi circunstancia y si no la salvo a ella no me salvo a mí’ no debe ser identificado consigo mismo (idealismo) o con sus circunstancias (empirismo), sino con ambos y su interacción”. Más adelante enfatiza Ortega que el ser humano podría realmente ser definido como *homo faber*, pero tomando la caracterización *faber* extendida, además de la aptitud para la fabricación material, a la creatividad espiritual, aunque atendiendo que “...la invención interior precede y proporciona las bases a la invención exterior” (citado por Mitcham, 1989, 61). Asimismo, señala que en los últimos años de su vida, Ortega, basándose en observaciones externalistas, puntualizó que el ser humano es realmente un ser técnico, porque al no formar parte de la naturaleza, *se forma* una idea o una interpretación de la naturaleza.

²⁸ Cfr. (op. cit., 34).

La caracterización que Ortega hace de la técnica y la tecnología es una verdadera conceptualización epistemológica del conocimiento técnico y del conocimiento tecnológico: “El tecnicismo de la técnica moderna (tecnología, deberíamos interpretar) se diferencia radicalmente del que ha inspirado todas las anteriores (y es) una nueva manera de funcionar las cabezas que se manifiesta a la par en la técnica y en la más pura teoría” (1964, 80). Y agrega Mitcham: “Los individuos (ahora) saben cómo realizar cualquier proyecto antes de elegir un proyecto particular” (1989, 63). Obviamente ambos autores se refieren al soporte de conocimiento científico –tanto en su faz cognitiva como metodológica- que actualmente manifiestan las modernas y complejas realizaciones tecnológicas.

Análogamente a lo que acontece con la noción de ciencia, existen diferentes modos de caracterizar la *tecnología*. La caracterización más difundida, simplemente la considera una actividad derivada y subordinada a la ciencia. Otra connotación la asume como una mera aplicación de conocimientos científico-teóricos. También se la suele tomar como el conjunto de artificios fabricados por el hombre o bien como el conjunto de los procesos de producción de tales artificios. Mas modernamente, la tecnología es considerada como una forma específica de conocer y actuar, o también como un sistema “sociotécnico” desarrollado por el hombre y necesario para poder utilizar los productos fabricados.

Quizás algunas de las definiciones más breves sean la de H. Dupree -citadas por Ciapuscio²⁹- al definirla como “...un sistema de información que conecta al *homo sapiens* con su ambiente”, o la de Mario Bunge: “La tecnología es la técnica que emplea conocimiento científico”, puntualizando seguidamente este autor que “Un cuerpo de conocimientos es una tecnología si, y solamente si:

- 1) es compatible con la ciencia coetánea y controlable por el método científico; y
- 2) se la emplea para controlar, transformar o crear cosas o procesos, naturales o sociales” (1994, 50).

Jorge Sábato, economista argentino, propone a la tecnología como el conjunto ordenado de conocimientos necesarios para la producción y comercialización de bienes y servicios. De estas primeras distinciones de la noción de *tecnología* se denotan dos enfoques: el que la considera como un conjunto específico de conocimientos; y el que la asume enfatizando sus múltiples relaciones con otras entidades sociales.

²⁹ Cfr. (1994, 50).

S. J. Kline, por su parte, (1985) ha hecho un intento de clasificación de las diversas acepciones, considerando a la tecnología como:

- 1.- El conjunto de productos artificiales fabricados por la humanidad.
- 2.- Los procesos de producción; esto es, el conjunto de personas, máquinas y recursos necesarios en un sistema sociotécnico de fabricación.
- 3.- Los conocimientos, metodología, capacidades y destrezas necesarias para poder realizar tareas productivas.
- 4.- El sistema sociotécnico necesario para poder usar los productos fabricados.

Señala Kline que solo las tres primeras acepciones son las más corrientes para la mayoría de las personas, pese a la evidente importancia del último de los significados por él propuestos. En efecto, dado que la tecnología se refiere a sistemas que incluyen a personas y a máquinas, las tres primeras acepciones conceptualmente restringen el carácter social de la tecnología. Esta limitación ha llevado –según A. Pacey³⁰- a resonantes “fracasos sociales” tras la aplicación de “tecnologías exitosas”. Solo una orientación totalizadora de la tecnología, integrando la dimensión social y el desarrollo tecnológico, podrá servir de efectivo instrumento de progreso sociotécnico. Pacey ejemplifica esta tesis con la resistencia inicial a la introducción de la informática en la organización administrativa de diversas tareas específicas, en ciertas comunidades, dados los “dañinos efectos” (como la ceguera o la esterilidad) que produciría el uso de los monitores de las computadoras personales.

No podemos terminar esta reflexión acerca de la técnica sin referirnos a una creación del hombre, altamente significativa debido al rol que ha jugado en el control y uso de las fuerzas de la naturaleza: la *máquina*. Si por *máquina* entendemos todo artefacto físico capaz de transformar energía de un tipo dado en trabajo mecánico, podríamos decir que la máquina, junto con su usuario, constituyen un sistema técnico, aunque paradójicamente, una máquina siempre es resultado de un sistema técnico, y modernamente se constituya en un componente fundamental de todos los sistemas mecánicos.

Desde un punto de vista tradicional, las máquinas se han clasificado en *simples* y *complejas*. Ya desde la época aristotélica se consideraron *máquinas simples* los cinco clásicos dispositivos: el plano inclinado, la cuña, la palanca, el tornillo y la rueda (con uno de sus derivados: la polea). Entre las máquinas complejas podríamos, en principio, distinguir las mecánicas, los motores y las máquinas automáticas. Las primeras, también conocidas como

³⁰ Cfr. (1993, 25).

mecanismos, son dispositivos que, combinando acciones mecánicas de diversa complejidad producen algún trabajo determinado³¹. Las segundas –los *motores*– son máquinas que esencialmente transforman otras fuentes de energía (vapor, eléctrica, hidráulica, etc.) en trabajo mecánico. En esta brevísima tipificación, el tercer tipo de máquinas complejas, las *automáticas*, son aquellas capaces de adaptarse *per se* a condiciones cambiantes de su funcionamiento o de su entorno.

Ya entrado el siglo XVIII, con el clásico dispositivo de autorregulación, el regulador de la velocidad del inventor James Watt, permitía que, independientemente de la carga, su máquina de vapor mantuviera constante la velocidad. De este modo, estas máquinas habían incorporado la función que modernamente, y a partir de Norbert Wiener, se ha denominado “retroalimentación”, información que advierte al sistema automático de la máquina la desviación producida respecto de los parámetros estándar de marcha previstos.

Con el desarrollo de los servomecanismos, la electrónica y la microelectrónica, las funciones de control han reducido sus tradicionales componentes mecánicos en favor de dispositivos no mecánicos, programables en diverso grado. Más recientemente se han desarrollado dispositivos basados en la computación, la robótica y la lógica borrosa (lógica *fuzzy*) con la finalidad de dar solución a más complejos y novedosos desafíos del uso cotidiano de máquinas automáticas.

Podemos finalmente definir a un *robot*³² como una máquina compleja dotada de un conjunto de sensores que determinan el estado de los objetos o cosas que componen el entorno de trabajo del robot y de un conjunto de dispositivos (motores y mecanismos diversos) capaces de efectuar operaciones y manipulaciones de objetos y procedimientos de muy variada índole. En la actualidad, se considera que *toda máquina mecánica es factible de ser reemplazada por un robot*.

El desarrollo y construcción de estos dispositivos, tarea eminentemente fáctica, está sin embargo imbricada en un sostenido fenómeno de difusión de la cultura técnica, proceso a su vez condicionado históricamente por el marco político, ideológico -y por ende cultural- para el desarrollo del conocimiento técnico, de la investigación científica, para la difusión social de sus resultados y para la constatación del impacto que dichos dispositivos producen sobre la sociedad. Un ejemplo emblemático es el siguiente: a fines de la Edad Media, reflexiona R. Arocena, “Europa era el país atrasado y el Islam era el exportador de conocimiento avanzado. ¿Cuál fue la causa de que la ciencia musulmana vegetase al tiempo

³¹ Quintanilla cita, como ejemplo paradigmático de mecanismo complejo preindustrial, al reloj de cuerda.

³² Noción aparecida en el siglo XX, aunque el término proveniente del idioma checo, alude a una entidad que libera al hombre del trabajo.

que la ciencia occidental despertaba? ¿Por qué no transitó el conocimiento en dirección contraria cuando el balance de realizaciones cambió de sentido?” (1993, 11).

Desde los primeros trabajos técnicos, realizados clandestinamente en los albores de la civilización, pasando por los ejecutados en cenáculos medievales, el posterior trabajo conjunto de manufactureros, científicos y los nuevos ingenieros, mezclados entre sí y con la vida social, hasta la actual interacción entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, se ha verificado la transición de un estadio en que la ciencia tenía más cosas que aprender de los artesanos y los manufactureros que para enseñarle, a la actual fase, en que la industria se basa casi completamente en la ciencia.

Génesis de la Tecnología – La Revolución Industrial

Desde un punto de vista histórico, usualmente se fija en el inicio del siglo XVII el comienzo del cambio en la “metódica técnica”, naciendo la “metódica científica moderna”. La física, la matemática y la astronomía fueron las primeras disciplinas en las que comenzaron a operarse los cambios. Como ejemplos patéticos están Galileo y Stevin -fontanero de los príncipes de Florencia el primero y artífice de los desecamientos de Holanda el segundo- que comenzaron a incorporar elementos científicos en sus observaciones técnicas. Se comienza a intentar explicar el acto técnico, el procedimiento o la máquina. Así como en la antigüedad el técnico o el artesano aprendía del sabio, en esta época el sabio aprende del técnico la razón de su técnica.

Los inicios de la tecnología, en cambio, hay que buscarlos en la Revolución Industrial, iniciada en el siglo XVIII. A partir de este acontecimiento histórico -entre otros significativos fenómenos sociales que trataremos- se alteraron radicalmente los sistemas de producción de bienes materiales: las herramientas artesanales fueron reemplazadas por máquinas; estas, a su vez, fueron propulsadas por nuevas fuentes de energía y devino la organización de la producción en factorías y manufacturas.

Como afirma M. A. Quintanilla (1991, 16), en los comienzos de la Revolución Industrial, el aparente mero cambio organizacional y social del trabajo no supuso una innovación radical en lo tecnológico, “...pero supuso un cambio de perspectiva en la *lógica* del sistema productivo (...) que tuvo consecuencias decisivas para el desarrollo de nuevas técnicas (...) instrumentos y máquinas, pero sobre todo para acelerar el ritmo de cambio

tecnológico y para *generalizar la incidencia de las innovaciones técnicas en toda la organización social*".

Históricamente, ya es apreciable la temprana relevancia de los factores endógenos en la gestación de la Revolución Industrial. A partir de los tres problemas técnicos europeos más acuciantes en el siglo XVI: la determinación geográfica de los navíos en altamar, las inundaciones de las minas de carbón y la generación de nuevas fuentes de energía mecánica -a los cuales se agregaría más tarde la mecanización de las hilanderías- Inglaterra pasó a jugar un rol destacadísimo en el avance técnico, a tal punto que Aldo Ferrer considera que fue el primer país que articuló el "triángulo" *ciencia - producción - poder político*, al estilo de la conocida propuesta de hace unas tres décadas del científico y tecnólogo argentino Jorge A. Sábato (1995, 76).

Aclara Ferrer (1995, 78) que "...el desarrollo científico y tecnológico inglés asoció a los herreros, artesanos y navegantes con los científicos y con el poder político. Francis Bacon, el Lord Chancellor (Canciller) de Inglaterra bajo James I, es el prototipo del hombre público y de ideas, promotor del enfoque experimental de la investigación científica y su aplicación para resolver problemas concretos. Los estatutos de la Royal Society, creada en 1663, revelan ese carácter triangular, es decir, endógeno, del proceso: 'La tarea y el objetivo de la Royal Society es ampliar el conocimiento de la naturaleza y todas las actividades útiles en las artes, manufacturas, prácticas mecánicas, motores, inventos y experimentos y no entrometerse en religión, metafísica, moral, política, gramática, o lógica"'. Pero además de los factores enunciados -según Ferrer- también influyeron positivamente la construcción del Estado inglés, su unidad territorial, el afianzamiento del poder nacional, la unidad religiosa y una significativa representatividad de los actores sociales y políticos, lo que no sucedió con otros países europeos (Francia, Holanda, España o Portugal) que, por intolerancia religiosa, por una inadecuada aplicación de la riqueza a fines no progresistas o por luchas intestinas, postergaron el inicio de un cambio económico y una correlativa modernización técnico-científica.

Con el advenimiento de la Revolución Industrial, la nueva lógica de la producción radicaba en la separación del capital y el trabajo, y en el sometimiento de todo el sistema de producción al principio de la maximización de los beneficios en un mercado competitivo. Apareció también la posibilidad económica (y política) de la autonomía del capitalista para invertir -si lo consideraba conveniente- en innovaciones técnicas, cuyo origen quizás fuera ajeno a la actividad productiva que lo incorporaba. Las innovaciones artesanales del período preindustrial daban a su poseedor una relativa ventaja, pero su existencia se vinculaba con su usuario y el proceso de difusión se asemejaba al de la propia tradición artesanal: de padres a

hijos, o de maestros a aprendices; y esto, en ámbitos geográficos muy localizados. En cambio, en el sistema de producción industrial capitalista, la tecnología como factor de producción *es asunto del capital* y este se rige por la ley del máximo beneficio. La **innovación tecnológica** pasa, de ser una novedad intelectual o un avance esporádico, a constituirse en factor decisivo para dinamizar todo el aparato productivo y consecuentemente la vida social. Como corolario, se puede afirmar que entre *producción industrial* e *innovación tecnológica* existe una relación de tipo dialéctica; por una parte, la innovación tecnológica aparece como **motor** de la actividad económica, pero las necesidades del mercado y la producción **reclaman** renovación permanente en las modalidades de los procesos y los productos obtenidos. En un nivel superior de análisis, esta relación va a generar nuevas y contradictorias relaciones entre la investigación científica y la tecnología. En efecto, esta dinámica económica, política y social establece, en el seno mismo del aparato productivo, la necesidad de crear nuevos conocimientos y nuevos desarrollos tecnológicos que permitan a las empresas “imponerse”, incluso pese a las “naturales” exigencias del mercado, incrementando la competitividad más allá de lo exigido por la situación puntual dada.

Toda esta realidad, más, como afirma Quintanilla (op. cit. 18), el hecho de que “...en el entorno físico de una sociedad industrialmente avanzada no existe ya nada natural (es) uno de los aspectos relevantes de la sociedad que hemos construido a partir de la Revolución Industrial (...) y es también un dato significativo para explicar el papel crecientemente central de la técnica como objeto de reflexión filosófica (...) la teoría filosófica de la realidad no puede ya pasar por alto la teoría de lo artificial”.

De todos modos, en las fases iniciales de este proceso y por inmadurez en sus desarrollos, la ciencia aún no pudo sostener sus innovaciones. Recién con la expansión demográfica y comercial de los siglos XVIII y XIX se generarían tensiones propicias para un desarrollo sostenido de la técnica y de la ciencia deviniendo plenamente la Revolución Industrial. Como ya hemos expresado, este fenómeno económico, social, político y científico admite varias caracterizaciones. Cita Ciapuscio que Landes ha caracterizado a la Revolución Industrial como un “complejo de innovaciones técnicas que, sustituyendo por máquinas las habilidades humanas y la fuerza animal, producen una suerte de salto del arte manual a la manufactura y, haciéndolo, da nacimiento a una economía moderna” (1994, 135).

El núcleo de la Revolución Industrial fue una serie encadenada de cambios tecnológicos en, por lo menos, cuatro aspectos:

1º) El reemplazo ya mencionado de habilidades humanas por artificios mecánicos;

- 2º) La sustitución de la energía humana por energía “inanimada” (el vapor);
- 3º) Un aumento del rendimiento en la obtención y manipuleo de las materias primas (principalmente en las actividades química y metalúrgica); y
- 4º) Nuevas formas de organización industrial; con el surgimiento de la fábrica, que subsumió al taller tradicional.

Si bien la Revolución Industrial implicó para la tecnología un proceso acumulativo y autosostenido, tanto las innovaciones como las diferentes ramas industriales pasaron por períodos de crecimiento, madurez y declinación. Las especialidades más preeminentes de la Revolución Industrial, textil, siderurgia, química pesada, vapor y transporte ferroviario, fueron paulatinamente superadas por la aparición del motor de combustión interna y los avances producidos en química y electricidad.

Un prestigioso economista, Alvin Toffler, ha denominado a esta etapa económica la “Segunda Ola”, basada en la actividad industrial-mecánica, diferenciándola de la “Primera Ola”, basada en la explotación intensiva de la tierra mediante la agricultura y la ganadería, y de la “Tercera Ola”, también conocida como “Segunda Revolución Industrial” y fundada en la electrónica y la información, actualmente en desarrollo.

Según Ciapuscio, otro fenómeno que acompañó a la Revolución Industrial fue la denominada “modernización”, con repercusiones políticas, sociales, económicas e institucionales. Surgió el espíritu competitivo, la urbanización, las estructuras gubernamentales burocráticas y sistemas educativos más eficaces, aunque estos procesos se produjeron con notorias asimetrías, por ejemplo, entre los países hoy llamados “desarrollados” o “postindustriales” y aquellos considerados “en vías de desarrollo” o simplemente “subdesarrollados”. Al respecto, Ciapuscio destaca que aquellos países en los que los distintos componentes, industrialización, cambio tecnológico y modernización, fueron produciéndose paso a paso y armónicamente, han tenido mejor destino económico-social.

Ahora bien, enfocándola como una *actividad*, la tecnología se nutre tanto de conocimientos científicos o de saberes provenientes de otras fuentes (artísticos, religiosos, etc.), como de su propia experiencia, construyendo un conocimiento básico estructurado por la tensión entre las demandas de la funcionalidad del diseño o proyecto, y las restricciones que impone el entorno sociocultural y el medio ambiente. Un conocimiento que está orientado hacia una praxis concreta a través de la resolución de problemas y la toma de decisiones. Según Acevedo Díaz (1996, 35), todo esto se revela claramente en los diversos componentes de la tecnología, entre los que el autor destaca los siguientes:

- a) **Componente Tecnológico *en sentido estricto***: realiza las relaciones mutuas entre ciencia y tecnología respetando sus finalidades y objetivos propios. La tecnología utiliza numerosos conceptos científicos, los cuales sufren un tratamiento previo de reelaboración y reconstrucción conceptual con el fin de integrarlos y adaptarlos para su adecuación al contexto tecnológico. También hace uso de algunos procedimientos metodológicos similares a los empleados por la ciencia. Asimismo, esta también recibe muchas aportaciones de la tecnología, no solo de los instrumentos y sistemas que produce, sino de los conocimientos teóricos y metodológicos que elabora.
- b) **Componente histórico-cultural**: subraya la relación entre las técnicas desarrolladas por la humanidad y los cambios que estas provocan en el medio natural, en la cultura y en las condiciones de vida de las personas. Igualmente se ocupa de cómo la sociedad condiciona la actividad tecnológica. En este componente se incluyen tanto las técnicas artísticas como la arquitectura, la pintura, la escultura, la música, la fotografía, el cine, etc.
- c) **Componente organizativo-social**: es el que confiere relevancia a la tecnología como factor que influye decisivamente sobre las formas de organización social. A la vez que muestra cómo la dimensión organizativa es uno de los elementos importantes de la trama tecnológica.
- d) **Componente verbal-iconográfico**: expresa las diversas formas de expresión y comunicación propias de la tecnología: símbolos, vocabulario específico, representaciones gráficas diversas, modelos, prototipos, etc.
- e) **Componente técnico-metodológico**: entendido como el conjunto de capacidades y destrezas técnicas necesarias para manipular los instrumentos y fabricar los productos tecnológicos, así como los procedimientos y estrategias que hacen falta para resolver problemas reales en situaciones concretas.

Arnold Pacey³³, por su parte, considera que gran parte del carácter polisémico de la noción de tecnología es imputable a sus diferentes niveles de significación. Lo ejemplifica con el ejercicio de la medicina, en la que suele distinguirse entre “práctica médica” y “ciencia médica”. En la primera acepción se engloban aspectos como organización en el uso del

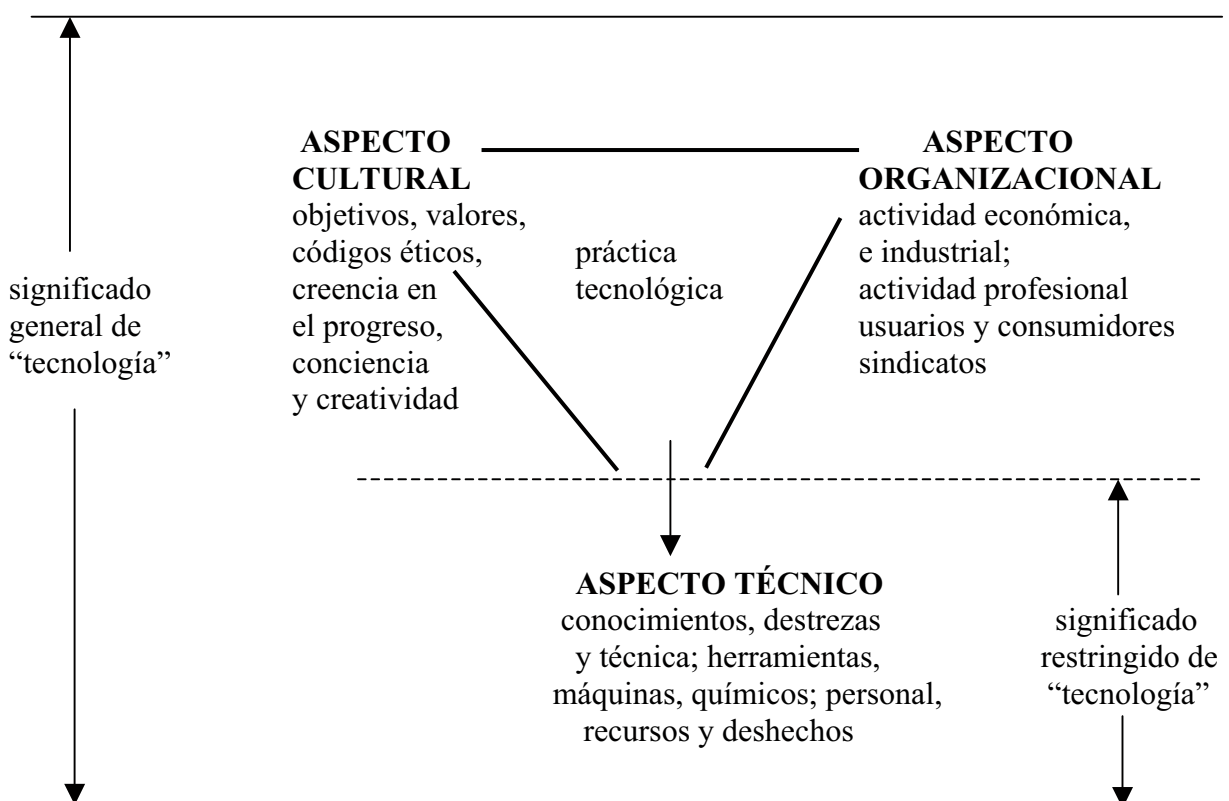
³³ Cfr. (1990, 17).

conocimiento médico así como las habilidades médicas en el tratamiento de los pacientes, aunque a veces también comprende aspectos culturales (como la vocación, los valores y la ética médica). Esta práctica suele diferir de país a país. En cambio, la ciencia médica (al menos en Occidente) suele concentrarse en los grandes hospitales y –en este nivel– el conocimiento básico médico suele ser independiente de las culturas locales.

Haciendo una analogía, Pacey afirma que si en otras ramas tecnológicas se utilizara el mismo criterio de discriminar los aspectos de la tecnología más ligados a los valores culturales de aquellos más independiente, esta distinción nos permitiría apreciar a la tecnología como una actividad humana y como parte de la vida; es decir no solo como “...máquinas, técnicas y conocimientos rigurosamente precisos, sino también como patrones de organización característicos y valores ambiguos”.

Pacey ha elaborado una visión generalizadora, la que es esquematizada en el Gráfico 1:

GRÁFICO 1: Diagrama de las definiciones de “Tecnología” y “Práctica Tecnológica”



Fuente: Pacey Arnold, *La Cultura de la Tecnología*, (1990, 19).

En esta representación, Pacey simboliza el doble juego (o contradicción) que existe entre el significado restringido de tecnología (exclusivamente lo “técnico”) y el significado global que la tecnología posee por sus aspectos organizacionales y culturales.

Parafraseando a Fleming, Acevedo Díaz señala que “...los tipos de significados de tecnología propuestos por Kline pueden asimilarse con las diferentes dimensiones del modelo de Pacey (...) la dimensión técnica incluiría básicamente las acepciones primera y tercera de Kline; la dimensión organizativa sería parecida al sistema sociotécnico de fabricación de Kline; por último, la dimensión ideológico-cultural reflejaría muchas de las ideas de lo que Kline denomina ‘sistema sociotécnico’” (1996, 37). Acevedo Díaz termina afirmando que la comprensión de las características propias de la tecnología (su conocimiento y su práctica) contribuirá a reformular las relaciones entre tecnología y ciencia –dentro de los modernos lineamientos de *Ciencia, Tecnología y Sociedad*– consolidando para la tecnología una posición independiente de la ciencia y enfatizando las responsabilidades de la tecnología sobre las transformaciones sociales acaecidas.

Rol Social del Cambio Tecnológico

Las nociones “cambio tecnológico”, “progreso tecnológico” o “cambio técnico”, presentan significaciones aún no definidas con precisión debido, entre otras razones, a: la aún pendiente homogeneización semántica; y a las distintas apreciaciones teóricas e ideológicas acerca de estas cuestiones. Principalmente en lo atinente a la relación entre cambio tecnológico y desarrollo económico, otro de los ejes conceptuales del presente trabajo.

Desde una perspectiva latinoamericana y nacional, el concepto de cambio técnico o cambio tecnológico adquiere un sentido amplio. Básicamente implica la introducción de un proceso productivo o un producto nuevos, con la reserva de que *lo que es “nuevo” para una dada comunidad, puede no serlo para otra*, pero también comprende mejoras en el modo de administrar unidades productivas a través de los métodos de organización empresarial. Estos cambios se producen principalmente por difusión de las llamadas *innovaciones tecnológicas mayores*. Sin embargo, un cambio técnico no debe contemplar exclusivamente la introducción de nuevas tecnologías “duras” (equipos) sino también las denominadas tecnologías “blandas”, o de estilos de gerenciamiento y conducción de empresas. Un buen ejemplo de estas tecnologías es una reestructuración hospitalaria, la reingeniería de un sistema gubernamental de ciencia y técnica, o la implantación de un programa de Calidad Total en una empresa industrial.

El estudioso argentino Jorge Katz advierte que “...la teoría del cambio tecnológico ha evolucionado en torno a la experiencia de países industriales maduros (en los) que se genera

un flujo sistemático de producción científico-tecnológica (y) a raíz de ello, las categorías analíticas son escasamente útiles cuando pretendemos comprender el proceso de modernización y cambio tecnológico de países de menor grado de desarrollo relativo” (1986,11). Como lo desarrollaremos más extensamente en el próximo acápite, las experiencias de modernización y cambio tecnológico de países como los latinoamericanos -y Argentina en particular- no son comparables, ni en sus fuentes y orígenes, ni en sus costos y beneficios sociales, a las de los países desarrollados.

Por lo audaz del planteo, merecen destacarse las ideas de Joseph Schumpeter, quien revalorizó, según sus propias palabras, “...la línea brillante que corre desde Vico hasta Lamprecht (y que) podemos aquí incluir también los pensamientos evolucionistas que tienen su punto de partida en las teorías de Darwin -al menos si esto no significa otra cosa que razonamiento por analogía- ...” (1967, 68); habiendo escrito estas palabras en el año 1912. Schumpeter, a quien podríamos considerar el primer teórico del cambio tecnológico, manifestó un pensamiento de avanzada para su época al afirmar categóricamente que la evolución económica, que era hasta ese momento solamente objeto de estudio de la historia económica, no podía explicarse solamente por las *condiciones económicas anteriores*, a causa de la dependencia fundamental en que se encontraban los aspectos económicos respecto de todos los demás, dado que la situación económica de un pueblo no era solamente resultado de las condiciones económicas precedentes, sino de la situación anterior tomada en su totalidad.

Schumpeter también cuestionó a la teoría económica de su época por caracterizar, como “perturbadores significativos” del *status* económico, a las alteraciones en la técnica y en la organización productiva por sobre el crecimiento de la población, el incremento del capital y los cambios en los gustos de los consumidores. Esto configura un análisis inverso al desarrollado por los economistas Stuart Mill y J. B. Clark quienes, según el autor comentado, anteponen estos tres últimos como causales del desenvolvimiento económico a aquellos dos señalados por el propio Schumpeter. En términos modernos, podemos afirmar que el autor proponía el carácter sistémico del progreso tecnológico y económico.

Schumpeter se propuso indagar –con un embrionario enfoque sistémico- la caracterización de los cambios “revolucionarios” subyacentes en el desenvolvimiento económico y en sus beneficios para la economía, puntos que la teoría tradicional -según su opinión- no explicaba satisfactoriamente. Así, caracterizó la noción de “desenvolvimiento económico” basándose en cinco cuestiones: 1) la introducción de algún nuevo producto (*innovación de producto*); 2) la introducción de algún nuevo método de producción (*innovación de proceso*); 3) la apertura de nuevos mercados; 4) la conquista de nuevas fuentes

de aprovisionamiento de materias primas o insumos; y 5) la modificación organizacional de la empresa (interna y externa a la misma). Estas condiciones, aclara, pueden darse separada o simultáneamente; y, luego de un período de coexistencia con las condiciones anteriores, darán lugar a una situación inédita. Dejó sentado claramente que estas innovaciones económicas no acaecen de tal modo que las nuevas necesidades surjan de los consumidores, adaptándose luego el sector productivo a su presión. Afirmó, en cambio, que *es el productor quien inicia el cambio económico*, educando y hasta generando nuevas necesidades –si fuera necesario– para generar mercados inexistentes.

Dentro de la concepción lineal del proceso innovador, caracterizó a la innovación como la determinación de una nueva función de producción e incluyó en esa noción, como hemos puntualizado, tanto la introducción de un nuevo producto como de un nuevo proceso de producción, la entrada a un nuevo mercado o la reorganización de una empresa industrial. Un notable logro de Schumpeter fue *tematizar* el cambio tecnológico, llamando sobre este fenómeno la atención de los economistas neoclásicos, aun a pesar de que él marcaba las limitaciones de la escuela neoclásica del equilibrio estático. Su tesis es que la acción de empresarios innovadores es lo que sacaba la economía de su flujo circular y la tornaba dinámica o “evolucionista”, por medio de la introducción de nuevas combinaciones de factores por parte de esos *empresarios emprendedores*. También promovió la distinción entre los conceptos de *invento*, *innovación* y *difusión* tecnológica, y sugirió reparar en las exigencias financieras para acometer las innovaciones (con las consiguientes necesidades de crédito para los empresarios innovadores).

El pensador argentino Darío Caresani (1998, 2) profundiza la medular cuestión de *ciencia e innovación* afirmando que: “...la investigación científica y técnica es anterior e independiente de la actividad empresarial. El único “*feedback*” de dicha actividad hacia la actividad de I+D consiste en que los beneficios empresariales permiten introducir nuevas innovaciones y, por lo tanto, utilizar más invenciones (...) No hay, por lo tanto, una retroalimentación de información o de ideas para la mejora de las innovaciones”.

Andrés López³⁴, por su parte, penetra analíticamente en la intimidad del proceso de cambio tecnológico en relación con la macro y la microeconomía, distinguiendo entre la conexión del empresariado tomado como *universal abstracto*, y la actividad innovadora de cada empresa tomada como *particular concreto*. Destaca el carácter frecuentemente tácito de las tecnologías, ya que ellas implican el dominio de habilidades adquiridas por medio de un proceso acumulativo basado en aprendizajes activos de los actores. En este punto, López

³⁴ Cfr. (1995, 120).

plantea la contradicción entre “conocimiento tecnológico articulado” *versus* “conocimiento tecnológico tácito” que lleva, por ejemplo, a la generalizada imposibilidad de redactar instrucciones precisas de cómo implementar determinadas tecnologías. Contrapone, profundizando la noción de tecnología, la “tecnología universal” (conocimientos científicos generales referidos a principios de amplia aplicación) a las “tecnologías específicas” (conocimientos referidos a *cómo hacer las cosas*), mayormente experimentales. Esto implica el mayor o menor “grado de comprensibilidad” de ciertas tecnologías en cuanto a sus principios básicos. Concluye que el cambio tecnológico es una actividad fuertemente tácita, acumulativa y localizada en algún actor (tecnólogo o empresa). De allí que los avances registrados en innovación tecnológica –tanto en tecnologías *duras* como *blandas*– de una empresa, sector o más aún, de una nación, dependen de las trayectorias tecnológicas anteriores y del nivel tecnológico alcanzado. Una de las consecuencias más apreciables, señala López³⁵, es la brecha o asimetría tecnológica.

Es conveniente aclarar que, en la jerga empresaria, se conoce como “tecnologías duras” las vinculadas primordialmente al equipamiento e instalaciones físicas, y como “tecnologías blandas” aquellas que abarcan la organización del trabajo, programas de calidad, gestión gerencial, comercialización, distribución, capacitación, políticas de *stocks*, etc.

Por su parte, Martín Bell³⁶ considera que el avance del cambio tecnológico registrado en los últimos veinte años del siglo XX ha dejado fuera de acción a los paradigmas sobre Ciencia y Técnica vigentes en la década del ‘60 y del ‘70; aunque estos aniden aún en el pensamiento y el accionar de muchas instituciones, funcionarios y especialistas en ciencia y tecnología latinoamericanos. Afirma que el cambio tecnológico atraviesa hoy horizontal y verticalmente a las empresas, especialmente industriales, en el “*hardware*” o sea las instalaciones físicas y en el “*software*” o sea en la estructura organizacional, debido principalmente a tres causas:

- 1°) las innovaciones de origen japonés de operar con flexibilidad productiva, tandas cortas y *stocks* mínimos (sino nulos);
- 2°) la creciente influencia del usuario en los diseños, más las posibilidades del diseño asistido informáticamente (con los programas CAD); y
- 3°) la infiltración de la tecnología de la información (TI, en adelante) en todo el tejido productivo (control de calidad, *stocks*, “cuellos de botella”, automatización y

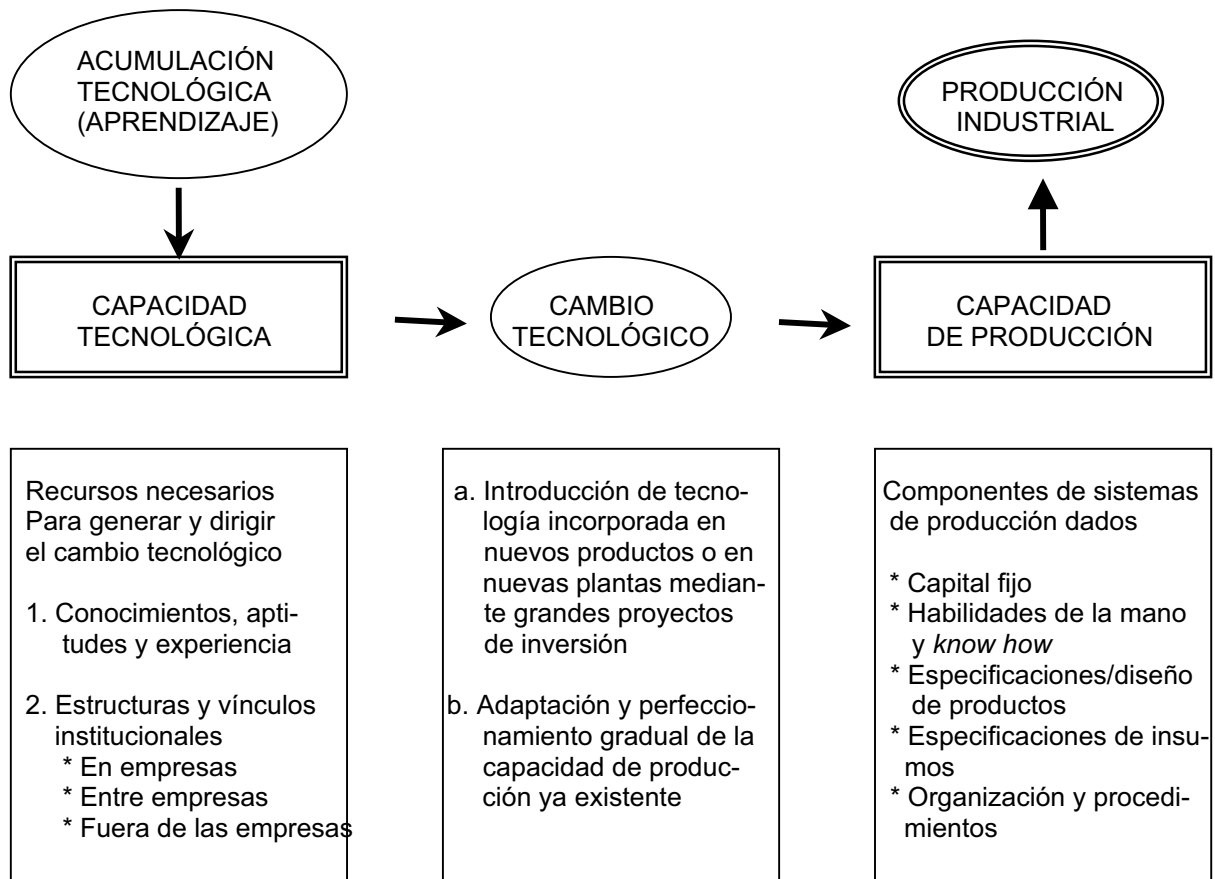
³⁵ Cfr.(op.cit., 121).

³⁶ Cfr. (1995, 8).

robotización), con la creciente incorporación de elementos microelectrónicos en la producción.

Enfatiza que se ha impuesto la necesidad de ampliar y crear una nueva gama de conceptos y términos, y propone distinguir dos tipos de recursos: la *capacidad de producción* y la *capacidad tecnológica* (ver Gráfico 2).

GRÁFICO 2: Acumulación tecnológica: términos y conceptos básicos



Fuente: BELL Martín, Enfoques sobre política de C&T en los años noventa, (1995, 23).

Para la actividad industrial, la capacidad de producción alude a la potencialidad de producir bienes y servicios con determinada tecnología en equipamiento, conocimientos, estructura organizativa y habilidades de la mano de obra. En cambio, la capacidad tecnológica comprende las instituciones, las aptitudes y el conocimiento para generar cambios en las tecnologías existentes. En otras palabras: la capacidad de generar un cambio tecnológico autosostenido en el aparato productivo.

Habitualmente se subestima la importancia de este segundo grupo de recursos cuando, precisamente, las respuestas a cuestiones tales como ¿qué clase de conocimientos y habilidades?; o bien, ¿a qué tipo de instituciones nos estamos refiriendo?, conducen a la definición de las políticas tecnológicas. Dado que el objetivo central de una política sobre tecnología es estimular el dinamismo tecnológico -particularmente en la industria- Bell, certeramente, señala las siguientes cuestiones:

- 1°) que el centro del escenario de la estructura organizacional para el cambio tecnológico debe ser ocupado por las empresas industriales y no por organismos o instituciones, ***de cualquier índole que se trate***;
- 2°) que los vínculos e interconexiones entre esas empresas son vitales para la trama institucional del cambio tecnológico; y
- 3°) que las actividades básicas deben ser de ingeniería (diseño, proceso, producción, etc.) y no las de investigación y desarrollo.

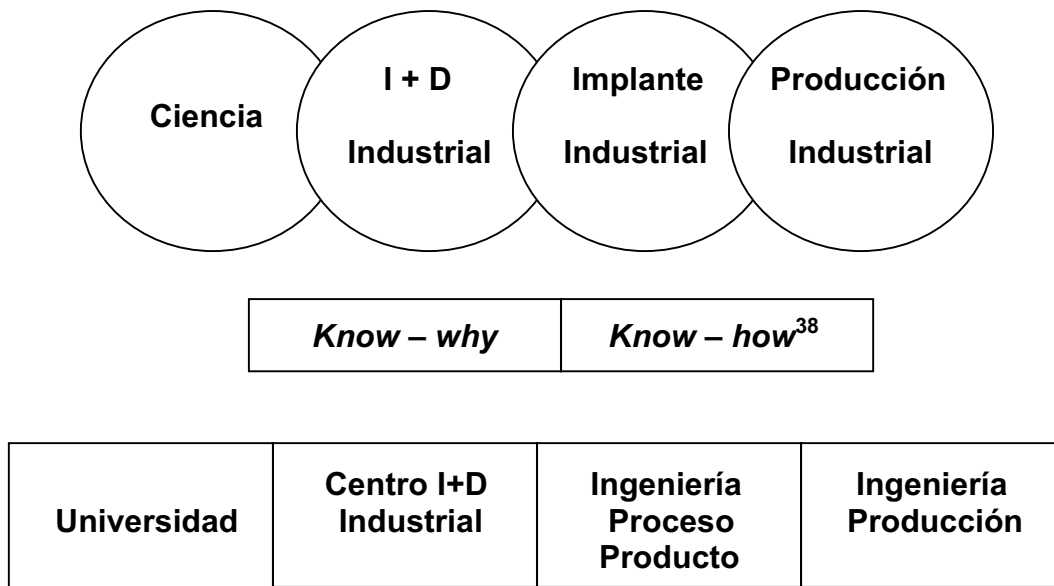
Si bien es cierto que se requieren grandes capacidades para crear las habilidades y destrezas necesarias para concretar aquellas actividades técnicas básicas, gran parte de tales capacidades para crear capital humano deben ser organizadas dentro de las empresas industriales y no dejarlas en manos de la estructura especializada de las instituciones de educación y capacitación.

El cambio tecnológico se produce, sintéticamente, por medio de la inversión en la adquisición de equipamiento -la denominada ***tecnología incorporada***- para producir nuevos bienes; o por la adaptación y/o mejoras en los procesos productivos. Sin embargo, el cambio tecnológico es una condición necesaria pero no suficiente para la capacidad de producción. Aquí intervienen los citados recursos: equipamiento, habilidades y una adecuada organización de la producción, actividad propia de la ingeniería industrial.

Otro interesante enfoque sobre esta cuestión medular es el propuesto por E. Dvorkin³⁷, quien afirma que en una comunidad dada, la posibilidad social de que la ciencia aporte al desarrollo tecnológico está dada por la previa existencia de lo que el autor denomina ***cadena de I+D científico tecnológico***, articulada según muestra el Gráfico 3:

³⁷ Director del Centro de Investigación Industrial de Techint S.A. y Miembro Titular de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

GRÁFICO 3: Cadena de I+D científico tecnológico



Fuente: E. Dvorkin, *Sobre el desarrollo científico-tecnológico de la Argentina, 1999*.

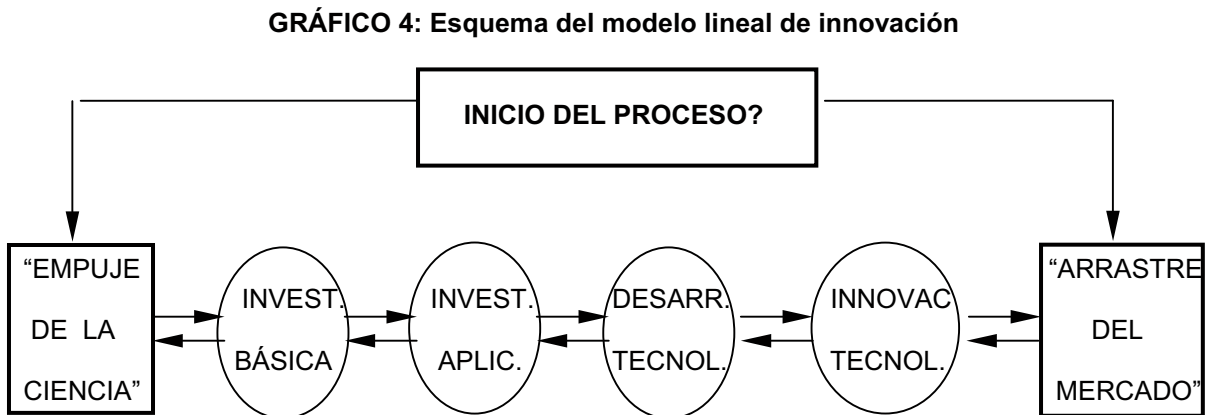
El ligero solapamiento que muestran las cuatro áreas de trabajo (investigación en ciencia aplicada, I+D industrial en planta, implante industrial de tecnología y producción) señalan la necesidad de que exista *cierta* secuencia procesual; una superposición extensa indicaría problemas de desarticulación de funciones u objetivos. En la parte inferior del Gráfico figuran -según Dvorkin- las cuatro instituciones usualmente asociadas a cada área de trabajo.

La Innovación Tecnológica: Distintos Modelos Propuestos

Dada la relevancia que ha adquirido la innovación tecnológica en el crecimiento socioeconómico, consideramos conveniente desarrollar brevemente los principales modelos teóricos que se han propuesto para describir y encauzar dicha cuestión; orientándola, por ejemplo, con el diseño de políticas de promoción o de instrumentos para el fomento de la innovación tecnológica. La discusión en torno al fenómeno de la innovación estuvo dominada, durante las décadas del '50 al '70, por los llamados “*modelos lineales de innovación*” según los cuales, afirma D. Caresani, “...la innovación tiene lugar como

³⁸ Expresiones inglesas que aluden a las cuestiones “por qué hacerlo” y “cómo hacerlo”, en referencia a la realización de un trabajo concreto.

consecuencia de una cadena secuencial de eventos, desde la investigación científica hasta el mercado, pasando por la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico” (1998, 2). De todos modos, no hubo unanimidad sobre el origen del proceso innovador: el modelo de “**empuje de la ciencia**” se contraponía al de “**arrastre (o tirón) del mercado**” (ver Gráfico 4).



Fuente: CARESANI DARÍO, *Problemática de la Innovación Tecnológica*, 1998.

En la primera variante, el proceso comienza con la investigación básica, motorizada por las inquietudes propias de los investigadores; estas inducen investigaciones aplicadas que, tras los correspondientes desarrollos tecnológicos, son coronadas en una innovación. En la segunda, el proceso arranca de demandas o necesidades manifestadas por el mercado, y *son ellas* las que identifican qué investigaciones aplicadas acometer. Menciona Caresani que estudios relevantes, incluso algunos encomendados por el gobierno de los EE.UU., han concluido que pocas innovaciones han sido consecuencia de investigaciones básicas; en tanto la generalidad es puesta en marcha por demandas del mercado, combinando conocimientos anteriores, sin generar necesariamente investigaciones *ad hoc*.

Aunque estos modelos están siendo objeto, desde hace unos veinte años, de fuertes críticas, este autor afirma que han (y continúan) influyendo “...en las políticas científicas y tecnológicas de muchos países –incluso avanzados– en la creencia que si los gobiernos fomentan esta actividad en sus centros de investigación, especialmente los universitarios, los resultados de tales investigaciones serán recogidos por las empresas para concretar sus desarrollos tecnológicos y sus innovaciones”. De esta manera, concluye Caresani, el grado de desarrollo tecnológico sería la consecuencia de la actividad investigadora.

Este modelo no explica, sin embargo, que gran parte de las innovaciones provienen de conocimientos existentes y no de nuevos conocimientos, que son frecuentes mejoras a las

propias investigaciones, o que existen actividades o ámbitos donde las innovaciones fluyen con mayor frecuencia o facilidad que en otras en las que hay mayores inversiones en I+D.

Curiosamente, comenta Caresani, una de las causas más significativas de la difusión de esta doctrina –conocida como “ofertista”– es la fácil posibilidad de cuantificarla; debido a ello, por ejemplo, el porcentaje de I+D del PBI, el número de proyectos encarados o de investigadores “*full time*” sigue condicionando la orientación de las políticas científicas públicas.

Las numerosas imperfecciones y limitaciones demostradas en relación con los modelos lineales, han motivado a numerosos estudiosos a proponer otras alternativas, entre las que se destacan los *modelos interactivos de innovación*. Caresani señala al modelo TEP, de S. Kline y N Rosenberg, de “enlaces encadenados” entre distintas áreas de una empresa en el que, cuando el *stock* de conocimientos internos no resulta suficiente para la resolución de algún problema, acude a fuentes externas de investigación. Los modernos enfoques sobre dirección estratégica de las empresas desarrollados a partir de los años ‘80 respaldan este carácter interactivo del proceso innovador, dado que se considera que en la tecnología están implicados, además de los procesos productivos, todos los restantes aspectos empresariales. Detalla Caresani³⁹ que el modelo interactivo TEP puntualiza los siguientes elementos: a) la empresa tiene un protagonismo central en el proceso innovador; b) la difusión de la tecnología es un proceso íntimamente ligado al de innovación y es lo que le confiere relevancia económica; c) la capacidad de absorción y de aprendizaje de las empresas y de los centros de I+D es un condicionante esencial en la difusión de tecnología; d) la tecnología y la innovación son mutuamente acumulativas; e) ciertas formas de organización (redes, alianzas cooperativas, asociaciones usuarios-productores) resultan más eficaces y apropiadas al carácter interactivo del proceso de innovación⁴⁰.

Finalmente, y como una actualización de los planteos schumpeterianos, cita Caresani⁴¹ que Christopher Freeman ha sistematizado cuatro tipos de innovación:

- a) **Innovaciones incrementales:** se trata de innovaciones de relativa frecuencia que mejoran los actuales productos o servicios originadas en sugerencias de los clientes u otro personal involucrado en la producción. Son importantes en los primeros períodos de una innovación radical y generalmente generan alto impacto económico. También son denominadas “innovaciones menores”.

³⁹ Cfr. (op. cit., 10).

⁴⁰ Otros estudiosos han desarrollado *modelos funcionales*, basados en la existencia de *funciones* a lo largo de todo el proceso innovador, tales como la función investigación, la de desarrollo industrial, la de innovación, la de difusión y la comercial.

⁴¹ Cfr. (op.cit., 12).

- b) **Innovaciones radicales:** son producidas ocasionalmente en sectores como resultado de actividades de I+D propias o de terceros. Caresani ejemplifica con el desarrollo de la insulina por ingeniería genética esta categoría de innovaciones.
- c) **Cambios en el sistema tecnológico:** son cambios de vasto alcance en uno o varios sectores económicos que incluso pueden generar nuevos sectores, como ha sido el sector de los materiales sintéticos.
- d) **Cambios en el paradigma tecnoeconómico:** son cambios de gran penetración en toda la economía por integrar fuerzas tecnológicas, económicas, sociales y políticas, aunque de lenta implantación. Ejemplos de estos cambios lo constituyen la introducción de la máquina de vapor, el ferrocarril, la distribución eléctrica con corriente alterna o la informática.

Conforme con la caracterización surgida después de la monumental obra de Thomas Kuhn, podríamos asumir la expresión “paradigma tecnológico” como un modelo y patrón de solución de ciertos problemas técnicos, basado en determinados principios científicos y tecnológicos. La noción de *trayectoria tecnológica* alude a la sucesión de innovaciones concretadas bajo un determinado paradigma tecnológico circunscribiendo, por ejemplo, qué tipo de cambio técnico es factible de implementar y cuál otro debe ser desechado.

Con estas caracterizaciones, el dilema “empuje científico” *versus* “tirón del mercado” puede ser apreciado con mayor riqueza, al integrar a su análisis las nociones de innovación radical e incremental, así como la de cambio de paradigma tecnológico, por el cual se introducen la investigación científica y factores de contexto tales como el mercado, la legislación vigente, las restricciones sociales, políticas, religiosas, etc.

Desde un punto de vista macroeconómico, es acertada la observación de Katz de que, en los países en vías de desarrollo –como el caso de Argentina– el flujo de tecnología y conocimientos proveniente del exterior supera ampliamente la generación local de conocimientos científico tecnológicos. Afirma que esto es así porque en estos países las nuevas tecnologías son mayoritariamente importadas y, en el marco de una marcada asimetría en cuanto al poder de negociación entre el productor de tecnología y las firmas consumidoras de dicha tecnología, se convierte al mercado de tecnología prácticamente en oligopólico. Quizás –señala Katz– sea este “...el rasgo descriptivo central de esta fase del fenómeno de modernización tecnológica de los países de economía dependiente” (1990, 37).

Sobre la cuestión central de este apartado, el rol social del cambio tecnológico, podemos acordar, con Jean Jacques Salomon, que “la ciencia y la tecnología pueden echar raíces en una sociedad determinada sólo si sus estructuras y objetivos se ajustan bien a las

formas de pensamiento y acción prevaletentes” (1995, 9). Esto es así porque el sistema político y la naturaleza de la organización social de un país definen los límites de su capacidad para movilizar sus recursos humanos y financieros para implementar políticas de cambio tecnológico. Afirma que los enfoques puramente económicos brindan imágenes distorsionadas de la realidad, por cuanto no integran –entre otras variables– el nivel y la difusión de la educación, la base industrial y académica, la estructura de clases sociales y la magnitud de la franja profesional y, dentro de ella, la existencia de una comunidad científica calificada. En lo concerniente a qué tipo de tecnología debe desarrollar un país, en vez de importarla, la pregunta no se responde –según Salomón⁴²– simplemente sobre la base de cálculos económicos de costos-beneficios, dado el contexto de subdesarrollo, porque reducir la dependencia tecnológica en algunos sectores productivos o de servicios privilegiados puede conducir finalmente a que toda la economía se torne más vulnerable y se amenace la armonía social.

Compartimos la recomendación de Salomón de implementar políticas de C&T que estimulen el “pluralismo tecnológico”, entendido como la combinación de nuevas tecnologías y las tecnologías tradicionales y “tecnologías apropiadas”. El uso adecuado de procesos y productos con distintos niveles de productividad son opciones que pueden satisfacer demandas sociales y restricciones económicas, ya que si bien son de más difícil implementación que una tecnología importada, extiende las mejoras en vivienda, trabajo, nutrición y salud a las capas sociales más postergadas, así como la preservación del medio ambiente local.

El cambio tecnológico no es un cambio en sí mismo ni la variable determinante para el desarrollo económico y social. La elección de una *vía tecnológica* dada conforma un proceso social en el que grupos e individuos hacen elecciones sobre la aplicación de recursos generalmente escasos. Estas decisiones, en países del Tercer Mundo, son más delicadas aún que en los países desarrollados, por la irrenunciable necesidad de adaptar los esfuerzos científicos y tecnológicos a las necesidades y posibilidades específicas de cada país. El objetivo debe ser concentrar recursos escasos de tal modo que se maximicen los beneficios económico–sociales y minimicen los impactos negativos.

Una interesante propuesta con vista a incrementar la sinergia de los distintos actores involucrados en el flanco “innovación” del desarrollo económico y social, son los llamados “sistemas de innovación” localizados territorialmente, conocidos con la denominación *sistemas locales de innovación (SLI)*. En un panorama descriptivo de G. Lugones y P. Sierra,

⁴² Cfr. (1995, 18).

puntualizan que los SLI tienen el mérito de “...revalorizar el papel de la cooperación local como parte de una estrategia para responder a la competencia globalizada y a los requerimientos crecientes de innovación” (1999,61).

Como conclusión, la innovación tecnológica puede ser mejor comprendida como resultado de un proceso interactivo de los componentes sociales, culturales, técnicos y económicos. Las invenciones y, en general, la investigación, son elementos exógenos al proceso innovador, ya que el empresario emprendedor (“*entrepreneur*”, en la moderna jerga empresaria) se convierte en la pieza clave del proceso innovador.

En la Argentina -durante el período de ejecución del presente trabajo- la cadena ilustrada en el Gráfico 3 aún no estaba consolidada. Las principales causas que podemos inferir acerca de este hecho son que el sector productivo nacional no ha basado históricamente la obtención de beneficios en ventajas científicas y tecnológicas; ni en calidad; o en características innovativas de su producción, como tampoco en eficiencia empresaria, sino –como afirma Dvorkin– en la explotación extensiva de recursos naturales, en la perpetuación de mercados cautivos, en desmesurados márgenes de rentabilidad obtenidos en contrataciones con organismos estatales con funcionarios venales, o en las grandes ganancias del sector financiero⁴³.

Complementariamente y de acuerdo con el esquema del cambio tecnológico de Bell, podemos afirmar sobre las dos primeras cuestiones (que el centro del escenario debe ser ocupado por las empresas industriales y que la existencia de vinculaciones interempresarias son vitales), que no han sido concretadas eficazmente, al menos por el sector industrial argentino. Con este casi generalizado comportamiento empresario, poco es lo que ha podido hacer el sector institucional de I+D para involucrarse en el desarrollo nacional, al ser escasamente requerido por el sector productivo. Consecuentemente la formación profesional de alto nivel tampoco constituyó un requerimiento de la dirigencia empresaria nacional. Finalmente, estos condicionantes se han constituido en un factor determinante para que el poder político desestime la inversión en C&T y en I+D, no habiéndose desarrollado en nuestro país, hasta finales del siglo XX y de manera significativa, una capacidad endógena en recursos humanos científico-tecnológico (tecnólogos).

⁴³ Cfr. Dvorkin, (1999, págs 67 y 72).

CAPÍTULO 3

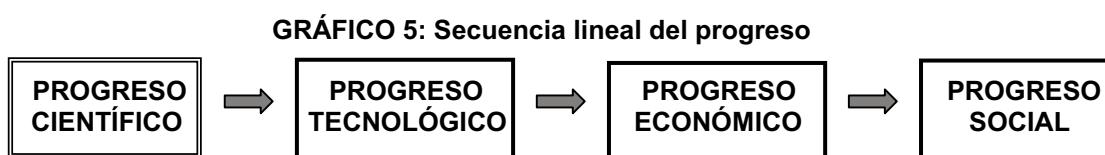
El Desarrollo Económico-Social

El título del acápite alude al complejo y multifacético problema del desenvolvimiento social y económico. En consecuencia, y dado que es uno de los ejes conceptuales del presente trabajo, expondremos previamente algunas reflexiones sobre el desarrollo económico y social, considerándolo como un “universal abstracto”.

La noción de *progreso*, *crecimiento* o simplemente *mejora* social ha sido impuesta conceptualmente con el vocablo **desarrollo**, en el marco de las desigualdades objetivamente percibidas entre regiones, pueblos y naciones. Esta noción posee un carácter polisémico -dado entre otras causas- por la diversidad y complejidad de las situaciones concretas de atraso o falta de progreso en distintas comunidades del mundo, por la existencia de criterios orientadores no coherentes, basados a su vez en análisis unilaterales y parciales, y por la interferencia de diversas ideologías, frecuentemente contradictorias.

En el plano de las definiciones, algunos enfoques asimilan desarrollo con **modernización**, entendida esta como superación de la acción civilizadora de la colonización, en el marco conceptual decimonónico de *progreso*. Según esta visión -que algunos círculos han calificado de **desarrollista**- se entiende por desarrollo al proyecto de transformación de las sociedades **pobres** según el modelo seguido por las sociedades **ricas**, enfatizando en principio las cuestiones tecno-económicas y más recientemente las ideológicas y políticas. Frecuentemente esta concepción del desarrollo económico y social desconoce o soslaya la creatividad y el dinamismo así como las funciones de las culturas y los particulares procesos históricos locales.

Analizado como proceso, el desarrollo se asocia vagamente con un proyecto que, apoyado en el crecimiento económico autosostenido y basado a su vez en la ciencia y la tecnología de avanzada, posibilita para la comunidad y para el hombre un continuo progreso en todos los ámbitos. La noción de “progreso” preside, en forma casi imperativa, las modernas estrategias en las cuales, además, la noción de “límite” es sinónimo de desafío. En este contexto, el progreso ilimitado ha adquirido la dimensión de un verdadero “paradigma mítico”. El Gráfico 5 representaría la secuencia citada:



Los países más preocupados por el desarrollo son -obviamente- los que aún no han alcanzado un nivel de vida y un estado de modernidad comparable con el existente en los países desarrollados o postindustriales tales, por ejemplo, como la mayoría de los nucleados en la *Organización de Cooperación y Desarrollo Económico* (OCDE)⁴⁴. Los primeros son denominados indistintamente “países subdesarrollados” o más piadosamente “de economía emergente” o “en vías de desarrollo”.

La problemática del desarrollo socioeconómico quizás sea una de las cuestiones de mayor dificultad de abordaje por tratarse de una unidad de análisis con una gran cantidad de variables y, además, analizable desde múltiples marcos teóricos. En principio, lo caracterizaremos con la metáfora “crecimiento con equidad”, sentencia que intenta integrar planteos tanto cualitativos y cuantitativos cuanto económicos y sociales. En consecuencia, caracterizaremos como *desarrollo* un proceso que, partiendo de las expectativas de los grupos sociales, tiene por objetivo desplegar todas sus potencialidades a partir de su lengua, su idiosincrasia, su temperamento, cultura, autonomía, etc. Si bien la noción de desarrollo evoca vulgarmente desenvolver lo que se halla oculto o latente, como por ejemplo una institución o una semilla, para los países subdesarrollados o “emergentes” la conceptualización de “desarrollo” debe contemplar los caracteres singulares de los pueblos y las culturas, evitando la imposición de una suerte de “camino único” hacia el crecimiento, que conduce inevitablemente a que “evaluadores objetivos” los diagnostiquen desdeñando los rasgos de originalidad de cada país, y cancelando la posibilidad del “camino propio” hacia el progreso según cada pueblo lo considere apropiado.

Comenta J. J. Salomon (cfr., 9), que el estudioso A. Hirschman señala irónicamente que la notable efusión de propuestas de ideas y modelos sobre el desarrollo producidas en las décadas del cuarenta y cincuenta y los magros resultados obtenidos, revela que le fue mucho mejor a la economía del desarrollo que a su objeto de estudio: el desarrollo económico de las regiones más pobres del mundo.

El Desarrollo como “Crecimiento Económico”

La orientación que los organismos internacionales sugieren para superar los estados de subdesarrollo, indica materializar simultáneamente las cuatro revoluciones que se produjeron

⁴⁴ Organismo internacional destinado a coordinar las políticas económicas de las naciones miembros, integrada por 24 países, entre los que se destacan EE.UU., Canadá, Francia, Gran Bretaña, Alemania, Japón, Nueva Zelandia, Finlandia, Australia y Suiza.

para configurar lo que hoy se conoce como el “Primer Mundo”: la revolución agraria, la revolución industrial, la burocrático-organizacional y la revolución científico-tecnológica.

Es relevante el enfoque de estas cuatro revoluciones, como hitos fundamentales de los emprendimientos que globalmente han generado los fenómenos de dependencia e independencia. Esta propuesta histórico-social pone sobre el tapete cuestiones centrales tales como las interrelaciones entre distintos sectores de la economía (en particular con el sector productivo), las escalas organizacionales y los procesos que enlazan la dinámica de la innovación y la productividad. Entre los más destacados economistas que han teorizado sobre este proceso podemos citar a Alvin Toffler, en su obra “*El Cambio de Poder*”; Kenichi Ohmae en “*El Poder de las Tríadas*” y particularmente Michael Porter, en “*La Ventaja Competitiva de las Naciones*”⁴⁵.

Un arrogante optimismo campea en las expresiones de uno de los máximos exponentes de esta visión de la sociedad, Michael Porter, quien manifiesta en la obra citada: “Mi esperanza (...) es comenzar a dar nueva forma a la perspectiva con la que Empresas y Gobiernos ven los auténticos cimientos del éxito competitivo (...) Mi teoría es intensamente optimista y da a todas las empresas y naciones la oportunidad de prosperar, aunque no todas lo harán (...) Un proceso saneado de perfeccionamiento de la economía puede permitir a todas las naciones disfrutar de un creciente nivel de vida” (1991, 913).

Ahora bien, el “protagonismo” al que ciertos organismos internacionales exhortan a los pueblos subdesarrollados que solicitan su intervención, requiere ser encarado previa aceptación de los imperativos del sistema de involucrarse en la lógica y la dinámica inherentes al modelo. En particular la intervención del aparato tecnológico de resultados de cuyo proceso, como agudamente afirma María Regnasco⁴⁶, “...solo podrá ser protagonista quien previamente acepte no ser protagonista”.

Desde otro enfoque teórico, Ricardo Petrella afirma que “Un nuevo credo recorre el mundo. Un dogma alumbrado en las últimas décadas acomete y ha logrado instalarse como verdad revelada: *debemos aprender a competir* (...) ¿Quiénes son los destinatarios del mensaje? Los países, las empresas y, en la base del tejido social, cada uno de nosotros, protagonistas de una ideología posmoderna que se despliega desde los dominios teóricos de una nueva racionalidad hasta los concretos territorios de un nuevo contrato social” (1996, 11).

⁴⁵ Tanto en los aspectos metodológicos como en los políticos y empresariales se ha consolidado un discurso “moderno” con una semántica propia, poniendo en vigencia términos tales como *entrepreneurship*, *total quality*, *team building*, *globalización*, *marketing*, *visión estratégica global*, etc. etc.

⁴⁶ Cfr.(1991, 246).

Cuestionar este mito -según M. Regnasco- supone negar al hombre la posibilidad de liberarse de la pobreza, la enfermedad o la ignorancia. Sería negar la capacidad de diseñar el futuro desde la razón. La identificación *Desarrollo-Progreso-Razón*, no obstante, no es trivial; responde al programa histórico que se inicia en Occidente con la modernidad. Regnasco⁴⁷ invoca significativos conceptos de J. M. Domenach: “La crisis de desarrollo no solo consiste en la constatación de una penuria de los recursos, sino que es también la conciencia oscura e inquietante de un agotamiento de la voluntad, de la imaginación y de los mitos que han inspirado el progreso (...) es preciso admitir que la crisis del desarrollo es ante todo una crisis de la razón y de la cultura occidentales, lo cual no reduce su extensión más que en apariencia, pues el único modelo actualmente operativo en el mundo es el modelo occidental” (ibídem).

Occidente, que identificó su propia expansión con la expansión de la racionalidad (más específicamente la racionalidad científico-tecnológica), concreta en esta expansión el proyecto iniciado en la modernidad. La razón se hace omnipresente y todo aquello que no sea compatible con su despliegue se interpreta como irracional y debe ser aniquilado. Esta maniobra distractiva lleva, en primer término, a identificar racionalidad científico tecnológica con la razón y, a partir de esta identificación, en segundo término, legalizar el proyecto arriba enunciado como el que encarna las más altas aspiraciones humanas.

Esta perspectiva se basa en que el avance de la ciencia y la consiguiente expansión tecnológica incorporada al aparato productivo generan las condiciones materiales para un correlativo aumento de conocimiento, poder y libertad, como si el desarrollo indefinido de las fuerzas productivas se constituyese en una fuerza liberadora del hombre. Esto, paradójicamente, no ha sido cuestionado ni por el neoliberalismo ni por el socialismo, teorías que han diferido en la identificación del “motor” del proceso: el mercado competitivo para la primera, y la planificación estatal para la segunda.

Por otra parte, el criterio de progreso alude -por excelencia- al incremento sin límite de la productividad y de la competitividad. Un economista que ha caracterizado esta fase del capitalismo es John Galbraith, quien afirmaba hacia 1970 que no es sino con la técnica que el capital despliega todo su poder expansivo. Si embargo, la progresiva elevación de los costos de las actividades de investigación y desarrollo de los modernos proyectos tecnológicos exigen a las empresas que los acometen una minuciosa planificación anticipada de toda la faz logística, de producción, distribución y comercialización, controlando al máximo al mercado.

⁴⁷ Cfr.(op. cit., 248).

Esto conlleva al hiperdimensionamiento y la expansión continua de -carácter exponencial- de las distintas investigaciones involucradas.

En este contexto, la producción no puede quedar sometida al arbitrio de la demanda de la sociedad de consumo la que, en consecuencia, también debe ser planificada racionalmente. Esto implica la necesidad de disponer de dominio social y político. Sin embargo, este dominio no es ejercido en forma autoritaria ni despótica, ya que la racionalidad científico-tecnológica opera con un discurso legitimador, expansivo, que invade todos los ámbitos de la cultura.

Según M. Regnasco, Michael Foucault ha denominado con el sugestivo nombre de “instituciones de secuestro” a todas las instancias que tienden a la subordinación del individuo al aparato productivo, ya se trate de las instituciones educativas, sanitarias o laborales, o de la modalidad que Foucault caracterizaba como “poder epistemológico”, que incrementa el control por medio de sofisticadas técnicas elaboradas con el auxilio de las ciencias sociales de la comunicación y de las interacciones humanas.

El Desarrollo como “Evolución”

Otra interesante propuesta teórica sobre esta cuestión -de base evolucionista- es desarrollada por A. López. Su enfoque del desarrollo económico y social toma como objeto central de estudio al cambio económico a largo y mediano plazo. La metodología consiste en focalizar el análisis en las propiedades dinámicas de los sistemas económicos, estimulados por procesos de aprendizaje, relegando a un segundo plano la cuestión de la asignación óptima de recursos con la deliberada intención de “...refundar completamente todo el aparato teórico (de la economía)”⁴⁸.

Según este autor, una de las vertientes de esta escuela es la biología, afirmando que: “El evolucionista busca en la biología un conjunto de analogías útiles para explicar el proceso de cambio económico” (op. cit., 95). Rápidamente, los economistas evolucionistas señalan no obstante algunas diferencias entre la *evolución biológica* y la *evolución económica*:

- a) la mutación biológica es de base estocástica, con un componente de azar, en tanto la creación de nuevas variedades económicas es intencional. No obstante, H. Simon⁴⁹ adopta en su obra “Naturaleza y Límites de la Razón Humana”, como punto de partida para el

⁴⁸ Cfr. (A. López, 1995, 93).

⁴⁹ Cfr. (1994, 52).

análisis de la evolución citada, el pensamiento de Milton Friedman, quien expresa que todo lo que importa son los resultados, el éxito en la adaptación al medio económico; no importa en absoluto qué proceso de raciocinio -o que proceso causal- logró la adaptación. Un ejemplo de la analogía económico-biológica se basa en que los organismos (o las actuales empresas) sobrevivientes son los que aparentemente actuaron, para evitar su extinción, “como si” hubieran tomado las decisiones más correctas sobre su comportamiento. ¿Habría quizás algún mecanismo subyacente que gobierna la supervivencia?, se pregunta Simon;

- b) según López, “...la evolución biológica es darwinista -solo las características genéticas se transmiten- mientras que la evolución económica es lamarckiana ya que también se transmiten las características adquiridas” (1995, 112). Esto es así porque en la especie humana el aprendizaje juega un rol mayor que en la evolución biológica;
- c) los seres humanos tienen la capacidad de mejorar ellos mismos su habilidad para sobrevivir, pero además la capacidad de modificar el ambiente (económico) mismo.

Un vector motivador de las tesis evolucionistas aplicadas a la economía es la *teoría de la auto-organización*, uno de cuyos gestores es Ilya Prigogine. Esta teoría trata con sistemas dinámicos que intercambian con su medio ambiente exterior energía, materia e información y que, integrados por subsistemas interactuantes en forma jerárquica, atraviesan procesos de coevolución y reconfiguración, tanto en situaciones cercanas como alejadas del equilibrio, combinando necesidad con azar y creando trayectorias históricas inéditas e irrepetibles.

Así como en las ciencias naturales ya se han descubierto manifestaciones de procesos evolutivos “ateleológicos”, creativos, irreversibles y con final abierto, aceptando el “salto cognitivo” producido en la Física clásica de los fenómenos reversibles, determinísticos y con final cerrado -o sea perfectamente predecibles dentro de los márgenes de error de las mediciones-, también se asume que suceden desarrollos análogos en los procesos sociales, con sistemas no lineales, con acciones individuales de consecuencias no previsibles en el medio social, fundamentalmente debido a las múltiples y jerarquizadas vinculaciones existentes, fenómeno que se ha incrementado en las últimas décadas con la multiplicación de los intercambios y con su carácter no lineal.

Analistas evolucionistas como Nelson y Winter afirman que sus mayores deudas intelectuales las tienen con J. Schumpeter y H. Simon⁵⁰, aunque en particular con Schumpeter,

⁵⁰ Citado por (López, 98).

quien atribuye un carácter evolucionista al capitalismo resaltando -ya en 1912- la importancia de la innovación, entendida esta como un proceso de *mutación*.

La teoría evolucionista, aplicada por analogía a la ciencia económica, parte de varios presupuestos:

- 1°) se centra en una o varias variables que cambian temporalmente sobre la base de un proceso dinámico cuya esencia se indaga;
- 2°) la o las variables en cuestión, cambian en forma parcialmente aleatoria aunque también subyacen mecanismos de selección sistemática (procesos denominados *estocásticos*, por Gregory Bateson);
- 3°) la existencia de elementos de herencia (análogos a los genes biológicos) como conductas o rutinas estereotipadas de los agentes económicos;
- 4°) ciertos comportamientos de búsqueda similares a los mecanismos de mutación genética generados por amenazas que sufre el individuo (o la empresa);
- 5°) un mecanismo de selección que actúa sobre genes y mutaciones: es el medio económico-político-social en el que se desenvuelve el actor económico.

Al respecto, López afirma que los actores con rutinas superiores se desempeñan -en el mismo ambiente selectivo- mejor que otros.

Otra de las vertientes de esta teoría económica parte de la hipótesis de que es necesario refutar, subsumir y superar las hipótesis de maximización y racionalidad neoclásicas a partir de una representación “cognoscitiva” de los actores económicos. Este análisis, de alguna forma “individualista”, es necesario por el hecho comprobable de la existencia de una multiplicidad de comportamientos (actividades productivas, financieras, etc.), de horizontes temporales (coyuntura, largo plazo), de competencia, especialización y acumulación de aprendizajes, así como del sentido de oportunidad (diferencias en los esfuerzos puestos en juego por los diversos actores ante similares estímulos).

Una notable diferencia con el enfoque económico tradicional es que mientras este postula los “rendimientos decrecientes”, lo cual implica la existencia de retroalimentaciones negativas que conducirán, a mayor o menor plazo, a equilibrios predecibles y estabilizadores (en precios, oferta y demanda), el enfoque evolucionista postula exactamente lo contrario: *existen retroalimentaciones positivas que magnifican los pequeños efectos imposibilitando la predicción certera sin garantizar un “mejor” resultado económico*. Por ejemplo, un mejor posicionamiento inicial comercial o tecnológico de un bien transable de una empresa puede

conducir, independientemente de las “bondades” del producto o servicio, al desplazamiento total de la competencia (como ha sucedido con el “*walk-man*” japonés o con el programa “*Windows*”, de Microsoft).

La concepción evolucionista considera al sistema económico dinámico, complejo, interdependiente, con interfaces jerárquicas, que se despliega en un tiempo histórico e irreversible. En contextos inciertos y con interacciones holísticas entre agentes y circunstancias, los actores toman decisiones cuya adecuación solo se evidencia después de un significativo intervalo de tiempo.

No obstante, una severa limitación que reconocen enfrentar los evolucionistas es la aún pobre modelización de las instituciones y sus relaciones con el proceso económico, cuestión que incluso tiene aristas epistemológicas irresueltas, dado que dicha modelización requiere una previa redefinición conceptual de “institución”, para superar la tradicional concepción formal e integrarla a las tesis evolucionistas, en el marco de los procesos de auto-organización e interfaces jerárquicas⁵¹.

Otros autores -de la línea católica confesional- también se han manifestado sobre la cuestión del desarrollo. Un conspicuo docente doctrinario, J. M. Solozábal, reflexiona que la cuestión del desarrollo económico está relacionada con la ética desde muy diversas perspectivas además de la conexión que tiene en cuanto fin a conseguir con el bien común. Es, sin duda, la preocupación máxima de nuestros días tanto de los directamente interesados -los países subdesarrollados- como de los más prósperos, que se dan cuenta de que, en gran parte, el futuro de su prosperidad depende de la prosperidad de toda la humanidad. Continúa Solozábal: “Pero, además, el desarrollo económico tiene un contenido ético también desde otros puntos de vista (no solo) de carácter económico. El infradesarrollo es debido no sólo a causas económicas, (...) entran en juego factores morales, culturales...; es decir, inmediatamente humanos. Si éste es el diagnóstico, la terapéutica deberá abarcar también medidas que afecten a la sociedad, a elementos institucionales de diverso tipo y al mismo hombre directamente, lo cual es imposible sin respetar una jerarquía de valores” (1991, 306). Por lo tanto, en esta línea de pensamiento, para que el desarrollo económico tenga un verdadero sentido humano deberá acompañar al desarrollo social, que ha de ser complemento y, en parte, presupuesto y condición de aquel.

La máxima autoridad del Catolicismo (Pablo VI, 1967, 24) afirmaba que “La sola iniciativa individual y el simple juego de la competencia no serían suficientes para asegurar el éxito del desarrollo (...) Los programas son necesarios para animar, estimular, coordinar,

⁵¹ Cfr. (López, 108).

suplir e integrar la acción de los individuos y de los cuerpos intermedios”, destacando el relevante rol del Estado en la citada cuestión.

Pese a los medulosos desarrollos teóricos propuestos, la realidad internacional y nacional que muestra la expansión económica y social de los países centrales y el atraso del resto de los países del mundo indican, por un lado, que la brecha entre los países ricos y los países pobres aumenta en forma sostenida, y por otro, que la necesidad de los países del Tercer Mundo de conciliar sus cuentas nacionales con las exigencias de los organismos internacionales de crédito les permite implementar sólo políticas de corto plazo, con una acentuada dependencia político-económica.

La generalizada difusión del modelo de “Estrategia Global” propone, como única estrategia para cualquier firma y en cualquiera de los países, desarrollar al máximo la capacidad para competir y para innovar, poseer la máxima flexibilidad organizacional, incluyendo la capacidad de percibir e identificar amenazas y posibilidades. En síntesis, este modelo, según Dimitriu⁵², está caracterizado como el que mejor responde a las demandas del mercado. Pero también, al exigir un piso mínimo por sobre el cual un proyecto sea factible de elaborar, deja fuera de las posibilidades de crecer a una vasta franja de pequeños productores, por falta de posibilidades económico-financieras de alcanzar el estándar de competitividad”.

Como ilustración adicional, vale mencionar que el actual desarrollo tecnológico –entre otras consecuencias económicas– ha producido una suerte de *desmaterialización* de los productos, ejemplo de la cual es la calculadora de bolsillo, que ha reducido su peso más de 200 veces en los últimos 35 años. Esto trajo aparejada la pérdida relativa de valor de los insumos primarios y secundarios (*commodities*) respecto de los productos con alto insumo de tecnología (diferenciados).

Resumiendo lo ya expuesto, consideraremos como **desarrollo** un proceso que, partiendo de la necesidad de que los individuos sean protagonistas y artífices de las estrategias nacionales y regionales de crecimiento decidiendo –en consecuencia– su “camino propio” hacia el progreso. Las decisiones políticas que promuevan el desarrollo deben, en consecuencia, contemplar, atender y satisfacer la propia naturaleza humana y sus exigencias relevantes en este momento histórico: justicia, solidaridad, libertad, respeto, consenso y sustentabilidad social.

⁵² Cfr. (1999, 72).

El Desarrollo Latinoamericano y Argentino

América Latina, desde la década del '70, comienza a atravesar dos procesos que aparentan ser independientes, pero que en realidad son complementarios. El primer proceso se inicia con la denominada “crisis terminal del Estado de Bienestar”, debida a la incompatibilidad entre las propuestas populistas de creciente democratización y el régimen social de acumulación basado en el Modelo Sustitutivo de Importaciones (MSI). Esta crisis fue continuada, en lo político institucional, con una serie de regímenes militares, y en lo económico con las progresivas dificultades en el avance del proceso de industrialización; y agravada luego con el aumento de las deudas externas (acompañado en la década del '80 con el negativo flujo de capitales), y proseguida hasta la actualidad por los sostenidos programas de ajuste y el deterioro de las soberanías nacionales en favor de los organismos financieros internacionales. El segundo proceso se manifiesta principalmente a través de tres fenómenos relevantes:

- 1°) El desmantelamiento del tradicional sistema regulatorio que acompañó al MSI y el surgimiento de “reglas de juego” económicas que podríamos caracterizar genéricamente como “pro-mercado”.
- 2°) La difusión mundial de prácticas tecnológicas y productivas, como el ya citado “toyotismo”, y la irrupción y difusión de las tecnologías informáticas, junto con la crecientes necesidades nacionales del desarrollo de capacidades endógenas de conocimiento e innovación, para contribuir a la elevación del desempeño económico, la eficiencia del Estado y la competitividad de las firmas privadas.
- 3°) La **globalización**, entendida como la expansión de las corrientes internacionales de comercio, capital y tecnología, así como la *transnacionalización* de los principales actores económicos. La globalización mundial ha creado la necesidad particular, en los países del Cono Sur, de crear espacios comerciales intrarregionales. La materialización del MERCOSUR –unión aduanera de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay– modifica, además del contexto global, el contexto próximo de sus empresas locales en los aspectos comerciales y de inversión.

Los resultados globales de la concurrencia de los dos procesos someramente expuestos, en el marco de la “retirada selectiva” del Estado de la actividad económica, afectando la capacidad y la calidad de las regulaciones, han sido el “crecimiento espasmódico” de los países latinoamericanos con la reducción del nivel de responsabilidad de los actores económicos y de los mecanismos de participación. Se están verificando secuelas sostenidas de desempleo, precarización laboral,

“patologías sociales”⁵³, incremento de la exclusión y la desprotección social, particularmente en las áreas rurales. Como contrapartida, en estos países se está produciendo –en el plano político institucional– una generalizada difusión de los procesos democráticos y la expansión de una cierta temática integracionista, en tanto que, en lo económico, crecimientos industrial y agrícola puntuales, incremento de la capacidad exportadora y modernización en algunas ramas específicas y en regiones determinadas de los citados países.

Un ejemplo de la progresiva precarización laboral es la *maquila*, modalidad laboral industrial surgida en los años ‘70 en la frontera entre los EE.UU. y México, y actualmente en difusión en otros países subdesarrollados, por la cual, plantas de armado y ensamblado de tecnología de avanzada, utilizando insumos importados, con mano de obra local sumamente barata y sin protección sindical ni previsional, exporta luego subconjuntos o productos terminados, aprovechando además las bajas cargas fiscales para tal tipo de actividad.

Como agravante, la “retirada selectiva” del Estado de la actividad económica afectó la capacidad y la calidad de las regulaciones, redujo el nivel de responsabilidad de los actores económicos y los mecanismos de participación, incrementando la exclusión y la desprotección social, particularmente en las áreas rurales.

En el caso de Argentina, una somera mirada al desarrollo social, económico y tecnológico de los últimos cincuenta años revela dos etapas marcadamente diferentes. En la primera, que abarca desde la década del ‘50 hasta mediados de los ‘70, el motor de la economía fue –como lo caracteriza Jorge Katz⁵⁴– el *complejo metalmecánico* y, dentro de este, la *industria automotriz*, actividad que lideró el proceso de crecimiento manufacturero nacional. Este modelo entró en crisis a mediados de los años ‘70 y la economía se encaminó hacia la producción masiva de *commodities* (pulpa celulósica y papel, aceites comestibles, aluminio, petroquímica, siderurgia) en procesos continuos y megaplantas industriales (SOMISA, ALUAR, Dálmine, Celulosa Argentina, Loma Negra, etc.) con una paralela desaparición de la fabricación de bienes de capital. Katz señala que esta segunda etapa se logró a expensas de una generosa política de subsidios por parte del Estado Nacional dirigida preferentemente a un reducido grupo de empresarios nacionales.

Tanto Jorge Katz (ibídem) como Bernardo Kosacoff (1993), señalan que el destino de nuestra industria metalmecánica estaba sellado con la introducción de los microprocesadores por parte de las empresas mundiales de avanzada, la “...que descolocó totalmente a la producción metalmecánica local y trastocó el patrón de ventajas comparativas dinámicas de nuestra sociedad”⁵⁵.

⁵³ Cfr. (Félix Schuster, 1997, 25).

⁵⁴ Cfr. (1990, 101).

⁵⁵ Una metáfora de Bernardo Kosacoff (1993, 13) expresa que la moderna industria internacional ya había “...operado el pasaje del mundo de lo electromecánico al mundo de lo electrónico”.

Reflexionan estos autores los tres grandes vectores de la industria automotriz nacional, comparados con la internacional: a) *la escala* de las Plantas, mucho más reducida que las Plantas internacionales; b) *el nivel de integración vertical* (autofabricación de autopartes), significativamente inferior al patrón internacional y c) *la amplitud del mix de producción*, con lotes de modelos inferiores a los internacionales, generaron severas *deseconomías* de escala. Complementariamente a estas modalidades, los esfuerzos científicos y tecnológicos requeridos por este sector industrial apuntaron fundamentalmente a estudiar y resolver problemas “domésticos”, tales como mejoras, adaptaciones o ajustes de paquetes tecnológicos importados, más que a desarrollar e investigar problemáticas locales de fondo vinculadas a los desafíos que planteaba el mercado internacional.

La modalidad adoptada para la desregulación y la apertura de la economía por el gobierno militar que irrumpió en marzo de 1976 –además de la forma altamente represiva con que se impuso– y el vertiginoso avance de la informatización de la industria internacional, dejó al sector industrial argentino indefenso, generando un reordenamiento social de vastas consecuencias. El empresariado nacional pasó a adquirir fábricas de *commodities* por el sistema “llave en mano”, con mínima participación de la ingeniería de diseño de productos y de procesos local. Según Katz⁵⁶, el carácter idiosincrático de los *commodities* es casi nulo, por la necesaria adaptación a los mercados internacionales; por lo que la participación del sector de I+D nacional en el desarrollo de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos continuó siendo escaso. En consecuencia, durante la década de los ‘80 se generó un modelo de organización de la producción industrial sumamente diferente al anterior, de carácter sustitutivo.

La caracterización de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) de que la década del ‘80 fue una “década perdida”, también tuvo su manifestación en Argentina. En nuestro país, salvo las exportaciones, que crecieron un 78% entre 1980 y 1990, todos los demás indicadores socioeconómicos fueron negativos. Según Kosacoff⁵⁷, el PBI disminuyó 9,4%, el PB industrial se redujo un 24%, el consumo un 16%, la inversión un 70%, el ingreso *per cápita* el 25%, y la tasa de desocupación trepó al doble.

La década del ‘90, en Argentina, fue signada por el ajuste del Estado, la desregulación de las actividades económicas, la estabilidad y la convertibilidad. Como afirma Kosacoff (ibídem), ninguna política de ajuste y estabilidad es neutra; necesariamente tiene empresas y sectores victoriosos y empresas y sectores derrotados. Un análisis macroeconómico indica que hasta 1998 el PBI creció un 58%, la inversión un 50%, la producción industrial el 63%, la producción de granos el 84%, las exportaciones más del 700% y las inversiones mineras se cuadruplicaron.

⁵⁶ Cfr. (ibídem, 28).

⁵⁷ Cfr. 1999, 4.

Paralelamente, la desocupación creció un 50%, como así también la fracción de población con necesidades básicas insatisfechas. El porcentaje de hogares por debajo de la “línea de pobreza” se triplicó entre 1980 y 2000.

En cuanto a las orientaciones del gasto en C&T, y dentro de él en I+D, aproximadamente los dos tercios del gasto en I+D del sector industrial se destinó a actividades de innovación: adaptaciones, cambios organizacionales, logística, calidad, comercialización, y un tercio a I+D específica. Esto indica, según Roberto Bisang⁵⁸, que el esfuerzo privado apuntó, más que a los procesos productivos, a los circuitos de administración y de comercialización, en el marco de un crecimiento de tamaño de las grandes empresas industriales, de la progresiva transnacionalización de las empresas argentinas y de la traumática redefinición del universo de las PyMES.

Dentro del análisis “macro” del desarrollo económico argentino, y como un aspecto fronterizo, el moderno desarrollo científico y tecnológico verificado en los últimos veinte años muestra claramente la subordinación de las políticas de C&T a la planificación del desarrollo económico. Desde la difundida expresión del ex-ministro Cavallo de que “algunos científicos deberían irse a lavar los platos”, hasta el pertinaz tope del 0,46% del PBI asignado a “gastos en C&T” de toda la década del ‘90, indica que algunos de los actores del Sistema Nacional de Innovación, *aparentemente no relevantes*, como el Parlamento o las áreas gubernamentales de hacienda, han resultado a la postre actores determinantes en la asignación de recursos al citado Sistema. Esta afirmación se basa en dos hechos verificables: 1°) el ámbito decisorio de la asignación presupuestaria a C&T es el Parlamento Nacional; 2°) el ámbito responsable de acreditar partidas monetarias a las áreas nacional y provincial de C&T son los correspondientes organismos de hacienda. Y tanto en la instancia de asignación presupuestaria, como a la hora de transferir recursos monetarios, el poder real de estos actores es por lejos más relevante que otros respetables actores del Sistema Nacional de Innovación, tales como la comunidad científica, las universidades o las instituciones de I+D.

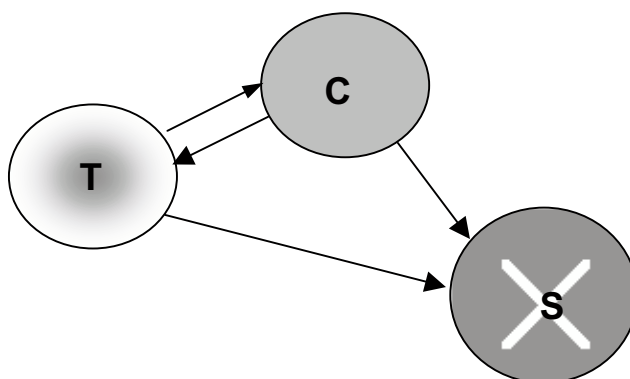
⁵⁸ Cfr. (1999, 32).

CAPÍTULO 4

Ciencia, Tecnología y Desarrollo Económico Social

El modelo tradicional sobre la cuestión de las actividades científico tecnológicas considera dichas actividades como causantes del crecimiento económico, a la vez que presenta a la sociedad como una usuaria pasiva de los adelantos científicos y de los nuevos productos generados por la tecnología. Podríamos simbolizar, con el auxilio de los diagramas de Venn, las mutuas relaciones entre los ámbitos Ciencia (C), Tecnología (T) y Sociedad (S) de acuerdo con el citado modelo, al que le correspondería una configuración como la del Gráfico 6.

GRÁFICO 6: Interrelaciones entre los ámbitos CTS; modelo tradicional



El conocimiento científico ha conducido a innovaciones notables que han sido de gran beneficio para la humanidad. La esperanza de vida ha aumentado de un modo sorprendente, ya se disponen de curas para muchas enfermedades; la producción agrícola ha aumentado considerablemente en muchas partes del mundo, los desarrollos tecnológicos y el uso de nuevas fuentes de energía han liberado a vastos sectores de la humanidad de los trabajos más arduos. Existe una vasta gama de productos, procesos y servicios, y las modernas tecnologías de comunicación y manejo de la información han generado oportunidades sin precedentes para las propias actividades científicas y para la sociedad en general.

Pero además de estos beneficios comprobados, y como ya lo esbozamos en el acápite correspondiente, se han registrado numerosos acontecimientos científicos y tecnológicos con graves perjuicios económicos, sociales y ambientales, tales como el armamento atómico generado por el Proyecto Manhattan, la guerra de Vietnam –con el empleo de armamento maximalista–, los problemas asociados al armamento nuclear, la ingeniería genética, la cuestión de los residuos nucleares, los accidentes industriales de gran magnitud (Séveso,

Chernobyl), la severa degradación ambiental y los cada vez más frecuentes siniestros ecológicos. Como consecuencia de estos y otros acontecimientos no tan impactantes pero igualmente graves, se ha producido un doble fenómeno: primero, se incentivó la discusión pública acerca del impacto en la sociedad de los acelerados (e incontrolados) avances tecnológicos; segundo, y correlativamente, se quebró la concepción clásica de la ciencia como conocimiento verdadero sobre la naturaleza y la sociedad.

Al respecto, M. Medina considera que “Ni la ciencia ni la tecnología son monstruos autónomos con vida propia, ni tampoco son simples instrumentos neutrales que puedan ser fácilmente modificados y utilizados para la necesidad o el interés de turno. Son, en realidad, complejas empresas que tienen lugar en contextos específicos configurados por, y a su vez configuradores de valores humanos que se reflejan y refractan en las instituciones culturales, políticas y económicas. Los intereses creados por parte de los consumidores, de los empresarios, de los gobiernos, de los financistas, y de otros, definen los problemas, establecen los parámetros en los que deberán buscarse las soluciones a los problemas, y determinan qué resultados serán aceptables (...) Simultáneamente, la ciencia y la tecnología afectan a la configuración y definición de valores e instituciones, de manera que la relación es dinámica, de constantes y complejas relaciones recursivas” (1990, 123).

Por otra parte, el “giro tecnológico” que se está produciendo en la concepción de la ciencia (es decir, el reconocimiento de los procedimientos técnicos previos como configuradores de las propias teorías científicas) ha contribuido no solo a superar la clásica fractura entre ciencia y tecnología, sino que, además, ha preparado el camino a los estudios interdisciplinarios sobre la tecnociencia, en la cual la sociología de la tecnología reconoce el papel no solo de los agentes humanos, sino el de las agencias materiales en el desarrollo de la ciencia y la innovación.

El Programa CTS

Considerando entonces que los ámbitos *ciencia*, *tecnología* y *sociedad* están interrelacionados y solapados, las interacciones podrían variar, desde la situación representada por el Gráfico 7 que indicaría una mutua interdependencia, hasta la del Gráfico 8, en el que las tres actividades presentan algunos ámbitos comunes:

GRÁFICO 7: Mutua Interacción CTS

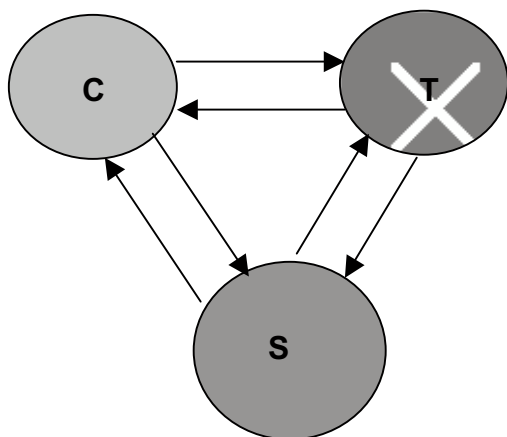
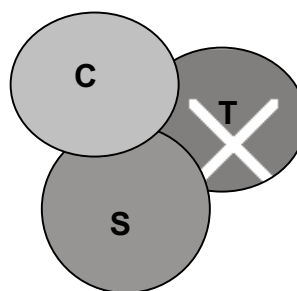


GRÁFICO 8: Superposición CTS



Una lectura trivial del Gráfico 8 revela siete áreas distintas: las tres propias de cada actividad: “lo científico”; “lo tecnológico” y “lo social”. Otras tres áreas en las que los ámbitos se superponen de dos en dos, por ejemplo “lo social y lo científico” (una actividad ejemplarizadora de esta superposición pueden ser las actuales investigaciones sobre el cáncer o el SIDA); otra área de “lo social y lo tecnológico”, como puede ser la posibilidad tecnológica del mutuo conocimiento de las distintas culturas a través de las tecnologías de la comunicación, y “lo científico y lo tecnológico” actividad que puede ilustrarse con el creciente conocimiento científico de la estructura del ADN, logrado gracias al desarrollo tecnológico de la informática. Finalmente, tenemos una séptima área, que abarca los aspectos en que las tres actividades humanas están íntimamente entrelazadas y que podríamos definir como el ámbito de “lo social, lo científico y lo tecnológico”, ejemplo del cual es, por excelencia, la actividad de elaboración de políticas de ciencia y tecnología.

Sin embargo, en relación con la vigencia del Gráfico 8 nos permitimos formular –de acuerdo con Steve Woolgar⁵⁹– la siguiente cuestión: ¿hay alguna actividad de la ciencia que no sea social? Esta no es de manera alguna una pregunta trivial, ya que si bien la ciencia puede jactarse de ser la forma de conocimiento más “objetivo” y más racional sobre los objetos naturales, puesto que no existen reglas inequívocas a las que se deban amoldar los científicos, se ha de reconocer la naturaleza socialmente construida de esta compleja institución cultural.

Desde una perspectiva histórica, los comienzos de una preocupación por el cometido social de la ciencia se ubican en Inglaterra, en la década del ‘30, como consecuencia de las reflexiones de John Bernal, autor de la afamada “Historia Social de la Ciencia” (original en

⁵⁹ Cfr. 1991, 19.

inglés: 1939). Por su parte, Carl Mitcham⁶⁰ afirma que durante la década de los '60 se inició en los Estados Unidos un movimiento para el estudio interdisciplinario de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, denominado "Science and Technology Studies" o STS, en inglés, disciplina que en castellano se ha denominado *Estudios Sociales de la Ciencia*, o "Ciencia, tecnología y sociedad" (CTS).

Posteriormente, en EE.UU., Europa y Latinoamérica han ido surgiendo nuevos movimientos CTS con intereses relativamente independientes entre sí. En los EE.UU., por ejemplo, han adquirido relevancia los temas de la educación en STS así como los vinculados con la amenaza tecnológica de la privacidad y la seguridad personal (especialmente a partir de la difusión de Internet). En Europa, las cuestiones ambientales y éticas⁶¹, y en América Latina, la vinculación de la ciencia y la tecnología con el desarrollo económico y social; y más concretamente, con las cuestiones del empleo, los derechos humanos, la exclusión social y la marginalidad. Por otra parte, tanto los especialistas como los encargados de la gestión pública han reconocido, de forma creciente, que la ciencia y la tecnología son procesos sociales cargados de valores.

Los pensadores del campo CTS en las citadas líneas de investigación, sus reflexiones y análisis, van desde Thomas Kuhn y Robert Merton hasta Carl Mitcham y John Ziman en los EE.UU.; desde Michael Foucault, Jurgens Habermas y Arnold Pacey hasta Ilva Prigogyne y Manuel Medina en Europa, y desde Jorge Sábato, Oscar Varsavsky y Amilcar Herrera hasta Renato Dagnino, Héctor Ciapuscio, Julio C. Neffa y Mario Albornoz en América Latina.

Desde un punto de vista académico, y tal como lo expusimos en el primer acápite, se puede considerar que Kuhn, con su obra "Estructura de las Revoluciones Científicas", marcó el punto de inflexión en el inicio del desarrollo de los estudios sociales de la ciencia al señalar –con ejemplos provenientes de su especialidad, la Física– que la ciencia era una interpretación humana de la naturaleza y que por lo tanto debía ser considerada en el contexto social en que se iba produciendo. Ampliando lo puntualizado en el citado acápite, la concepción tradicional entendía que la ciencia tenía aspectos *internos* y aspectos *externos* a ella. Los aspectos internos de la ciencia, según M. Medina⁶², son los directamente vinculados con el *status* ontológico o epistemológico de los componentes de la parte lingüística articulada del conocimiento científico. Los aspectos externos a la ciencia serían, por lo tanto, todo cuanto no tuviera que ver con la estructura y dinámica de las teorías científicas; como ser el contexto

⁶⁰ Cfr. (1990, 11).

⁶¹ Dos problemáticas adicionales inquietan a estudiosos CTS (norte)americanos y europeos: la ciencia como reaseguro de la democracia, y los valores de la ciencia y la tecnología, respectivamente.

⁶² Cfr. (1990,115).

político, social o económico en el que las teorías surgen, los contextos técnicos o tecnológicos, o los riesgos e impactos sociales y medio-ambientales de las mismas. Esta concepción –que además sostiene una visión estática de las teorías científicas- agrega la valoración de que “...lo interno es lo importante; lo externo puede ser, incluso, espúreo” (ibídem). A lo sumo, se agrega a esta concepción una “evolución” consistente en un mero reemplazo de una teoría por otra, cambio también elucidado por reglas lógicas o determinados procesos matemáticos.

A la hora de exigir responsabilidades por las aplicaciones prácticas de las teorías científicas, aquellas son delegadas en quienes aplican las teorías; los individuos que generan tecnologías. Sobre esta cuestión, Medina señala que “las teorías no son culpables de lo que con ellas se haga, para bien o para mal. Eso es algo que, en todo caso, podría demandarse a la tecnología” (op. cit., 117); y agrega, que se está produciendo en la tecnología un fenómeno análogo al de la ciencia. Se comienza distinguiendo entre factores *internos* y *externos* a la estructura tecnológica, y luego se estipula que solo los factores internos son relevantes para efectuar sus desarrollos. Con lo cual, los factores externos –como impactos o riesgos ambientales o sociales- acaban siendo responsabilidad ya no de teóricos ni de los tecnólogos, sino de quienes aplican las técnicas en cuestión en la industria, los servicios, etc. Con esta suerte de “deslindamiento” en cascada de las responsabilidades de los desarrollos científicos y tecnológicos, se intenta eludir los componentes sociales de los mismos.

Sostenemos que, desde el “giro copernicano” de Kuhn, es imposible soslayar los aspectos históricos y sociales del proceso de la ciencia. Los sociólogos de la ciencia están contestes en que el conocimiento científico está enraizado en un determinado tiempo y cultura y que no se limita a ser una mera representación de la naturaleza y de la sociedad. Pero también –como hemos puntualizado en el tercer acápite- la actividad y las realizaciones tecnológicas están siendo objeto de reflexiones filosóficas, metodológicas y sociológicas. El surgimiento de estos estudios sobre la tecnología ha sido más tardío que sobre la ciencia, quizás debido a que, como afirma Medina⁶³, culturalmente ha existido un prejuicio teorícista que ha “descalificado epistemológicamente” a las técnicas, frente al primado de la teoría⁶⁴.

Estas y otras cuestiones de índole social, económica o política, han actuado como disparadores de diferentes tipos de programas CTS. Sus nuevos ejes orientadores han sido, por caso, lo educativo o lo ambiental; otros programas, en cambio, se han orientado a la problemática del desarrollo socioeconómico, o las cuestiones éticas, filosóficas, de género o

⁶³ Cfr. (1990, 120).

⁶⁴ Un digno representante de esta concepción es Mario Bunge (1983, 18), quien considera a la tecnología mera ciencia aplicada.

ambientales, de acuerdo con las particulares problemáticas nacionales o regionales que promueven reflexiones acordes con las mismas.

De manera entonces que en la sigla CTS se encuadra un nuevo campo de trabajo de tipo interdisciplinar integrado por diversos programas filosóficos, sociológicos, antropológicos e históricos bajo la problemática común de la dimensión social de la ciencia y la tecnología, e identificados por el rechazo del modelo tradicional de las mismas y por el entorno social de su producción y los efectos de su desarrollo y aplicaciones.

Otra de las vertientes del programa CTS es la redefinición, desde un enfoque social, de términos usuales en el modelo tradicional de ciencia y tecnología. En este punto aclararemos las connotaciones de los términos *especialización*, *eficiencia* y *calidad*.

La especialización

Podemos afirmar que la fuerte especialización disciplinar es uno de los principales componentes del paradigma vigente en la moderna actividad científica y tecnológica, en el marco de la vastedad alcanzada por las “ciencias madres”. Para Diego Moñux Chèrcoles⁶⁵, hipotéticamente, los inicios institucionales de la especialización datarían del proyecto científico-militar *Manhattan*, el que, gestionado por un comando militar estadounidense, impuso la obligatoria compartimentación de información, con el pretexto de mantener bajo estricto control el conocimiento del proyecto. Esta modalidad se prolongaría después de la Segunda Guerra instaurando un verdadero paradigma investigativo. Perpetuar esta modalidad, según este autor –vinculada a estructuras verticales y esencialmente antidemocrática– en instituciones de carácter horizontal, contraría la educación y la actividad interdisciplinar, propia de modernos científicos, tecnólogos y educadores.

La eficiencia

La tradicional concepción “ingenieril” de *eficacia* define que los resultados de una actividad tecnológica eficaz satisfacen a los objetivos. En cambio, la *eficiencia* implica que, cumplido lo anterior, los resultados se hayan alcanzado *optimizando* la gestión de los recursos, o sea minimizando resultados no deseados. Obviamente, esta caracterización es más amplia que los conceptos homólogos de la termodinámica o la economía. En el terreno del enfoque social de

⁶⁵ Cfr. (1999, 8).

la tecnología, la aplicación de las nociones de eficacia y eficiencia para evaluar tecnologías incorporan otras relevantes herramientas sociales de análisis, tales como el impacto ambiental, secuelas sobre el empleo, las migraciones internas, etc.

La calidad

La calidad es un atributo de todo bien transable o servicio en la industria y los servicios modernos. La percepción generalizada es la de centrar la noción de calidad en atributos del propio producto o servicio, de “cara al cliente” o, a lo sumo, hacerlas extensivas a las cualidades del proceso productivo; pero siempre desde una óptica interna y puramente técnica. Moñux Chèrcoles⁶⁶ cita que el investigador japonés Genichi Taguchi, potenciando el contexto social, define calidad como “las pérdidas que un producto o servicio causa a la sociedad en su producción, transporte, consumo o uso, excluidas las derivadas de su función intrínseca”. Esta noción alude a la conocida caracterización de “costo de la ‘no calidad’”, concepto referido al extra costo de producir, transportar, usar, etc. un producto o una unidad de servicio generado por actividades que no sean las específicas y excluyentes para las que se creó el producto.

En tal sentido, el enfoque CTS propicia sistemas de producción en los que se minimice esta verdadera “función de pérdidas sociales”, ya sea en el impacto ambiental –desde el mismo proceso de fabricación– hasta la satisfacción, ***tanto de los clientes como de los trabajadores de la empresa***. Esto implicaría, por ejemplo, entre otros atributos, productos duraderos que moderen el creciente y excesivo consumo de recursos, superando la noción de “descartable” actualmente en vigencia, y menores impactos sociales y ambientales, en el marco de la noción del “desarrollo sustentable”.

De acuerdo con los objetivos del presente trabajo, se desarrolla más *in extenso* la problemática CTS en América Latina.

El Programa CTS en Latinoamérica

Tal como hemos puntualizado en la primera parte de este acápite, en América Latina tradicionalmente se han orientado los estudios sobre la función social de la ciencia y la tecnología en relación con el desarrollo económico y social. Luego de un “prolongado

⁶⁶ Cfr. (ibídem).

silencio” de unos quince años, que según M. Albornoz y otros⁶⁷ es atribuible al *desconcierto cognitivo* producido en la región por el fracaso de los intentos de desarrollo encarados. Sin embargo, R. Dagnino⁶⁸ lo imputa a la coyuntura en la cual la *onda neoliberal* está tendiendo a inhibir el pensamiento crítico en el ambiente académico, ámbito donde el horizonte de la ciencia y la tecnología latinoamericana se muestra particularmente adverso.

En Latinoamérica, Ciapuscio⁶⁹ precisa que desde los años ‘60 a 1980, la preocupación crucial de los estudiosos fue la política científico-tecnológica, vista como instrumento de desarrollo económico y social. Los especialistas latinoamericanos, que si bien no dejaban de lado las cuestiones que preocupaban a sus colegas del hemisferio norte, estuvieron consagrados, sobre todo, a proponer a las sociedades latinoamericanas estrategias para superar el atraso. Los estudios latinoamericanos manifestaron, según este autor, una tibia toma de conciencia de la revolución científico-tecnológica contemporánea, en el ámbito académico (aunque en Argentina –salvo en grupos pequeños de iniciados– no alcanzó al conjunto universitario). Hacia fines de la década de los ‘80, los gobiernos latinoamericanos renuncian a las políticas económicas del tipo nacionalista, momento en el que, según Renato Dagnino, “...la confianza en la ciencia y la tecnología quedó con las raíces en el aire, produciéndose un *vacío ideológico ocupado por el enfoque neoliberal*” (citado por Ciapuscio, 1997).

Las modernas orientaciones en políticas de C&T latinoamericanas apuntan hacia la innovación y la competitividad lo que –según Dagnino y Thomas⁷⁰– revela el objetivo central de estas políticas: *el proceso innovador debe estar al servicio de mejorar la posición competitiva del país en un escenario globalizado*. Sin embargo, las demandas sociales que genera el modelo neoliberal y las consecuentes políticas públicas en Latinoamérica, tienden a modificar sus políticas en C&T. En nuestro país, podemos señalar dos ejemplos de este fenómeno. Primero, la SECyT implementó durante 1998 un programa de relevamiento e identificación de prioridades provinciales para actividades de C&T sobre cuestiones sociales⁷¹, con vistas a su inserción en el Plan Plurianual 1999-2001; segundo, en 1998 fue parcialmente modificado el sistema de evaluación para la adjudicación de subsidios para el programa PICT del FONCyT, intentando privilegiar la pertinencia con las problemáticas regionales, al disminuir el límite inferior de aceptación por calidad de los proyectos presentados.

⁶⁷ Cfr. (1996, 20).

⁶⁸ Cfr. (1996, 29).

⁶⁹ Cfr. (1997, 63).

⁷⁰ Cfr. (1996, 35).

⁷¹ En el marco metodológico del Programa Argentino para el Desarrollo Humano (PADH) del H. Senado de la Nación.

Dagnino⁷², por su parte, considera que en Latinoamérica –en el área del Pensamiento Latinoamericano sobre Política y Gestión de C&T– la interfase innovación/desarrollo social ha quedado relegada a un plano secundario. Este fenómeno tiene su correlato en las políticas públicas, dado que las políticas sobre innovación no integran generalmente el centro de las agendas de los gobiernos latinoamericanos, al menos en forma comparable, por ejemplo, con las cuestiones de competitividad o de comercio exterior.

Para América Latina, la interfaz innovación/desarrollo socioeconómico adquiere un carácter central, pero ha sido mediatizada por la estructura de poder económico y político (el “Régimen Social de Apropiación” (RSA) y el “Régimen Político de Gobierno” (RPG), según J. Nun), que generalmente manifiesta escaso interés por crear y desarrollar la capacidad endógena de C&T y orienta el proceso de toma de decisión sobre estas cuestiones hacia otras prioridades.

En el segundo acápite hemos desarrollado someramente algunos de los enfoques con los cuales se ha intentado explicar la relación ciencia–sociedad y, en el tercero, la relación tecnología–sociedad. Finalmente, hemos intentado describir las múltiples influencias entre ambas actividades y el desarrollo socioeconómico. En este punto quizás convenga ampliar la concepción “desarrollista”, que jugó un papel relevante en la economía y la política industrial de los países de Latinoamérica: el desarrollismo se basó en una concepción del crecimiento *en etapas* y en la idea de que el sector “moderno” absorbería al sector “atrasado” mediante una mayor productividad de la fuerza de trabajo y mejores remuneraciones. Esta teoría reforzaría aún más el esquema de modernidad en boga. El papel jugado por el modelo de hacer ciencia proveniente de los países desarrollados, sumado a la aspiración de desarrollo social que él generaba, fue impulsado en este caso por el modelo de industrialización y el *efecto derrame* que prometía. Así como los sistemas científicos latinoamericanos aprovecharían la frontera del conocimiento universal, los que “llegaran últimos” a la industria mundial se beneficiarían de la existencia de tecnologías modernas que pudieran *transferirse*⁷³.

A pesar de la simpatía de la comunidad científica latinoamericana en relación con el carácter “ofertista” de la ciencia y la tecnología del modelo institucional adoptado, la contrapartida tecnológica derivada del modelo de industrialización basado en términos de dependencia tecnológica no era bien visto por otros segmentos involucrados en la política de ciencia y tecnología, en particular las FFAA. Comenta Dagnino⁷⁴ que no por azar los más

⁷² Cfr. (1998, 108).

⁷³ Dagnino (1998, 115).

⁷⁴ Cfr. (op.cit., 116).

influyentes de entre ellos, los militares nacionalistas, trataron de formular su propia estrategia, orientada hacia la autonomía tecnológica.

De todos modos, como dicho modelo era barato y daba por descontada la capacitación de los recursos humanos necesarios para operar y adaptar las tecnologías importadas por empresas locales y multinacionales, fue adoptado gracias a la influencia de empresarios nacionales que utilizaron su poder para definir la política de C&T, optando por un sistema “vinculacionista”. Esto significaba que el Estado se hacía responsable de desarrollar determinadas tecnologías en sus instituciones educacionales y de investigación, y de promover vínculos entre estas y el sector productivo.

En la mitad de la página 46 sugerimos, de acuerdo con J. J. Salomon, el denominado “pluralismo tecnológico”, en tanto y en cuanto un país o región no pretende promover el desarrollo exclusivamente por medio de tecnologías “de punta” sino intercalar con ellas tecnologías menos eficientes, aunque con demandas de recursos físicos o humanos que mitiguen problemas sociales más básicos que los vinculados con el mercado internacional o la eficiencia productiva. Son plausibles algunas características de las tecnologías “alternativas” o “apropiadas”: su mayor intensidad de mano de obra, el uso intensivo de insumos naturales, la simplicidad de implantación y mantenimiento, el respeto por la cultura y la capacitación local, etc. Esas tecnologías serían capaces de evitar los daños sociales derivados de la adopción de tecnologías de avanzada y disminuirían la dependencia en relación con los proveedores usuales de tecnologías para los países periféricos.

De todos modos, el “pluralismo tecnológico” no llegó a ser percibido como funcional, a pesar de serlo respecto del modelo de acumulación de los países periféricos, en la medida en que al permitir el aumento de la producción y el abaratamiento de la fuerza de trabajo, aliviaba la preocupante marginación social y atenuaba el desempleo estructural. Lo que sí se produjo fue una descalificación del enfoque; tal vez –reflexiona Dagnino- porque era fundamental para los intereses dominantes mantener la baja remuneración de los trabajadores no calificados demandados por la expansión del modelo urbano-industrial, los que no estarían disponibles si el programa de las tecnologías apropiadas, y particularmente las rurales, tenía éxito.

El movimiento de la Tecnología Apropiaada, por su parte, recibió entre otras críticas, la que alegaba que el movimiento era más el resultado de un “complejo de culpa por parte de investigadores y empresarios”, que una iniciativa capaz de cambiar significativamente la situación que se proponían modificar. Esto sugiere lo que quizás era, y siga siendo aún, su principal debilidad: el supuesto de que la mera extensión del espectro de las alternativas

tecnológicas disponibles para los países periféricos, pudiera llegar a cambiar la naturaleza del proceso político y económico que rige la adopción de tecnologías modernas.

Según Dagnino⁷⁵, este enfoque llegó a tener cierto impacto, si bien no en la implementación, al menos en la formulación de las políticas de C&T de algunos gobiernos latinoamericanos. La necesidad de generar puestos de trabajo que requirieran una menor inversión que la demandada por las tecnologías convencionales, en especial en los sectores más atrasados (productores de bienes transables que satisfagan necesidades básicas), fue correctamente considerada prioritaria en los planes gubernamentales. Pese a ello, hubo pocos progresos más allá del discurso de algunos RPG de la región (en la terminología de Nun), políticamente vinculados a los intereses de los RSA locales.

Estas modalidades de atacar el problema del desempleo han tenido su origen en la certidumbre de que *no podrá evitarse el desempleo, en los países periféricos, por medio de una acción de contrabalanceo con los “sectores modernos” de la economía*. Se considera que en estos no se producirá el mecanismo observado en los países centrales, en los que la introducción de tecnologías de mayor productividad crea oportunidades laborales, y de remuneración frecuentemente superiores, en nuevos sectores industriales. Por lo tanto, no sería en el “sector moderno” donde podría librarse la batalla más exitosa contra el desempleo.

La creciente tendencia a realizar fuera de los países en vías de desarrollo las actividades con mayor valor agregado (y mejor remuneradas), típica característica de la situación de naciones en situación de dependencia; más la escasa probabilidad de que los desocupados tecnológicos, con un bajo nivel de instrucción (también conocido como “analfabetismo tecnológico”), puedan reentrenarse y reinsertarse en la producción, parecería constituir obstáculos insuperables.

Dagnino⁷⁶ afirma que la estrategia propuesta por este enfoque para resolver el problema del desempleo propugnaba reformas al modelo de acumulación capitalista local que, si bien no eran radicales, resultaron inaceptables para los intereses dominantes, lo que se reflejó en su casi nula presencia en las políticas de C&T latinoamericanas.

Para finalizar este trabajo, queremos rescatar un muy interesante enfoque de este autor sobre una cuestión que impacta en uno de los flancos de la realidad socioeconómica de la provincia de Misiones. Es el referido a la escala de las empresas en relación con el mercado comercial y tecnológico. En otras palabras, se pregunta el autor: ¿en qué presupuestos teóricos se fundamenta la apreciación de que en un mercado competitivo, sólo las grandes empresas

⁷⁵ Cfr (1998,117).

⁷⁶ Cfr. (1998, 119).

tienen posibilidades de triunfar? Dagnino⁷⁷ afirma que, de aceptarse esta hipótesis, ella adquiere un papel vital para abordar el problema de las llamadas micro, pequeñas o medianas empresas. Es evidente que la actual situación, en la que se ha consolidado una lógica de acumulación de conocimiento tecnológico que privilegia en el aspecto de la productividad y la producción, las escalas fabriles crecientes, las MIPyMES⁷⁸ tenderán a verse desfavorecidas. Las pequeñas empresas, como muestran los estudios sobre organización industrial, solo logran mantenerse en nichos de mercado que, por regla general, no producen tasas de ganancias atractivas para el gran capital.

La frontera de investigación que comprende el desarrollo de tecnologías que sean eficientes a pequeñas escalas de producción no ha sido suficientemente explorada, y se trata de una novedosa línea de estudio (para las instituciones de I+D) comprendida, precisamente, en el ámbito de la interfase innovación/desarrollo socioeconómico.

Otro flanco que podemos mencionar, por tratarse de una serie de actividades intensivas en empleo es el de los sectores de consumo masivo. En particular⁷⁹, se citan sectores tales como vivienda, educación, alimentación, energía, salud y transporte. Con respecto a estos sectores, debería investigarse el desarrollo de tecnologías alternativas que maximicen la relación producto/capital sin alterar o minimizar la relación capital/trabajo, para ser aplicadas en sectores donde es mayor la protección natural contra el impacto negativo del proceso de globalización sobre el empleo. Dagnino concluye afirmando:

“La creciente democratización económica exige que se contemplen todas las alternativas que permitan aumentar la productividad en los sectores que la sustentan, por medio de una mejor difusión de las tecnologías existentes en el país, importación, adaptación, copia o robo de tecnología, investigación local, etc., en la formulación de las políticas de C&T. Entretanto, por los motivos apuntados y por la especial sensibilidad de las características del entorno físico, socioeconómico, forma de organización productiva, etc., las tecnologías necesarias para los sectores de consumo masivo tenderán a ser específicas. A menudo no quedará otra alternativa: aun si deseáramos importar paquetes tecnológicos no los encontraríamos (por ello) es ahí donde debemos ubicar nuestro potencial de investigación básica y aplicada y el de formación de

⁷⁷ Cfr. (op. cit., 140).

⁷⁸ Sigla que engloba a micro, pequeñas y medianas empresas La metodología para su tipificación está contenida en las Resol. 401/89; 208/93 y 52/94 del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de la Nación.

⁷⁹ Cfr. (ibídem).

recursos humanos, a fin de poder generar tecnologías eficientes y adecuadas a la resolución de nuestros problemas”.

Con respecto al tema del empleo, y que a nuestro entender constituye el problema central de la cuestión social, tal como lo presenta Julio Cesar Neffa⁸⁰, caracterizamos al **trabajo** como la articulación de la tarea que realizan los seres humanos actuando sobre los objetos de trabajo: materias primas, con ayuda de los medios de trabajo: herramientas, máquinas, instalaciones, energía para transformar los objetos de trabajo en bienes o servicios con valor de uso social. Sin embargo, con la implementación de las tecnologías informáticas, el proceso del trabajo ha devenido más indirecto, menos manual, en ocasiones a distancia, con lo que la fuerza de trabajo (el operario) ha quedado subordinada respecto de los equipos informatizados, puesto que las citadas tecnologías hacen que estos se autoregulen, se controlen y se comanden, cambiando la anterior división social y técnica del trabajo.

Sin haberse cambiado la esencia del régimen de acumulación del capital, las tecnologías informáticas generan una significativa economía de tiempo de trabajo reduciendo el contenido del mismo incorporado a cada unidad de producto o servicio. (Destaca Neffa que “El sueño obsesivo de Frederick W. Taylor que consistía en buscar expulsar el tiempo muerto fuera de la fábrica, sólo pudo concretarse parcialmente en cuanto a uno de los tres elementos del proceso de trabajo: la fuerza de trabajo”; *ibidem*, 193). Pero también se redujeron los “tiempos muertos” de los sucesivos *stocks* parciales de insumos semielaborados, productos en curso de fabricación, en almacenes en espera de distribución y líneas de producción aguardando readaptaciones frente a variaciones en la demanda. Estas verdaderas funciones –según Neffa- de **sustitución** de mano de obra, de **optimización** de los procesos productivos, de **integración** entre las distintas líneas de producción, las áreas administrativas, de servicios, de mantenimiento y técnicas de una empresa, respaldadas por las de **calidad total**, función que ahora se ejerce en tiempo real y no en forma diferida⁸¹, arriban a una función de orden superior: la **flexibilización de la producción y del trabajo**.

Así, la modalidad actual, conocida como “sistema flexible de producción” se caracteriza por rápidas adaptaciones a la cambiante demanda, en volumen y tipo de productos, eliminando la llamada “organización científica del trabajo” y el tradicional gigantismo industrial de la era fordista.

⁸⁰ Cfr. (1990, 192).

⁸¹ Satisfaciendo una de las consignas básicas del programa de Calidad Total: “la calidad se produce, no se controla”.

¿Qué produce la necesidad de este cambio? Problemas estructurales del sistema de trabajo tradicional, entre los que se destacan la sostenida caída de la tasa de productividad, la alta densidad de capital por puesto de trabajo, la participación de grandes contingentes de mano de obra semicalificada y el incesante aumento de los costos laborales, que llevaron a las principales empresas a incorporar las tecnologías informáticas e introducir cambios en la gestión gerencial y, consecuentemente, en la fuerza de trabajo.

Como consecuencia de este proceso han surgido tres tipos de cambios:

1°) Sobre *la naturaleza del empleo*, lo que aparece en primer término es “...la rotación de puestos de trabajo, la ampliación y el enriquecimiento de las tareas (el operario multifunción) el trabajo en grupos semiautónomos (...) la subcontratación y el trabajo con empresas proveedoras de piezas e insumos (buscando) una economía de tiempo recurriendo a los sistemas del tipo *Just in Time* para bajar tiempos muertos, tanto dentro de la empresa como en la relación de esta con sus proveedores y subcontratistas...” (ibídem, 195). Esto alteró la naturaleza del empleo: desde mediados de la década del ‘70, los *verdaderos empleos*, caracterizados por la seguridad, la clasificación de los puestos de trabajo (en los escalafones laborales) la permanencia y la uniformidad en las formas de contratación, constituyen una fracción decreciente de la fuerza de trabajo ocupada. Los *nuevos empleos* son progresivamente cada vez más de carácter precario, inestables, con formas particulares de contratación, desenganchados y desindexados respecto de la inflación aunque, como paradójica contrapartida, se exige la polivalencia y la pluriactividad para responder a los cambios en la demanda⁸².

2°) Sobre *el volumen del empleo*, se comprueba que, en los principales cambios productivos que se comienzan a verificar intermitentemente en nuevos productos y nuevos procesos -generados por el exacerbado incremento de la competencia- las tecnologías informáticas son un componente esencial del sistema productivo, al incorporar nuevos procesos, tales como la “robótica”. La destrucción de empleos y puestos de trabajo producida por estos cambios es notoriamente superior a la creada por los cambios de productos. De todos modos, las empresas que informatizan su gestión, máxime si adoptan formas interactivas y en red, suelen crear puestos de

⁸² Cfr. (ibídem, 195).

trabajo y empleos: pero para los sectores administrativos informatizados, ámbito también denominado “burótica”.

- 3º) El impacto de las tecnologías informáticas que se hace sentir en el corto y mediano plazo: se exige a los nuevos trabajadores una más elevada escolaridad, una actitud (y aptitud) mayor hacia la polivalencia y la movilidad interna entre diversos puestos de trabajo, mayor capacidad de encarar actividades cognitivas más simbólicas y abstractas, el conocimiento de por lo menos tres idiomas: el lenguaje materno, el de la máquina informatizada y el de los programas, una significativa capacidad de concentración, aptitud para la apreciación sistémica de la realidad laboral y productiva, y cierta capacidad de anticipación y de toma de decisiones ante situaciones imponderables. Finalmente, tal como ya se está planteando en el sistema formal de enseñanza, manifestar una actitud favorable para seguir aprendiendo a lo largo de la vida, como para reconvertirse cada vez que sea necesario.

Particularmente, observando la evolución de las empresas argentinas y de la provincia de Misiones, se aprecia que aquellas que se han resistido a introducir innovaciones tecnológicas (por ejemplo, en nuevos procesos productivos) han ido perdiendo posiciones en el mercado; y muchas finalmente han debido cerrar, discontinuando tanto la empresa como los puestos de trabajo. No se ha cumplido con la máxima laboral del momento: “la mejor manera de conservar el empleo es aumentando la productividad del trabajo”. De este planteo devienen dos cuestiones adicionales: la de las calificaciones profesionales de los trabajadores, y la vinculada con el nuevo rol de la organización sindical en la determinación de las reivindicaciones gremiales.

Conclusión

Como acertadamente afirma el Plan Nacional de C&T 2004, de la SECyT, “El Estado ha descuidado en los últimos cinco lustros su base científica y tecnológica en forma tal, que ha llevado a la desintegración del sistema y a la emigración de muchos de sus mejores científicos y tecnólogos”. La complejidad de las cuestiones abordadas en este trabajo, su historia, la necesidad de que la sociedad y sus sectores dirigentes (educativos, empresarios, políticos, científicos, sindicales, etc.) reconozcan la importancia estratégica que la ciencia y la tecnología juegan, no solo en el crecimiento económico nacional sino también en potenciar los inmensos recursos humanos y sociales de nuestra sociedad, implican encarar en forma

perentoria medidas conducentes a mejorar el desempeño y la articulación de la ciencia, la tecnología y los esfuerzos innovadores con las demandas sociales.

Desde el ámbito académico universitario, los alumnos, docentes e investigadores que lo integramos, al reconocer el acierto de estas afirmaciones debemos reorientar nuestros esfuerzos, afanes y objetivos para contribuir, desde la vida académica y profesional pública o privada, a consolidar un Estado conductor y regulador, indagar e identificar *objetivamente* las demandas sociales, y trabajar eficiente y honestamente en pos de lograr el desarrollo socioeconómico sustentable del país.

Las dificultades no son pocas, los recursos son escasos, las mentes que hay que esclarecer son muchas, pero un análisis correcto, una decisión firme y un patriotismo como el que caracterizó a nuestras anteriores generaciones será un seguro camino hacia el éxito. Este humilde trabajo espera contribuir a él.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO DÍAZ, J. A. 1998. *Análisis de Algunos Criterios para Diferenciar entre Ciencia y Tecnología*. “Enseñanza de las Ciencias”. Vol. 16 (3), Barcelona.
- 1996. *La Tecnología en las Relaciones CTS. Una Aproximación al Tema*. “Enseñanza de las Ciencias”. Vol. 14 (1), Barcelona.
- ALBORNOZ, KREIMER y GLAVICH. *Ciencia y Sociedad en América Latina*.
- AROCENA, R. 1993. *Ciencia, Tecnología y sociedad. Cambio tecnológico y desarrollo*. Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.
- BABINI, J. 1967. *La prehistoria de la ciencia*, Edit. Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.
- BELL, M. 1995. *Enfoques sobre política de Ciencia y tecnología en los años '90: Viejos enfoques y nuevas experiencias*. REDES, (II) 5. Buenos Aires.
- BISANG, R. 1999. *El acento en la innovación*. MERCADO, junio de 1999, pág. 32, Buenos Aires.
- CARESANI, D. 1998. *Problemática de la Innovación Tecnológica*, (mimeo). Programa de Vinculación Tecnológica. FONTAR. Buenos Aires.
- CIAPUSCIO, H. 1994. *El Fuego de Prometeo*. EUDEBA, Buenos Aires.
- CUTCLIFFE, S. 1990. *Ciencia, Tecnología y Sociedad, un campo interdisciplinar*. En: *Ciencia, Tecnología y Sociedad*; M. Medina y J. Sanmartín, Edit. Antrophos, Barcelona.
- CHUDNOVSKY, D. LÓPEZ, A. 1996. *Política tecnológica en la Argentina: ¿hay algo más que laissez faire?* REDES (III) 6, Buenos Aires.
- DIMITRIU, A. y otros. 1999. *Tecnología, Información y desarrollo*, REDES Vol. VI, N° 14, Buenos Aires.
- DVORKIN, E. 1999. *Sobre el desarrollo científico-tecnológico de la Argentina*. Boletín Techint 297, ene/mar 1999, Buenos Aires.
- FERRARI, J. 1999. *Relevamiento y caracterización de las investigaciones científicas y tecnológicas en la Provincia de Misiones en el bienio 1997/1998*. 1° Avance, V Jornadas de Ciencia y Tecnología, Fac. de Cs. Exactas, Químicas y Naturales, UNaM, Posadas.
- FERRER, A. 1995. *Nuevos paradigmas tecnológicos y desarrollo sostenible; perspectiva latinoamericana*. En: *El Impacto de la Globalización*, Edit. Letra Buena, Buenos Aires.
- KATZ, J. 1986. *Importación de Tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*, Edit. Fondo de Cultura Económica, México.
- 1990. *El sistema de ciencia, tecnología e industria. El caso Argentino*. En: *La Sociedad ante el cambio Tecnológico*, FUNDESCO – UBA, Buenos Aires.
- KLINE, S. J. 1985. *What is Techonology?*, Bulletin of Science, Techonology and Society 5(3) 215-218.
- KOSACOFF, B. 1993. *El Desafío de la Competitividad*; CEPAL/Alianza Editorial; Buenos Aires.
- KREIMER, P. 1999. *De probetas, computadoras y ratones*. Edit. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina.
- JUN, T. 1995. *La estructura de las revoluciones científicas*. Edit. Fondo de Cultura Económica, México.
- LADRIÈRE, J. 1978. *El reto de la racionalidad*. UNESCO, Edic. Sígueme, Salamanca, España.
- LÓPEZ, A. 1995. *Las ideas evolucionistas en economía: una visión de conjunto*, en Buenos Aires. Pensamiento Económico N° 3, Buenos Aires.
- LUGONES, G. y SIERRA, P. 1999. *Políticas para la consolidación de los sistemas locales de innovación*, Boletín Informativo Techint, Jul–Set 1999, Buenos Aires.

- MEDINA, M. Y SANMARTÍN, J. 1990. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Edit. Antrophos, Barcelona.
- MERTON, R. 1942. *La estructura normativa de la ciencia*. En: “La Sociología de la Ciencia, 2”, Alianza Editorial, Buenos Aires.
- MITCHAM, C. 1989. *¿Qué es la Filosofía de la Tecnología?* Edit. Antrophos, Barcelona.
- MOÑUX CHÈRCOLES, D. 1999. *Hacia una comprensión de las relaciones entre Tecnología, sociedad y desarrollo*. Jornadas sobre Desarrollo Internacional Sostenible y Cooperación Internacional. Universidad de Valladolid.
- MOULINES, U. 1993. *La ciencia, estructura y desarrollo, Introducción*. Edit. Trotta, Madrid.
- NEFFA, J. C. 1995. *La Crisis del Sistema Productivo y del Régimen de Acumulación en Argentina y el Proceso de Reconversión Industrial*, PIETTE – CONICET.
- OCDE/GD (94) 84, 1993. *Definiciones y convenciones principales para la medición de la investigación y el desarrollo experimental*. Resumen del Manual Frascati, París.
- ORTEGA Y GASSET, J. 1964. *Meditación de la técnica*. Revista de Occidente, Madrid.
- PABLO VI. 1967. *Encíclica Populorum Progressio*. Ediciones Paulinas, Buenos Aires.
- PACEY, A. 1990. *La Cultura de la Tecnología*. Edit. Fondo de Cultura Económica, México.
- PETRELLA, R. Grupo de Lisboa, 1996. *Los límites a la Competitividad*. Edit. Sudamericana – Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires.
- PORTER, M. 1991. *La Ventaja Competitiva de las Naciones*. Edit. Vergara, Buenos Aires.
- PRIGOGINE, I. 1996. *El Fin de las Certidumbres*. Edit. Andrés Bello, Santiago, Chile.
- QUINTANILLA, M.A. 1991. *Tecnología: un Enfoque Filosófico*. EUDEBA – FUNDESCO, Buenos Aires.
- SAMAJA, J. 1993. *Metodología y Epistemología*. EUDEBA, Buenos Aires.
- SALOMÓN, J. J. 1994. *Tecnología, diseño de políticas públicas*, REDES N° 1, UNQ, Buenos Aires.
- SCHNITMAN, D. 1995. *Ciencia, cultura y subjetividad*. En: “Nuevos paradigmas, cultura y subjetividad”, PAIDÓS, Buenos Aires.
- SCHUMPETER, J. 1967. *Teoría del desenvolvimiento económico*. Tecnología. Edit. Fondo de Cultura Económica, México.
- SOLÓZABAL, J. M. 1991. *Doctrina Económica Católica*.
- THOM, R. 1993. *La Ciencia y el Sentido* En: *Imágenes y Metáforas de la Ciencia*, Edit. Alianza Universidad, Madrid.
- WOOLGAR, S. 1991. *Ciencia: abriendo la caja negra*. Edit. Antrophos, Barcelona.
- ZIMAN, J. 1996. *Is Science losing its objectivity?*, Nature. Vol. 382, ago 1996.