

Vol. 9 Nos. 1-4
1985
DEPARTAMENTO

51

ISSN 0120-1573

Ciencia Tecnología y Desarrollo

Paradigma tecnológico, complejo
industrial y política económica
en la microelectrónica

FABIO STEFANO ERBER

| | | | | | |
|------------------|--------------------|-----------------|------------|----------------------------|-------------------|
| Cienc. Tec. Des. | Bogotá Colombia | Vol. 9 Nos. 1-4 | P.P. 1-240 | Enero Diciembre 1985 | ISSN 0120-1573 |
|------------------|--------------------|-----------------|------------|----------------------------|-------------------|

Paradigma tecnológico, complejo industrial y política económica en la microelectrónica

FABIO STEFANO ERBER
Instituto de Economía Industrial de
la Universidad Federal de Río de
Janeiro

La irrupción de la microelectrónica, que ha venido a constituirse en nueva base tecnológica para el desarrollo económico, está introduciendo transformaciones radicales en todos los órdenes de la vida social y grandes dificultades para la toma de decisiones en el campo económico. La actitud de la comunidad y de los gobiernos ante este hecho es un interrogante que se plantea Erber y sobre el cual ofrece algunas someras reflexiones.

El gran cúmulo de actividades productivas, basadas en la microelectrónica, llega a configurar complejos industriales que resultan inaferrables según las convencionales categorías de sectorialización. La identificación de complejos industriales, según su base tecnológica común, podría confluir en lo que el autor llama "paradigma tecnológico". La determinación de complejos industriales según el paradigma tecnológico, ofrecería unidades de análisis y decisión más homogéneas y facilitaría la adopción de políticas económicas sectoriales que no choquen con el escollo de las múltiples y abigarradas relaciones entre complejos industriales clasificados según criterios tradicionales.

El autor adelanta propuestas específicas aplicables a las industrias de base microelectrónica en el caso concreto del Brasil. El texto fue presentado en la Fundación Bariloche durante la Reunión Regional del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, celebrada en octubre de 1985. La revisión española es de Neide de Sánchez, con revisión técnica del Director de la Revista.

Paradigma tecnológico
y complejo industrial
política económica en
la microelectrónica

INTRODUCCION

La importancia económica, social y política de la microelectrónica ya es bien conocida. ¿Qué hacer frente a las transformaciones que esta nueva base técnica viene introduciendo a escala mundial, y representa uno de los principales desafíos a ser enfrentados por países como el Brasil?

Este artículo intenta contribuir al debate, presentando una base conceptual para reflexionar sobre la microelectrónica y, a continuación, explorar las implicaciones de estos conceptos para la formulación e implementación de políticas. Luego se dan los conceptos de "paradigma tecnológico" y de "complejo industrial". Los dos conceptos conllevan un gran poder explicativo de la dinámica tecnológica e industrial. Sin embargo, fueron elaborados de forma independiente y hasta ahora no fueron articulados, esto se intentará hacer en esta sección.

La tercera sección aplica estos conceptos a la evolución de las industrias de base microelectrónica, proponiendo que éstas pueden ser concebi-

das como un complejo industrial cuya finalidad es dada por la tecnología.

Finalmente, la última sección explora algunas de las implicaciones de las ideas de un complejo industrial y paradigma tecnológico para la política brasileña que busca constituir una industria microelectrónica bajo el control nacional.

1. Paradigma tecnológico y complejo industrial

Uno de los puntos menos sometidos a consenso entre los analistas del modo de producción y civilización modernos, es la intensidad de su progreso técnico (1). Sin embargo, se presentan profundas diferencias en el énfasis dado a lo concerniente, entre otros aspectos, a la continuidad del progreso técnico y a su determinación por las condiciones del mercado o por las nuevas oportunidades que brinda el progreso de la ciencia (2).

En el pasado reciente, surgieron algunas interpretaciones (Nelson y Winter 1977, 1982; Dosi 1982) del fenómeno de progreso técnico que bus-

can conciliar tales divergencias, viéndolas como características de momentos diferentes del proceso de progreso técnico. Así, Dosi propone que, a semejanza de las ciencias, las tecnologías tienen la forma de "paradigmas", que constituyen "modelos" o "patrones" de solución de algunos problemas técnicos escogidos, con base en principios científicos seleccionados (derivados de las ciencias naturales) y en técnicas específicas (equipos, materiales, etc.). Así, los paradigmas tecnológicos incorporan una "visión" que selecciona los problemas relevantes, los procedimientos de investigación y los criterios de progreso a la solución de problemas.

Los nuevos paradigmas se derivarían de nuevas oportunidades abiertas por el desarrollo científico o por la creciente dificultad en avanzar a lo largo de un paradigma ya existente, tanto por razones técnicas como económicas. El surgimiento de éstos nuevos paradigmas estaría asociado a la creación de nuevos sectores de producción, y a la transformación sustancial de la estructura productiva. Dicho en términos schumpeterianos se denominaría "innovaciones primarias".

Después de haberse establecido, un paradigma se daría un proceso de desarrollo "normal" a lo largo de una "trayectoria tecnológica" (3), definida por el propio paradigma. El progreso técnico se traduciría en beneficio para los intercambios entre las variables tecnológicas que el paradigma define como relevantes, por ejemplo, la velocidad y la densidad de los circuitos en semiconductores. Este progreso técnico se manifestaría a través de una serie de innovaciones "secundarias" de productos y proce-

sos, de carácter acumulativo, en el cual los "efectos de aprendizaje", adquiridos de la experiencia, serían de gran importancia. La evolución de estas trayectorias se ve afectada tanto por factores económicos, entre los cuales se destacan las condiciones de mercado, como por elementos institucionales y políticos, como la intervención del Estado, fomentando o restringiendo el desdoblamiento de determinadas trayectorias.

La noción de paradigma abarca pues la idea de agrupación (clustering) de innovaciones y alguna transformación de la base técnica de la economía, debido a la constitución de nuevas industrias, que tienen en común ciertas características tecnológicas, o que establecen interdependencias en su dinámica, la cual asumiría los efectos de la sinergia.

Uno de los problemas tradicionales de la economía industrial es el de definir lo que se entiende por "una industria". Algunos autores, como Guimaraes (1982) enfatizan el aspecto del mercado, definiendo la industria como "un grupo de firmas cuyo objetivo es la producción de mercancías que son sustitutas próximas entre sí y, por lo tanto, suministradas a un mismo mercado", (p. 33). Otros autores, como Robinson (1953, p. 222) destacan la "semejanza de procesos de producción" para definir el grupo de firmas que constituyen la industria.

En el pasado reciente, la problemática de la interdependencia dinámica entre industrias, que crea la necesidad de conducir el análisis a un nivel de agregación intermediaria entre la industria y la macroindus-

tria, llevó al desarrollo del concepto de "complejos industriales". En la mayoría de los casos (4), éstos han sido tratados desde el punto de vista de las relaciones de compra-venta interindustriales, tanto por razones analíticas como por la facilidad que las matrices de insumo-producto ofrecen para delimitar empíricamente los diversos complejos. Sin embargo, así como en la definición de industria es posible adoptar tantos criterios de mercado como tecnológicos, en la definición de complejos, existe la alternativa de definirlos por la semejanza de técnicas, si éstas hacen que la dinámica de las industrias componentes sea interdependiente.

Esta última condición se manifiesta en sectores donde el ritmo del progreso técnico es intenso, y donde la tecnología de producto y/o proceso desempeña un papel importante en los procesos de competición y acumulación de capital industrial. Estas son características típicas de sectores industriales que materializan un nuevo paradigma tecnológico.

Parece, pues, existir una articulación entre la noción de "paradigma tecnológico", con sus implicaciones en términos de agrupación de innovaciones y procesos acumulativos y sinérgicos de aprendizaje, y la noción de "complejo industrial" definido por la base técnica. En efecto, se puede predecir que, un nuevo paradigma tecnológico, se manifiesta en el plano productivo por la constitución de un complejo industrial. La dimensión relativa de éste en el aparato productivo y su dinámica de expansión, es decir, los nuevos espacios económicos que crea por medio de nuevos productos y procesos y los espacios de antiguos complejos que ocupa, al reemplazarlos, dan (o no) al nuevo

paradigma un carácter de innovación primaria (o no).

El complejo industrial da materialidad productiva al paradigma tecnológico y éste a su vez puede hacer posible la evolución de aquél. Como vemos, las ideas de paradigma y trayectorias tecnológicas son esencialmente dinámicas, presentando un rico conjunto de hipótesis sobre el ritmo de transformación del aparato productivo que conforma la trayectoria tecnológica escogida y sobre los determinantes de esta selección, es decir, sobre la lógica de la evolución del complejo industrial dependiendo del grado de madurez de su base técnica.

Esta línea de investigación fue recientemente desarrollada por Araújo Jr. (1985), quien presenta varias hipótesis sobre la formación y evolución de un complejo industrial, estructurado por una innovación primaria, a lo largo de una trayectoria tecnológica. El análisis de Araújo Jr., está orientado principalmente para dos cuestiones interconectadas. En primer lugar, la evolución de algunas características de la estructura del complejo como, (i) estabilidad, tanto en términos de los coeficientes técnicos de las relaciones interindustriales como de la organización de los mercados de las industrias (o la capacidad de respuesta de esta organización) y (ii) hegemonía entre las industrias que componen el complejo, dada por el grado de control sobre el proceso de innovación ejercido por la industria que introduce la innovación. En segundo lugar, la estrategia seguida por las firmas líderes de la industria que introduce la innovación, que afectará las características del complejo.

En síntesis, Araújo Jr., sugiere que los complejos pasan inicialmente

por una etapa formativa, en la cual las estrategias de las firmas líderes dan privilegio a la exploración de la innovación primaria y el desarrollo de innovaciones secundarias, transformando su comportamiento usual. En esta etapa la distribución del poder dentro del complejo estaría fuertemente concentrada en la industria productora de innovaciones, cuya estructura tendería a la concentración y creación de grandes barreras de entrada, al paso que las demás industrias del complejo tendrían una estructura fácilmente asumible por la industria motriz. Al mismo tiempo, las relaciones interindustriales presentarían un grado relativamente alto de indefinición.

Si no se dan otras innovaciones primarias, el complejo adquiere madurez, consolidando sus relaciones interindustriales y reduciendo la absorción de los mercados por la industria automotriz, o disminuyendo su hegemonía. Araújo sugiere que, en este momento, las firmas líderes de esta industria pueden tanto optar por una estrategia de diversificación de inversiones por fuera del complejo, como intentar revitalizarlo a través de la búsqueda de una nueva innovación primaria. En el primer caso, el dinamismo del complejo tenderá a reducirse y probablemente ocurrirán transformaciones sustanciales en su estructura, a la vez que en el segundo, el ciclo podrá reiniciarse por "rejuvenecimiento" del complejo.

El cuadro analítico propuesto por Araújo Jr., puede ampliarse a la luz de los planteamientos originados por la idea del paradigma tecnológico. Esta, como vemos, se remite al origen de la innovación primaria, que la literatura de inspiración schumpeteriana frecuentemente omite.

Conforme Araújo señala, hay gran evidencia empírica de que en un sistema industrial existen industrias que actúan como generadoras de innovación para las demás, que son predominantemente consumidores del progreso técnico. El papel de "suministrador universal" de tecnología fue desempeñado por diversas industrias a lo largo del último siglo y medio, y esta posición parece explicar, por lo menos en parte, la dimensión relativa de los diversos complejos industriales y su papel en la dinámica industrial. A título de ejemplo de este proceso de transformación, nótese que la industria de máquinas herramientas (de base mecánica) que, a comienzos del siglo se catalogaba como uno de los "locus" de generación y difusión del progreso técnico, fue, en la segunda postguerra, redinamizada tecnológicamente por el control numérico, proveniente de la industria electrónica que actualmente es el gran centro generador de innovaciones.

La tesis del paradigma tecnológico avanza en la explicación de la posición relativa de los complejos industriales al proponer que, en el presente, los paradigmas son generados principalmente por la investigación científica. Si esto es verdad, la observación de la frontera científica se torna en factor importante dentro de la estrategia de las firmas, especialmente aquellas que forman parte de un complejo maduro. Se toma como ejemplar el comportamiento de varias grandes firmas del complejo químico, que adquieren acciones en pequeñas empresas de origen académico para tener conocimiento de lo que ocurre en el área de la ingeniería genética.

Otro de los interrogantes planteados por la idea del paradigma es so-

bre el papel que juegan los factores institucionales en el desarrollo de éste. Como se sabe, el Estado moderno es uno de los principales actores en el proceso de generación y difusión de innovaciones, tanto a nivel nacional como internacional (Erber, 1980). La actuación del Estado en el desarrollo de una trayectoria tecnológica puede tomarse dentro del cuadro analítico tal como lo propuso Araújo Jr.: por ejemplo, la interferencia del Estado en la estrategia de las empresas que mueven el complejo, en la definición de barreras de entrada que aumenten o reduzcan la respuesta del mercado y sobre la generación endógena e importación de tecnología.

Sin embargo, el papel del Estado en la manifestación del paradigma, es decir, el alcance de una política científica y su articulación con las políticas tecnológica e industrial parece necesitar un esfuerzo de investigación adicional sustancial, tanto a nivel teórico como empírico.

2. El paradigma microelectrónico

Se puede ver el "paradigma de la microelectrónica" como la búsqueda de la solución para los problemas de captación, tratamiento, transmisión y recepción de la información, basado en la física del estado sólido y utilizando como principal componente el material de los circuitos integrados.

La electrónica abarca el "conjunto de técnicas que utilizan variaciones de dimensiones eléctricas (campos electro-magnéticos o cargas eléctricas) para captar y transmitir la información" (Informe Farnoux, p. 1). El primer campo de aplicación, en el principio del siglo XX, fue la transmisión de señales a larga distancia por radio, iniciados por Marconi en 1901.

En el período que antecede a la Segunda Guerra, la industria electrónica y la radio eran "casi sinónimos" (Freeman et al, 1982). Con la difusión de la radiotransmisión en la década de los años veinte, la industria pasó por un proceso de evolución típicamente schumpeteriano, a la entrada de incontables firmas, atraídas por la rentabilidad del sector, se siguió en la década de los treinta, una etapa de reducción del margen de ganancias y quiebras, resultando una estructura concentrada, de carácter oligopólico, estable y bastante internacionalizada.

La radio se basó en el desarrollo de la ciencia básica de fines del siglo XIX y en un conjunto de innovaciones tecnológicas de comienzos del siglo XX —la misma radio y algunos componentes críticos como la válvula diodo, inventada por Fleming en 1904, y la válvula triodo, desarrollada por De Forest en 1907—. Las firmas que surgieron como líderes de la industria al final del proceso de consolidación antes citado (RCA, Philips, Telefunken, Marconi, etc) se caracterizaron por una fuerte capacidad de investigación y desarrollo, especialmente en cuanto a la tecnología de válvulas.

En la época en que la industria de la radio parecía haber alcanzado su madurez, un conjunto de importantes innovaciones de productos (televisión, radar y computador) y una serie de innovaciones en componentes (especialmente los componentes electrónicos semiconductores, inicialmente el transistor, y más tarde, los circuitos integrados) renovaron bajo el estímulo de los Estados nacionales y de grandes firmas multinacionales, el dinamismo del sector y le dieron una dimensión económica, social y política inusitada, que tiende a expandirse.

Conforme describe Rada (1982, p. 8) "el cambio fundamental que se está dando se refiere al aumento en el uso de la electrónica digital (diferenciada de la analógica) para transmitir señales en pulsaciones de corriente y/o voltaje. Como una consecuencia del desarrollo de los circuitos integrados, particularmente el microprocesador y el microcomputador, el *bit* electrónico, o unidad básica de información, es utilizado para transmitir, procesar, almacenar y manipular información basada en una señal uniforme digital. Esto es revolucionario en la medida en que suministre un "lenguaje universal" para tratar y manipular la información en forma rápida, amplia y precisa. El desarrollo de la electrónica digital aumentó la velocidad, confiabilidad y complejidad de los productos. Este proceso de creciente "digitalización" y la capacidad de transformar señales analógicas en digitales y viceversa, permite acoplar actividades que en el pasado estaban separadas, aunque interactuaran. Así, crecientes números de componentes electrónicos operan con el mismo lenguaje de computadores y sistemas de telecomunicación digitales. Este proceso de *convergencia* presenta importantes implicaciones económicas y tecnológicas. Cuanto mayor la densidad de circuitos integrados, más fuerte será la convergencia entre computadores, componentes y telecomunicaciones y su integración en un único complejo de industria de información".

La misma convergencia tiende a ocurrir entre la electrónica profesional y la de consumo, centrada especialmente en el uso de la televisión.

Este proceso de convergencia aún en elaboración, se manifiesta a nivel de estrategia empresarial, por un doble movimiento de integración ver-

tical y de diversificación de líneas de producción. En cuanto al primer aspecto podemos ver, a título de ejemplo, que los mayores productores mundiales de componentes electrónicos de semiconductores son la IBM y la WESTERN quienes los fabrican exclusivamente para su propio uso. En lo concerniente a la diversificación asociada a la convergencia, es importante anotar que, aunque la diversificación de líneas de producción ya es característica en algunas grandes firmas de la industria, especialmente las europeas y japonesas, en el pasado reciente, los movimientos más importantes se refirieron al ingreso de firmas productoras de equipos de computación a la producción de equipos y servicios de comunicaciones y viceversa.

Actualmente, en la electrónica existe un conjunto de sistemas y productos suministrados a distintos mercados, de la telecomunicación a la robótica, de los aparatos médicos a los productos de consumo del público en general. Estos productos y sistemas presentan, sin embargo, una *unidad técnica*. Pero ésta va más allá de la semejanza en los procesos de producción; se basa en un conjunto complejo de actividades productoras de componentes (electrónicos, ópticos, etc.), insumos elaborados (especialmente el silicio y el vidrio), así como, sobre un conjunto de conocimientos técnicos (electrónica micrónica, optoelectrónica, etc.) y científicos (física del estado sólido, lingüística, etc.).

Esta unidad, y las interconexiones horizontales y verticales por ella ocasionadas, han llevado a diversos analistas a proponer que para la electrónica sería más adecuado pensar en términos de un "complejo", cuya dinámica presenta fuertes caracterís-

ticas de organicidad, moviendo sus partes de manera articulada, aunque en ritmo desigual (Erber, 1983). Cuando se dé una plena convergencia entre la unidad técnica y los sistemas de mercado, aumentará la interdependencia entre las industrias.

Aunque la convergencia aún esté en su fase preliminar, se puede decir que el paradigma microelectrónico ha logrado un cierto grado de madurez, expresado en la tendencia a la oligopolización de su estructura productiva, en el peso que los factores relativos al mercado vienen asumiendo dentro del patrón de competencia y en la conjunción de esfuerzos para la solución de algunos problemas tecnológicos, con procedimientos semejantes (por ejemplo, miniaturización creciente, utilización de semiconductores). Sin embargo, es posible que la exploración de nuevas trayectorias tecnológicas, como el desarrollo de construcciones de computación diferentes a la de Von Neumann, la "inteligencia artificial" y la utilización de componentes de semiconductores biológicos (los *biochips*) vengán a transformar el paradigma actual por medio de un nuevo "*technology push*".

Así, para el caso de la microelectrónica, el concepto de paradigma tecnológico parece adecuado, expresándose a nivel de las actividades productivas y tecnológicas, como un complejo industrial y de servicios, cuya capacidad de cobertura se viene extendiendo tanto por la oferta de nuevos productos y servicios (incluso por el proceso de convergencia) como por la "invasión" de sectores con otras bases técnicas, como ejemplo del reemplazo de componentes electromecánicos por electrónicos, estimándose que a finales del siglo, el complejo electrónico se habrá trans-

formado en la mayor industria mundial.

La constitución del complejo electrónico a nivel internacional es extremadamente desigual. El uso de estos productos es literalmente universal, como lo es el establecimiento de las actividades de comercialización. Las actividades de producción presentan un nivel de difusión sustancial menor y las actividades de investigación y desarrollo están muy concentradas en los países centrales (5).

En los países de la periferia, especialmente los más industrializados, se observa una constitución parcial del complejo electrónico por las firmas multinacionales. Estas tienden a realizar en estos países las actividades de comercialización y servicios técnicos postventa y parte de las actividades productivas. Dada la importancia económica, social y política del complejo electrónico, las cuestiones relativas a la constitución de este complejo y de su control viene asumiendo una importancia creciente. Como se sabe, el Brasil se destaca en este contexto por haber adoptado algunas políticas sectoriales que buscan constituir el complejo electrónico bajo el control nacional. En la próxima sección, se exploran algunas implicaciones de las ideas de complejo industrial y paradigma tecnológico para los objetivos de esta política brasileña.

3. Implicaciones de la política económica

a) Alcance de la política

Los anteriores comentarios, radican su importancia tanto en el examen de la dinámica industrial y definición de estrategias empresaria-

les, como en la formulación de políticas, ya que en ambos casos, obliga a los analistas y a quienes toman decisiones gubernamentales y empresariales, a ver sus respectivos problemas a partir de una amplia perspectiva integrada a nivel de "complejo electrónico".

Esta perspectiva no implica un abandono de la óptica de la industria/producto. En verdad, la construcción de la lógica del "complejo" pasa por el entendimiento de la lógica de sus partes. Esta es la que, para ser desarrollada, necesita la visión de que cada industria/producto hace parte de un conjunto mayor.

De esta forma, sin perjuicio de medidas sectoriales específicas, la política para el complejo electrónico no puede estar compuesta de la agregación sucesiva de políticas sectoriales. Estas deben ser concebidas en forma integrada, de modo que se eviten "desequilibrios" críticos en las relaciones tecnológicas e industriales entre los diferentes componentes del complejo electrónico.

Debido a la tendencia expansiva del complejo electrónico por la utilización de componentes electrónicos en productos de otros sectores (el proceso de "invasión" antes referido), el alcance de la política para el complejo electrónico tiende también a dilatarse en términos de cobertura sectorial.

El principal elemento unificador del complejo electrónico aún es la tecnología, la cual como vemos, desempeña un papel fundamental en su expansión y patrón de competición. Así, una política para el complejo no puede prescindir de una política tecnológica claramente definida y arti-

culada a la política de producción local de bienes electrónicos.

Tratándose de un complejo de actividades industriales y tecnológicas en etapa de instalación y sometidas a las rápidas transformaciones, donde la escala mínima de operaciones tanto industriales, como tecnológicas de *marketing* y postventa han demostrado una tendencia a elevarse, la política para el complejo electrónico no puede prescindir de una política de financiación para todas estas actividades.

En síntesis, el alcance de una política para el complejo electrónico implica una política industrial en el sentido amplio, abarcando producción, tecnología y financiamiento, en forma articulada.

En el caso brasileño, donde la única tradición de política industrial que existe es la sectorial, esta perspectiva de política integrada tiende necesariamente a provocar conflictos institucionales en torno a áreas de influencia, como lo demuestran las divergencias recientes entre el SEI, el Ministerio de Comunicaciones y la SUFRAMA.

b) *Flexibilidad*

Los diferentes componentes del complejo electrónico se mueven de acuerdo con dinámicas propias, aunque articuladas. Al mismo tiempo afectan intereses diferenciados. Así, una política de implantación de un complejo electrónico debe combinar un alto nivel de flexibilidad al tratar problemas específicos con la concepción integrada anteriormente referida, evitando que aparezcan estrangulamientos en las relaciones interindustriales y tecnológicas que asfixien el desarrollo local del complejo.

La administración del "hiato tecnológico" y de las importaciones, son buenos ejemplos de la flexibilidad necesaria para el éxito de una política para el CE. Un cierto atraso con relación a la frontera tecnológica internacional es inevitable en la implantación de una industria nacional y las transnacionales que definen esa frontera.

Los efectos económicos y políticos del hiato serán, sin embargo, diferenciados de acuerdo con los productos (y sus consumidores) que sean afectados, por la propia dimensión del hiato y por su duración a lo largo del tiempo. En la administración del hiato aparecen conflictos entre objetivos (por ejemplo, ampliar exportaciones o mantener empleos) y plazos para alcanzar estos objetivos. La solución de estos conflictos solamente es posible con un alto grado de flexibilidad en la implementación de la política.

Así mismo, la política de importaciones deberá ser flexible. En un país en el cual el CE se encuentra todavía precariamente instalado, el control de importaciones es uno de los más eficaces instrumentos para inducir la internacionalización de algunas actividades. Sin embargo, como la autarquía en ese sector es inimaginable, las importaciones constituirían parte esencial del proceso de formación del complejo electrónico, aunque si fueren totalmente libres le quitarían viabilidad. Conflictos semejantes al de "hiato tecnológico" aparecerían aquí también, y necesitarían la misma flexibilidad para su solución. En verdad la administración del hiato tecnológico, a nivel del proyecto final de los productos fabricados localmente y la administración de las importaciones de componentes son apenas dos facetas del mismo problema (6).

c) *Continuidad*

La literatura sobre la "industria naciente" muestra que uno de los principales puntos de controversia en la evaluación de los resultados de implantación de industrias es el plazo al fin del cual esa evaluación debe ser realizada. Sin embargo, hay concordancia con respecto a que cuanto más compleja fuere la red de actividades a ser implantada, más continua a lo largo del tiempo deberá ser la protección dada a la industria naciente.

En el caso brasileño, las investigaciones ya realizadas (7) muestran que a pesar de las deficiencias aún observadas en la franja nacional de la industria de la informática (alta relación precio/performance, dificultad de realizar la transición para superminis con tecnología nacional) y los resultados obtenidos en términos de producción, reducción de precios y desarrollo tecnológico, validan la experiencia, ante todo si consideramos su corta duración y el limitado apoyo gubernamental, especialmente si éste fuere comparado con el de los países avanzados (8) y la incertidumbre que flota sobre la continuidad de la política.

Reiterar esto es importante en un momento en el cual se ejercen fuertes presiones internas y externas para imponer una solución de continuidad en la política nacional de la informática. El elemento de continuidad en la política estratégica (ponderado por la flexibilidad operativa) tendrá importancia adicional si fuere implementada una política para el CE, abarcando una red compleja de actividades. Sin embargo, para alcanzar esa continuidad es necesario asegurar a la política de la electrónica una base sólida.

d) *Participación en la formulación e implementación de la política*

Anteriormente se argumentó que la formulación e implementación de una política en electrónica abarca la solución de un gran número de conflictos, tanto entre agencias gubernamentales, celosas de sus esferas de influencia, como entre empresas, nacionales y extranjeras, y consumidores.

Las características estructurales brasileñas, con su atraso industrial, la concentración de la renta y la internacionalización de los patrones de consumo y producción tornan esos conflictos inevitables en la implantación de un "complejo naciente" como el electrónico.

Sin embargo, en el caso de la electrónica, la extensión y profundidad de los conflictos nacionales es mayor debido al impacto económico, social y político de la electrónica. En efecto, pensar en una implantación homogénea del CE (Complejo Electrónico) en el Brasil, implica reflexionar sobre el patrón de formulación e implementación de la política económica del país, retomando la idea de planeación.

La planeación del complejo electrónico no podrá, sin embargo, ser el tipo usualmente practicado en el Brasil. Una política para el CE concebida exclusivamente a nivel de los despachos oficiales con alguna participación de empresarios parece destinada al fracaso. Los intereses causarán necesariamente una oposición, o bien se les dará un carácter fragmentario, probablemente siguiendo las líneas de menor resistencia, o tornarán irrealizable el complejo en la medida en que no utilice otros factores sociales en su defensa. Así, una política para el CE brasileño tendrá

que pasar por un amplio debate, en el cual los intereses abarcados puedan ser justificados para que la política adoptada reciba el apoyo necesario. En este sentido, también la electrónica presenta un desafío al Brasil, desarrollar e implementar una política industrial (en su sentido más amplio) de una forma democrática.

El alcance de la política para el complejo electrónico puede verse desde un ángulo distinto. Al configurar un nuevo paradigma tecnológico, el cual afecta profundamente no tanto la composición de las estructuras industrial y tecnológica y los vínculos de éstas con el exterior, como los profundos impactos sobre algunas otras dimensiones de la sociedad, las cuales van desde la cantidad y calidad del empleo y de la organización del trabajo, hasta la transmisión de informaciones y la privacidad individual, la electrónica afecta una gama amplísima de intereses y políticas que trascienden ampliamente el ámbito de una política industrial.

El debate político corriente sobre los efectos de la difusión de la electrónica, generalmente ha presentado un comportamiento polar, dividido entre aquellos que piensan que la electrónica traerá la redención al país llevándolo a la "civilización post-industrial" (desde que para esto se cuenta con el indispensable apoyo de las firmas multinacionales) y los que ven en la electrónica apenas la Némesis de la industrialización, que nos precipitará en el desempleo. La idea de paradigma tecnológico y trayectoria, contribuye a este debate recordando que las trayectorias adoptadas en los países centrales y que se encuentran expresadas en el mercado, son apenas una parte de las trayectorias disponibles seleccionadas en el abanico

de alternativas por mecanismos de mercado y factores institucionales (incluso la acción del Estado) específicos de aquellos países. La noción de paradigma y trayectorias, conviene recordar, refuta la idea del determinismo tecnológico, al mismo tiempo que afirma la existencia de límites a la voluntad política.

La especificidad de las condiciones brasileñas, tanto para la implantación de un complejo electrónico como para el uso de los productos electró-

nicos, bajo condiciones distintas de las que prevalecen en los países centrales, enfatiza la importancia de los grados de libertad existentes en la definición de qué trayectorias tecnológicas serán escogidas, cómo serán desarrolladas, por quién y para qué fines. Así, la discusión sobre la constitución del complejo electrónico y sobre el uso de sus productos lleva a la discusión del patrón de desarrollo nacional. Este es, seguramente, el desafío mayor del paradigma electrónico.

NOTAS

1. Sobre la concordancia entre marxistas y no-marxistas, sobre ese punto y para un análisis de la historiografía del progreso técnico, ver Rosemberg (1982), Cap. 1.
2. Para una revisión de la literatura, ver Rosemberg y Mowery (1979).
3. Las ideas de "paradigma tecnológico" y "trayectorias tecnológicas" se encuentran también en los trabajos de Nelson y Winter, analizados en Araújo Jr. (1984). Nelson y Winter (1977) utilizan el concepto de "régimen tecnológico" para definir aquello que los tecnólogos acreditan como factible, o por lo menos merecedor de intento de ser realizado. Un "régimen (tecnológico) no apenas define fronteras, pero también trayectorias para esas fronteras" (p. 7). Tanto en Nelson y Winter como en Dosi se dice que el progreso técnico es selectivo, orientado a direcciones específicas y frecuentemente dotado de carácter acumulativo.
4. Ver Haguenauer y otros (1984), para un tratado detallado del concepto y su aplicación al caso brasileño.
5. Ver Erber (1983) para una discusión más detallada de la lógica de internalización del complejo electrónico por firmas multinacionales.
6. Los problemas relativos y la articulación entre la realización de proyectos en la industria de equipos de procesamiento de datos y la importación de componentes de semiconductores son analizados en Erber (1985).
7. Ver Tigre (1983 a, b); Tigre, Piragibe y Erber (1983); Piragibe, Tigre y Pena (1983); Piragibe (1984 a, b); Tigre y Perine (1984), Perine (1985); Macknight (1982), Macknight y Erber (1983).
8. En los países avanzados el apoyo del Estado a las industrias electrónicas, especialmente en sus principios, utilizó una gama de instrumentos (financiamiento de tecnología y líneas de producción, protección en el mercado interno, estímulos a los usuarios, etc.), mayor que en el Brasil, donde se redujo prácticamente la reserva de mercado para una franja limitada de productos.

Ver Erber 1980 y Piragibe (1984 a).