

**CAMBIO ESTRUCTURAL
Y ASIMILACION DE NUEVAS TECNOLOGÍAS
EN EL SISTEMA ECONOMICO Y SOCIAL**

Carlota Pérez

Versión castellana de Enero de 1996 (con notas del 2002)

Del original inglés publicado en *FUTURES*, Vol. 15, No. 5, Oct. 1983, pp. 357-375

Versión en italiano reproducida como "Cambiamento Strutturale e Assimilazione di Nuove Tecnologie nei Sistemi Economici e Sociali" (1985),
en P. Bisogno ed., *Paradigmi Tecnologici: Saggi Sull Economia del Progresso Tecnico*,
Prometheus No. 2, Milán, pp. 155-186

Resumen:

El presente trabajo es el esquema general de un conjunto de hipótesis sobre la interrelación entre la difusión de nuevas tecnologías y el crecimiento económico. En él intentamos abordar los mecanismos causales de los períodos de depresión generalizada experimentados por el sistema económico cada cinco o seis décadas, correspondientes a la fase descendente de las ondas largas identificadas estadísticamente por Nikolai Kondratieff en los años veinte. Con ello confiamos ofrecer un marco de referencia para responder al reto de Nathan Rosenberg en cuanto a la especificación de "las condiciones que deben ser satisfechas para que la innovación tecnológica pueda generar ondas largas en el crecimiento económico..."². Esperamos también abrir nuevas líneas de investigación conducentes a posibles políticas anti-ondas largas.

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| Modelo del sistema capitalista..... | 3 |
| Elementos del modelo..... | 4 |
| Perfiles de Inversión..... | 6 |
| Características de la fase ascendente..... | 7 |
| Características de la fase descendente..... | 8 |
| Patrones y procesos de transformación..... | 9 |
| El Taylorismo - semilla del Cuarto Kondratieff..... | 10 |
| <i>Cambio en la estructura ocupacional</i> | 11 |
| <i>Cambio en la distribución de ingreso</i> | 12 |
| <i>Cambio en el perfil de la demanda</i> | 12 |
| <i>El proceso de transformación</i> | 13 |
| <i>El patrón tecnológico de producción en masa</i> | 14 |
| Transformaciones socio-institucionales..... | 14 |
| Requerimientos institucionales para la nueva fase ascendente..... | 16 |
| Bibliografía..... | 19 |

¹ Kondratieff (1935)

² Rosenberg y Frischtak, (1983, p.3)

Partimos de una visión algo Schumpeteriana del papel desempeñado por la innovación en el comportamiento cíclico de la economía capitalista. Pero, a diferencia de Schumpeter, postulamos que las ondas largas de Kondratieff no son un fenómeno estrictamente económico, sino más bien una manifestación - medible en términos económicos - del comportamiento, a veces armónico y a veces no, de todo el conjunto del sistema socio-económico e institucional a nivel nacional e internacional.

Una crisis estructural (es decir, la depresión en una onda larga), se distingue de una recesión económica por ser el síndrome visible del colapso de la complementariedad entre la dinámica del subsistema económico y la del marco socio-institucional. La crisis es, al mismo tiempo, el doloroso y conflictivo proceso mediante el cual se restablece la armonía dinámica entre las diferentes esferas del conjunto del sistema.

Las tendencias complementarias resultantes de ese proceso representan lo que podríamos llamar un "modo de desarrollo", concebido como un patrón general de crecimiento basado en la aceptación de un conjunto de mecanismos sociales e institucionales, tanto en el plano nacional como en el internacional, cuya acción influye en la operación de todos los mercados, incluyendo el mercado de los factores de producción.

Lo que orienta y moldea esta dinámica de transformación son sucesivos patrones tecnológicos o, dicho de otro modo, sucesivos saltos cualitativos en el nivel general de productividad alcanzable. Dichos saltos se basan en una constelación de innovaciones interrelacionadas, tanto en el terreno estrictamente técnico como en el organizativo, cuya difusión es impulsada por la búsqueda de ganancias.

Para nosotros, entonces, las ondas largas representan una sucesión de modos de crecimiento distintos, en respuesta a una sucesión de patrones tecnológicos, también distintos. No obstante, aunque consideramos que cada modo de crecimiento corresponde a una onda larga, es decir, que se extiende de una depresión a la siguiente, proponemos que el ciclo de vida de cada patrón tecnológico comienza cerca de la cresta de una onda Kondratieff y culmina alrededor de la cresta de la siguiente. Este es el punto crucial sobre el cual se fundamentaría la capacidad predictiva a mediano y largo plazo, así como la posibilidad de establecer políticas anti-cíclicas. Sostenemos que la crisis es provocada por la introducción de un nuevo patrón tecnológico cuando el patrón anterior se acerca al agotamiento de su potencial y precisamente a causa de ello. Su difusión inicial, hasta un cierto nivel crítico, provoca la crisis al mismo tiempo que establece las

directrices para el próximo modo de desarrollo, durante el cual el nuevo patrón desplegará todo su potencial.

Kondratieff³, en efecto, señaló que durante la fase descendente, conjuntamente con otros fenómenos característicos, "se produce un número particularmente grande de descubrimientos e invenciones en las técnicas de producción, aplicados en gran escala al comenzar el gran ascenso siguiente". Sin embargo, Kondratieff enfatizó que éste y otros fenómenos recurrentes no hacían más que confirmar la existencia de los grandes ciclos, insistiendo en que de ninguna manera sostenía que contuvieran la explicación de los mismos.

Así que, en cuanto a los mecanismos causales, Kondratieff no asigna ningún peso al rol de la innovación (al menos en el artículo que hemos analizado). Sólo se propone demostrar la existencia de las ondas largas, niega que puedan provenir de causas fortuitas y opina que las causas "son inherentes a la esencia misma de la economía capitalista".

Para Schumpeter⁴, quien sí tiene el propósito de construir una teoría del mecanismo causal, la innovación es la única causa básica del comportamiento cíclico de la economía capitalista. Para él no hay diferencia esencial entre ciclos cortos, medianos o largos, excepto el peso e importancia relativa de la innovación o conjunto de innovaciones específicas que las provocan. En particular, las ondas largas de Kondratieff serían el efecto de una serie de innovaciones interrelacionadas. Cada una de ellas consistiría en una "revolución industrial" y la absorción de sus efectos.

A pesar de la complejidad del modelo total de Schumpeter y de su referencia constante al contexto histórico, para él el proceso sistémico se desarrolla dentro de la esfera económica, concebida como un organismo auto-regulado que provoca sus propias perturbaciones (innovaciones) y absorbe sus impactos persiguiendo constantemente nuevos y más altos puntos de equilibrio. La sociedad sufre y se beneficia de este permanente proceso económico de "destrucción creadora", es transformada lenta y profundamente, a veces es obstáculo a veces estímulo, pero, en fin de cuentas no es más que el medio ambiente del proceso. Las condiciones sociales y el marco institucional condicionan y son condicionados por la evolución económica pero no forman una estructura total con el sistema económico, en consecuencia, están excluidos del mecanismo causal del comportamiento cíclico.

En nuestra opinión, esta es la razón por la cual aunque la teoría de Schumpeter se asocia generalmente con la explicación de las crisis o grandes depresiones, de hecho se adecúa más a los ciclos cortos y las recesiones.

Hasta su lenguaje es revelador de este punto débil del modelo. Al referirse a los ciclos de Juglar o intermedios, habla de prosperidad y recesión, pero, en el caso de los ciclos largos, utiliza el término "liquidación anormal" para describir el descenso de la recesión a la depresión y el término "recuperación" o "reavivamiento" para el comienzo de la fase ascendente. De hecho, su modelo no provee una salida "natural" de la depresión. Tanto es así que, a pesar de su fuerte hostilidad hacia cualquier intervención externa en el sistema auto-regulado de la economía, Schumpeter admite que "independientemente de las consideraciones humanitarias, el argumento

³ Kondratieff (ibid)

⁴ Schumpeter (1939, p.223)

a favor de la acción gubernamental, en especial de cierto tipo de acción, es incomparablemente más convincente en las depresiones que en las recesiones"⁵.

En verdad si el sistema funcionara como dice Schumpeter, las depresiones serían fenómenos anormales y su regularidad histórica difícil de explicar. Eludir el problema invocando la idea de una "revolución industrial" entra en conflicto con la identificación del mercado como mecanismo de absorción. Presumiblemente, aunque las innovaciones se introduzcan en "racimos" éstas no tienen por qué difundirse de manera sincrónica y el mercado debería ser capaz de absorberlas gradualmente mediante movimientos cíclicos de corta o mediana duración.

Así que Schumpeter establece las bases para una teoría de la naturaleza cíclica de la economía capitalista pero no explica los ciclos largos de Kondratieff.

Modelo del sistema capitalista.

Aquí proponemos considerar al sistema capitalista como una estructura única sumamente compleja, cuyos sub-sistemas tienen distintos ritmos de evolución. Simplificando podemos asumir dos sub-sistemas fundamentales: el tecno-económico por un lado y el socio-institucional por el otro, donde el primero tiene una capacidad de respuesta más rápida que el segundo. Los ciclos largos serían fases sucesivas de evolución del sistema en su conjunto o, según la terminología propuesta, sucesivos modos de crecimiento. El motor básico de la dinámica del sistema sería la búsqueda de la ganancia como fuerza generadora de innovaciones en la esfera productiva, definidas éstas en su sentido más amplio como formas de elevar la productividad y las ganancias esperadas de las inversiones nuevas.

Cada modo de crecimiento es moldeado por un patrón tecnológico^(a) específico, entendido como una especie de paradigma de la forma más eficiente de organizar la producción, es decir, la dirección principal y la forma que toma el crecimiento de la productividad y la manera como se difunde en cada empresa, rama y país y como se propaga de unos a otros. La forma histórica específica de cada paradigma surge a partir de ciertos desarrollos tecnológicos clave que provocan un cambio sustancial en la estructura relativa de costos de los insumos y factores productivos y que, a la vez, abren un amplio espectro de nuevas oportunidades para aprovechar dicho cambio.

En esencia, suponemos una fuerte interacción entre las esferas económica, social e institucional, generando una complementariedad dinámica alrededor de un patrón tecnológico tal como lo hemos definido. El ascenso de una onda Kondratieff es alimentada y sostenida por la evolución cada vez más armónica de dicha complementariedad hasta el punto donde el patrón tecnológico subyacente se acerca a los límites de su potencial para elevar la productividad y las ganancias. Los esfuerzos de ensayo y error destinados a superar esa barrera, tienen como resultado el surgimiento de un nuevo patrón tecnológico en la esfera productiva frente al cual la estructura socio-institucional existente es inadecuada. La nueva dinámica introducida en el sistema tiene un efecto de creciente perturbación en la evolución esperada de la mayoría de los mercados, transformando gradualmente el tejido social y haciendo cada vez más contraproducentes los mecanismos institucionales, los cuales tienen un alto grado de inercia, fortalecida por los éxitos anteriores. Este proceso de inadecuación creciente y ruptura de la complementariedad se hace visible como el descenso de la *onda larga* y eventualmente conduce a la crisis de todo el sistema.

⁵ Schumpeter (ibid, p. 155)

La crisis estructural resultante es, por tanto un proceso de "destrucción creadora" y "liquidación anormal" pero no sólo en la esfera económica sino también en la socio-institucional. De hecho, la crisis obliga a la re-estructuración del marco socio-institucional mediante innovaciones complementarias a la recién alcanzada frontera de máxima productividad en base al nuevo patrón tecnológico. No obstante, la forma definitiva que tomará la nueva estructura dentro del amplio rango de alternativas abiertas, así como el tiempo que tome la transformación requerida para dar lugar a un nuevo ascenso, dependerá en última instancia de los intereses, las acciones, la lucidez y *el poder relativo* de las fuerzas sociales en juego.

Este breve esbozo de cómo vemos la evolución del sistema sirve para dar una idea de cómo y por qué consideramos posible hacer prospectiva en épocas de transición, cuando las regresiones y extrapolaciones no permiten hacer pronósticos. Si se pueden identificar las características del nuevo patrón tecnológico -ya existente- y detectar las nuevas tendencias creadas por su difusión, tanto en la esfera económica como en la extra-económica, separándolas de las pertenecientes al patrón anterior, entonces se pueden anticipar los rasgos principales del cambio y servirse de ellos como criterio para la acción. Volveremos a este punto en la sección final del trabajo. Pasemos ahora a definir con mayor precisión los elementos del modelo que hemos esbozado.

Elementos del modelo.

Hemos venido usando el término "patrón tecnológico", aunque también podría denominarse "paradigma tecno-económico" o "estilo tecnológico". No es fácil encontrar el término ideal para expresar los rasgos del fenómeno que intentamos describir. Por "patrón tecnológico" entendemos una especie de "tipo ideal" de organización del proceso productivo, es decir el "sentido común" en cuanto a lo que constituye el óptimo tecnológico. Dicho sentido común surge como respuesta lógica a lo que se establece como la dinámica "natural" previsible en la evolución de la estructura general de costos en un período dado del desarrollo capitalista.

Mientras se mantengan las tendencias esperadas en los costos relativos de los diversos insumos materiales, diversos tipos de bienes de capital y diversos rangos de calificación de la mano de obra, tanto gerentes como ingenieros siguen aplicando lo que se considera el "sentido común tecnológico" para hacer mejoras incrementales a lo largo de la trayectoria natural de las tecnologías existentes o para realizar cambios tecnológicos radicales en aquellas ramas de producción de bienes y servicios que aún no han alcanzado el "tipo ideal" de organización productiva.

Estamos diciendo, entonces, que para un período determinado, con un conjunto dado de tendencias esperadas en la dinámica de costos relativos, más y más ramas de la economía tenderán a aplicar el patrón tecnológico vigente, visto como la forma más racional y eficiente de aprovechar la estructura general de costos. La cristalización de dicho patrón o paradigma se basa en la introducción de un cúmulo o constelación de innovaciones inter-relacionadas, tanto técnicas como gerenciales u organizativas, que permiten alcanzar un nivel general de productividad total de los factores o de productividad física nítidamente superior al esperable con el patrón tecnológico anterior.

Este salto brusco y marcado en productividad, que puede ser considerado una revolución tecnológica, se hace posible gracias a la aparición en la estructura general de costos de producción de un insumo particular que denominaremos "factor clave"^(b), con las siguientes características:

- a) Costo relativo evidentemente bajo y descendente;
- b) Suministro prácticamente ilimitado;
- c) Amplísimo espectro de utilización potencial y
- d) Capacidad para reducir los costos del capital, del trabajo y de los productos y de cambiarlos cualitativamente.

La conjunción de todas estas características *en* un insumo específico, el cual desde un punto de vista técnico existía quizás desde mucho tiempo atrás, se da como respuesta a la búsqueda persistente de tecnologías capaces de superar los límites de las trayectorias tecnológicas basadas en el uso del “factor clave” prevaleciente (o anterior)⁶. Una vez cristalizada la conjunción de estas características y modificada la dinámica de la estructura general de costos de un modo claramente visible y percibido como permanente, el comportamiento de ingenieros e inversionistas se dirige hacia nuevos horizontes tecnológicos. Aparece entonces un nuevo “sentido común” en cuanto a la óptima práctica productiva que se orienta a obtener la máxima ventaja del nuevo factor clave, dentro de un amplio espectro de tecnologías relacionadas o aisladas al mismo tiempo que se produce un sesgo permanente a favor del uso intensivo de dicho factor tanto en las innovaciones radicales como en las subsiguientes mejoras incrementales.

Es importante observar que, como dijéramos anteriormente, la aparición del nuevo factor clave y del patrón tecnológico basado en sus características es un fenómeno que ocurre cerca de la cúspide y durante la fase descendente del Kondratieff anterior y que las transformaciones generadas en la esfera productiva a medida que el nuevo patrón se difunde exigirán innovaciones complementarias en la esfera socio-institucional a fin de abrir paso a la fase ascendente del siguiente ciclo largo^(c).

Sugerimos que durante la segunda mitad del siglo pasado (segundo Kondratieff), el papel de factor clave correspondió al carbón y al transporte baratos, ambos asociados a la máquina de vapor; en el tercer Kondratieff; al acero barato y, en el cuarto, a la energía barata, bajo la forma de petróleo y de materiales energo-intensivos. Actualmente ese papel le corresponde a la microelectrónica barata, en camino hacia la quinta fase ascendente.

Como ejemplos de lo que constituye un patrón tecnológico nos podemos referir a los más recientes y mejor conocidos: el basado en la energía barata entre el tercer y cuarto Kondratieff y el basado en la microelectrónica barata, actualmente en proceso de generalización, entre la cuarta onda larga y la quinta. Aquel, es en cierta forma la extensión del concepto de flujo continuo propio de la industria química a la producción masiva de unidades discretas idénticas fabricadas con materiales energo-intensivos, el prototipo del cual es la línea de ensamblaje de Ford, acompañada de los conceptos organizativos que separan la gerencia, por un lado, y la producción, por el otro, según los principios de la "Organización Científica del Trabajo" de Frederick W. Taylor. El patrón tecnológico actual, aprovechando las características de la microelectrónica, sería quizás la red de producción flexible por lotes pequeños, donde todas las actividades (gerenciales, administrativas, de producción, etc.) están integradas en un sistema

⁶No discutiremos aquí la forma específica como se combinan, en cada caso concreto, las acciones intencionadas y los hechos accidentales que dan como resultado la aparición de un factor clave dado. Recordemos sin embargo que a causa de la autonomía relativa de la ciencia, el universo de lo técnicamente factible es, en todo momento, mucho mayor que el de lo económicamente rentable.

total intensivo en el uso de la información produciendo a la vez productos información-intensivos.

Perfiles de Inversión.

Esto nos lleva directamente a otro de los aspectos del modelo que estamos esbozando: El surgimiento de un nuevo patrón tecnológico trae consigo un cambio en el perfil de la inversión, tendiente al abandono gradual de las áreas mejor adaptadas al viejo patrón tecnológico para concentrarse en las que mejor se adecúan al nuevo paradigma. El resultado de esta reorientación es un cambio en la importancia relativa de las diversas ramas así como en las relaciones intersectoriales establecidas. Concretamente creemos que es posible identificar para cada patrón tecnológico y, en consecuencia, para cada ascenso de onda Kondratieff, una red específica de relaciones inter-ramas que define las características principales de la distribución de la producción entre empresas grandes y pequeñas y en cuanto a su peso relativo en el producto bruto.

Básicamente, habría tres tipos de ramas fundamentales pautando el ritmo y la forma del crecimiento económico en cada período:

A. **Las ramas vectoras**, definidas como aquellas, que hacen uso intensivo del factor clave, son las más adecuadas para la nueva organización óptima de la producción, inducen un cúmulo de oportunidades de inversión aguas arriba y aguas abajo (en especial en el tipo de infraestructura específica a cada período) y, en consecuencia, se convierten en las portadoras del patrón tecnológico y tienen gran influencia en el ritmo general de crecimiento económico.

B. **Las ramas motrices**, son las responsables de la producción del factor clave y otros insumos directamente relacionados con éste, por lo cual, estas ramas tienen la función de mantener y profundizar la ventaja relativa de dichos insumos en cuanto a costos. Por ello, mientras que las ramas motrices son las que generan las condiciones para que se desarrolle el patrón tecnológico, el crecimiento de su propio mercado depende directamente del ritmo de generalización del nuevo paradigma en el aparato productivo.

C. **Las ramas inducidas**, surgen como consecuencia de y son complementarias al crecimiento de las ramas vectoras (utilizando a menudo precisamente el tipo de mano de obra que aquellas desplazan). Sin embargo, las ramas inducidas sólo despliegan todo su potencial, multiplicándose en forma acelerada, cuando las innovaciones socio-institucionales necesarias han abierto el camino para la fase ascendente durante la cual el nuevo patrón tecnológico culmina su generalización.

Por supuesto que siempre habrá muchas otras ramas, produciendo bienes o servicios necesarios, utilizando tecnologías viejas con menor productividad o tecnologías "raras", altamente específicas, que aún no son generalizables o nunca lo serán. Algunas de aquellas podrán quizás incorporarse al nuevo paradigma a través de innovaciones en esa dirección, puesto que la tendencia general se orienta a la mayor incorporación posible de los principios del nuevo patrón tecnológico. Lo importante es que el crecimiento complementario de las ramas vectoras y motrices es el motor que impulsa la economía y que esas ramas tenderán a concentrarse cada vez más en manos de las empresas más grandes del período.

Características de la fase ascendente

Resumiendo, sugerimos que la fase ascendente de una onda larga de Kondratieff comienza cuando, mediante las innovaciones sociales e institucionales adecuadas, se ha logrado la complementariedad armónica entre el paradigma tecno-económico, surgido y desarrollado durante la cima y el descenso de la onda anterior, y el marco socio-institucional. Dicha armonía es la condición para desencadenar un proceso de inversión múltiple y creciente y generar la ola de inversión infraestructural que fundamenta el logro del pleno potencial de crecimiento, a través de la difusión acelerada que culmina en la definitiva generalización del paradigma. Es un período de procesos imitativos masivos, cuando una tras otra todas las unidades productivas -e incluso las actividades sociales de todo tipo- tienden a aplicar lo que entonces se considera la "forma óptima o ideal de organización productiva". Se estabiliza una forma particular de crecimiento; se define un modo de vida para cada segmento de la población; se perfila un conjunto de tendencias específicas en la inversión, la producción y el comercio internacionales; los modelos estadísticos de la economía pueden llevarse al máximo del refinamiento -y funcionar-; la ciencia económica puede desarrollarse con relativa confianza con premisas de "ceteris paribus"; las trayectorias de un gran cúmulo de tecnologías pasan al terreno del sentido común y parecen derivar de la "naturaleza de las cosas"; las políticas del Estado -sean de "laissez faire" o keynesianas o cualesquiera- son vistas más como susceptibles de refinamiento que de cambio radical, dado que su efectividad parece haber sido "demostrada".

Ahora bien, si recordamos que el patrón tecnológico que está generalizándose a lo largo y ancho del sistema en ese período había sido introducido durante el Kondratieff anterior, reorientando la inversión de las mayores empresas hacia las nuevas ramas vectoras y motrices o permitiendo la aparición de nuevas empresas pequeñas que rápidamente se hacen grandes, podemos fácilmente suponer que es precisamente en esas ramas donde se manifestarán los primeros síntomas de agotamiento de las trayectorias tecnológicas correspondientes.

En consecuencia, serán estas empresas las que más probablemente se vean impulsadas a indagar en el amplio universo de lo tecnológicamente factible, aunque todavía no económicamente rentable, en busca de nuevos productos o procesos ahorradores de materiales, capital o mano de obra o que ofrezcan un buen potencial de crecimiento. Algunos de estos intentos terminarán en fracaso, otros podrían ser los prototipos iniciales de un posible patrón tecnológico futuro colocando una fuerte demanda y quizás altos montos de inversión en el desarrollo del potencial de ahorro en costos de algún insumo con perspectivas de asumir el papel de factor clave.

Al mismo tiempo y en razón de que el agotamiento de una trayectoria tecnológica se traduce para la empresa en la reducción de la tasa de ganancia o -lo que es equivalente- en la disminución de la ganancia esperada de nuevas inversiones similares, la búsqueda de ganancias puede no orientarse hacia la inversión en innovaciones riesgosas sino más bien hacia fusiones y adquisiciones o hacia actividades especulativas mucho menos ortodoxas, en aquello que resulte conveniente según el período específico de que se trate. Desde mediados de los sesenta hasta comienzos de los setenta, por ejemplo, hubo olas de fusiones, especulación con monedas y materias primas, manipulaciones refinadas tales como precios de transferencia, adelantos y retrasos en los pagos internacionales, desarrollo de paraísos fiscales y otras prácticas perturbadoras e improductivas.

Aquí quizás convenga referirse brevemente al enfoque de Mensch⁷ sobre los ciclos largos. Según él, la inversión en bienes de capital alternativos se realiza como resultado de "la degradación sistemática del valor operativo" del capital fijo existente en planta y equipo. Estamos plenamente de acuerdo con esta posición pero, junto con Freeman, Clark y Soete⁸, nos apartamos de ella en cuanto al período en que ocurren las nuevas inversiones en innovaciones de procesos y de productos. Mientras que Mensch sostiene que las innovaciones básicas se realizan durante la depresión, nosotros sostendríamos que las principales innovaciones de procesos, al igual que las asociadas con lo que hemos llamado el factor clave y el paradigma organizacional principal, fueron probablemente hechas en las postrimerías de la fase ascendente y al comienzo del descenso. De esta manera, cuando llega la depresión, la nueva generación de bienes de capital, junto al modelo de organización que la acompaña, se encuentra ya en el mercado y lo que ocurre es la proliferación de aplicaciones de esos equipos para innovaciones en productos. Es por tanto vital distinguir entre la difusión inicial de un patrón tecnológico, la cual se realiza con excedentes ociosos de capital en un período de prosperidad, (por lo cual puede consistir en innovaciones tan primitivas, costosas y riesgosas como sugiere Rosenberg⁹ y la difusión imitativa de un patrón tecnológico probado, lo cual constituye la opción de inversión más natural en épocas de depresión, siempre y cuando hayan de realizarse nuevas inversiones en esas condiciones.

Volviendo al modelo, lo que sostenemos es que, una vez ocurrida la cristalización inicial de los elementos fundamentales del nuevo conjunto de tecnologías, se alcanza la cúspide de la onda Kondratieff como resultado de la conjunción del arribo de la mayoría de la economía (incluyendo las ramas de menor desarrollo relativo) a la vieja frontera de máxima productividad y de un cierto grado de difusión exitosa del nuevo paradigma -dentro del viejo molde.

De esta manera, la cima de la onda larga aparece como una especie de frenesí económico de duración relativamente corta, pero dando la impresión de ofrecer un progreso indefinido e indetenible, mientras todavía hay ramas creciendo rápidamente, alcanzando la frontera de la vieja tecnología y ya se producen sucesivas introducciones de nuevos productos y procesos, provocando un éxito resonante tras otro. Esta situación genera expectativas injustificadas en cuanto a la salud del sistema y a sus posibilidades ilimitadas de progreso, al tiempo que otorga indebida confianza en los mecanismos institucionales, reforzando su inercia y rigidez. Es precisamente en medio de este ambiente de crecimiento acelerado que se siembran las semillas de la contracción.

Características de la fase descendente.

Durante el descenso de la onda Kondratieff se agotan las oportunidades de inversión en nuevos productos y procesos en el marco del patrón tecnológico hasta entonces vigente y se llega asimismo a los límites de las trayectorias tecnológicas de las ramas vectoras (aun si su producción continúa creciendo, probablemente con tendencias inflacionarias). Estas circunstancias afectan a las ramas motrices cuya capacidad para mantener la ventaja relativa en el costo del factor clave se ve reducida, tanto por el mismo tipo de agotamiento de posibilidades técnicas como porque las fuentes de crecimiento de sus mercados se están contrayendo.

⁷ Mensch et al (1981, p. 283)

⁸ Freeman, Clark y Soete (1982)

⁹ Rosenberg et al [ii](#), (ibid., pp. 10-11)

Al mismo tiempo, los sectores empresariales cuyo potencial de crecimiento no parecía tener trabas y los sectores laborales cuyos empleos y aumentos salariales habían estado más o menos "garantizados" durante la fase ascendente, son ahora los más golpeados (situación que, por cierto, podría decirnos algo sobre por qué estos grupos tienden a apoyar soluciones "fuertes" para tornar al "Orden").

A medida que la contracción de la vieja dinámica y las inesperadas tendencias generadas por el nuevo perfil de inversiones conducen a desequilibrios manifiestos en los diversos mercados (monetario, de trabajo, de insumos, de equipos), aumenta la presión sobre el Estado exigiendo encontrar nuevos modos de estimular o manejar la economía. Los Keynes y los Schumpeter ofrecen teorías radicalmente nuevas, los Roosevelt y los Hitler establecen mecanismos totalmente nuevos de administración política y económica, mientras muchos otros insisten en aplicar rígidamente más y más de la misma receta hasta entonces eficaz.

El descenso es por tanto un período de experimentación en todos los niveles organizativos de la sociedad, caracterizado por la proliferación de re-evaluaciones, de propuestas de solución, de comportamientos de ensayo y error, acicateado por la creciente gravedad de la crisis. Todo esto frente al peso de la tradición, de las ideas establecidas, de los intereses creados y de otras fuerzas inerciales que se oponen activamente a las transformaciones necesarias.

Para la población trabajadora se trata generalmente de un período de grandes sufrimientos, porque son ellos, junto con los países más débiles a nivel internacional, quienes tienden a llevar la carga del reacomodo del sistema. Entretanto, a nivel económico, las empresas que logran escapar relativamente a la crisis son aquellas que producen y usan el nuevo factor clave, el cual se hace cada vez más visible en la estructura de costos relativos y, como la nueva inversión tiende a concentrarse en estas áreas, se intensifican los efectos perturbadores del nuevo patrón tecnológico, enviando señales en todas las direcciones para lograr los cambios sociales e institucionales requeridos.

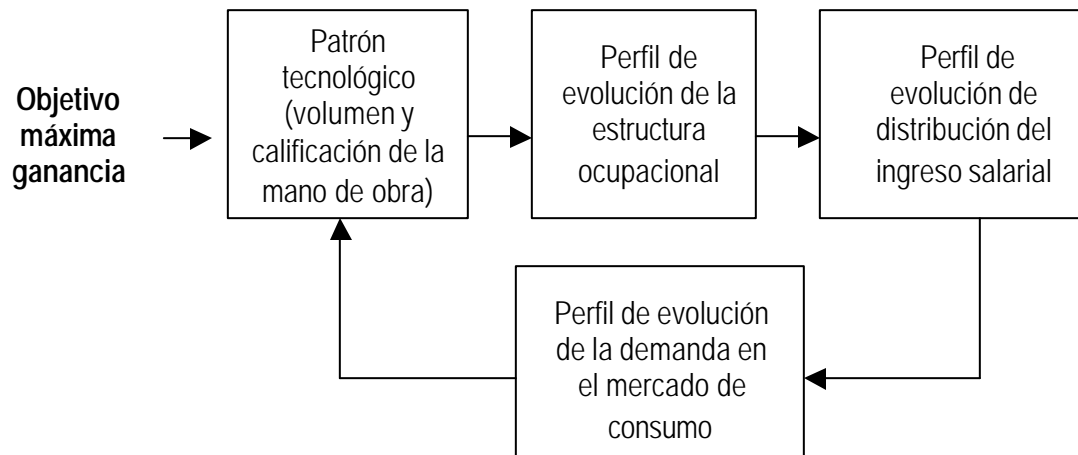
Patrones y procesos de transformación

Hasta aquí hemos definido "patrón tecnológico" como una especie de paradigma de la organización productiva más eficiente. También hemos sostenido que en base a él se genera un esquema particular de relaciones inter-ramas que influye sobre la distribución de la producción entre empresas grandes y pequeñas. Agreguemos ahora que cada patrón tecnológico induce un perfil típico de transformación de la estructura ocupacional y un conjunto de tendencias identificables en cuanto a la distribución espacial de la producción en el plano nacional e internacional¹⁰.

Seguidamente concentraremos la atención en la manera como el cambio de paradigma y su difusión afectan el perfil ocupacional. Para facilitar la presentación, utilizaremos el ejemplo particular del patrón tecnológico de "línea de ensamblaje", el cual hemos sostenido moldeó el Cuarto Kondratieff.

A este propósito, la cadena de relación que nos interesa se representa en el siguiente diagrama:

¹⁰Creemos que, como cada patrón tecnológico se basa en una transformación de costos relativos, su instauración provoca los cambios correspondientes en el perfil de las ventajas comparativas en el plano internacional. Este punto, sin embargo, no será desarrollado en este artículo.



Comencemos por discutir brevemente lo que quiere decir cada uno de los elementos y relaciones indicadas.

Considerar el objetivo de la máxima ganancia como la fuerza propulsora y el principio organizador del sistema capitalista, no encontrará mayor objeción. En esta secuencia específica, se le señala como el criterio utilizado en la selección de un tipo de equipo frente a otros y de una forma determinada de organización de la producción, partiendo de las tecnologías y oportunidades disponibles y tomando en cuenta el costo relativo de los factores, en especial la evolución del factor clave, antes definido, y el costo de la mano de obra según los diversos niveles de calificación.

En general, mientras que el objetivo de la máxima ganancia es el mecanismo propulsor, el patrón tecnológico es el mecanismo direccional. En la secuencia de relaciones que estamos analizando se pone el acento en aquel aspecto del paradigma que define el uso óptimo de la mano de obra tanto en cantidad como en calidad, es decir, en el "perfil ideal de calificaciones" en relación a la masa salarial total.

El Taylorismo - semilla del Cuarto Kondratieff.

Para ilustrar lo que queremos decir, veamos el momento en el cual se definió lo esencial del paradigma que prevaleció hasta hace poco: aquel cuando Frederick W. Taylor transformó la organización productiva en los patios de la planta de acero de la Bethlehem Steel, a fines del siglo pasado. Este evento puede ser considerado como la invención y primera introducción de esa innovación social e institucional en el seno de la esfera productiva.

Cambio en la estructura ocupacional

Según el recuento de Taylor¹¹, había en el patio más de quinientos obreros ejecutando diversas tareas, en cuadrillas de unos 75 hombres, cada una al mando de un capataz. La empresa se limitaba a comunicar las tareas a los capataces y confiaba en su experiencia y la de los trabajadores (quienes con frecuencia usaban sus propias herramientas) para que realizaran el trabajo a su manera. Tres años después sólo quedan 140 obreros en el patio, cumpliendo cada uno con las tareas que antes hacían tres o cuatro, pero ahora con herramientas de la compañía, cuidadosamente diseñadas y normalizadas, y siguiendo estrictamente los procedimientos estandarizados determinados por estudios de tiempo y movimiento¹². En un nuevo departamento de planificación se preparaban con todo detalle las tareas del día siguiente para cada trabajador individual y desde ahí se coordinaban todos los movimientos en el patio. Allí trabajaban ahora ingenieros, especialistas de tiempo-movimiento, dibujantes y personal de oficina y se había establecido un sistema de teléfonos y mensajeros. Los capataces de cuadrilla habían sido reemplazados por un conjunto de supervisores funcionales a cargo de la coordinación, el entrenamiento y el cronometraje y medida del trabajo, actuando en general como agentes del departamento de planificación.

La nueva organización, a pesar de los nuevos gastos asociados al departamento de planificación y al depósito de herramientas, no obstante que los sueldos de los nuevos trabajadores de "cuello blanco" eran mucho más altos y que los salarios de los obreros que quedaron aumentaron un 60%, permitió reducir a menos de la mitad el costo de manejar una tonelada de metal: de 7.2 a 3.3 centavos la tonelada¹³. Y las nuevas técnicas de "organización científica del trabajo" producían reducciones de costos similares al ser aplicadas a cualquier proceso productivo desde albañilería hasta control de calidad de rolineras o al trabajo en talleres de mecanizado.

Aunque el Taylorismo no sea más que la semilla a partir de la cual evolucionó la producción en masa continua como patrón tecnológico acabado, sirve a los propósitos del presente análisis incluso en esa, su forma más primitiva. No será difícil imaginar que, con resultados como los descritos, el objetivo de la máxima ganancia impulsará la propagación de las técnicas de la organización científica del trabajo y, a medida que las empresas van reduciendo, una tras otra, la cantidad usual de trabajadores con relación a su volumen de producción y transformando su composición, es lógico suponer que, en el perfil ocupacional global, estas nuevas tendencias se irán haciendo gradualmente visibles. Por supuesto que el efecto sólo alcanzó una magnitud históricamente significativa con la difusión del patrón tecnológico basado en la línea de ensamblaje de Ford en conjunción con el motor de combustión interna y el petróleo barato. No obstante, en aras de la sencillez, aceptemos seguir la lógica de la innovación de Taylor.

Al sostener que la difusión y generalización de un patrón tecnológico lleva consigo la transformación del perfil ocupacional de la población trabajadora según tendencias determinadas, nos referimos a una evolución dinámica y no a una estructura estática. Quizás la mejor manera de concebir el fenómeno sea como un conjunto de tasas de crecimiento diferentes para las distintas categorías ocupacionales, según la dirección, prevaleciente de los cambios en la organización de la producción. (Este tipo de transformación conlleva evidentemente muchas

¹¹ Taylor (1972)

¹² Podemos notar de paso que la "estandarización" era un concepto central del paradigma que prevaleció en el tercer Kondratieff, durante el cual nació esta trascendental innovación organizativa.

¹³ Recordemos que antes se había sugerido que el acero barato fue factor-clave en el tercer Kondratieff, de modo que cualquier mejora que redujera su costo contribuía a favorecer la fase ascendente.

implicaciones en lo social y en el mercado laboral cuya discusión no podemos abordar en este trabajo).

Siguiendo entonces con nuestro ejemplo ilustrativo, el crecimiento de una nueva capa de trabajadores de cuello blanco entre la administración y los capataces y la reducción del número requerido de trabajadores manuales para un volumen de producción dado, introducen un nuevo perfil de evolución en la estructura ocupacional. Al principio, las viejas tendencias no desaparecen, pues parte sustancial del crecimiento agregado sigue ocurriendo a la manera tradicional. Las nuevas tendencias surgen simplemente como contra-tendencias suavizando o cambiando las líneas del viejo perfil, pero cada ciclo económico contribuye a eliminar parte del viejo patrón tecnológico y a fortalecer y acelerar la aplicación del nuevo, aumentando también la visibilidad de sus consecuencias en la estructura ocupacional del empleo (¡y del desempleo!).

Cambio en la distribución de ingreso

Pero estas transformaciones en el perfil ocupacional llevan aparejadas las tendencias correspondientes en la distribución del ingreso. En el experimento original de Taylor la masa salarial fue reducida a la mitad mientras el número de empleados se disminuyó a menos de un tercio. No obstante, el cambio fundamental fue en la distribución del monto salarial global resultante: de una estructura en tres niveles, formada por los administradores, los oficinistas y capataces y los obreros, correspondiente a una distribución de aproximadamente un salario alto y uno mediano por cada setenta u ochenta salarios bajos, se pasa con la nueva organización a una compleja jerarquía de salarios. Las filas de los grupos de "medianos ingresos" empiezan a ensancharse. A medida que la masa salarial disminuye y es redistribuida dentro de las empresas, la masa de ingresos percibida en forma de sueldos y salarios se redistribuye en la sociedad en su conjunto (y muchos se quedan sin percibir nada).

Cambio en el perfil de la demanda

Siguiendo adelante, la evolución en la distribución del ingreso se traduce en cambios en el perfil de la demanda de consumo. En nuestro ejemplo, las nuevas tendencias en la distribución del ingreso tienen que abrirse paso en un mercado fuertemente dividido entre bienes suntuarios y bienes básicos (alimentos, vestido y vivienda). La "clase media" tradicional, formada por los pequeños propietarios y la minoría educada, consumía -y a menudo vendía- en ambos mercados. Ahora los mercados de bienes básicos comienzan a encogerse gradualmente en términos relativos, mientras que emerge y tiende a crecer un nuevo patrón de demanda intermedia.

¿Pero cómo afecta esto la difusión del patrón tecnológico según se indica en el diagrama?. Se puede suponer que al principio la nueva capa media de asalariados crece lentamente y se une a las filas de la clase media tradicional en cuanto a su comportamiento en el mercado de consumo. Después de todo, la gente decide qué comprar entre lo que está disponible. Sin embargo, la evolución particular de oportunidades crecientes y estancamiento, en unos y otros mercados, no pasa desapercibida para los empresarios. Independientemente de cuán defectuosa sea la información, en la situación que hemos venido siguiendo es poco probable que un empresario se lance a una nueva inversión para atender a un mercado decreciente, como por ejemplo telas de algodón. En cambio, es muy posible que decida aplicar el nuevo potencial de productividad para convertir un bien suntuario en un bien accesible a la creciente capa media. Y eso es precisamente lo que Ford se propuso hacer al lanzar su Modelo-T y lo que muchos otros hicieron después de él.

El proceso de transformación

Es así como la difusión de una nueva forma de organización de la producción, con un perfil- tipo de calificaciones distinto, se traduce en una transformación en la distribución del ingreso, la cual, a su vez, afecta el perfil de la demanda enviando señales a los productores sobre las características generales de los nuevos tipos de bienes capaces de captar mercados en expansión y susceptibles de ser producidos con el nuevo patrón tecnológico. El proceso se convierte gradualmente en un lazo de retroalimentación acelerada. Es este modo de propagación constante lo que agudiza el efecto perturbador en la fase descendente de la onda Kondratieff y lo que, en período de ascenso, contribuye a una armonía cada vez mayor.

Es así como la introducción de la línea de ensamblaje, óptima extensión de la "organización científica del trabajo", constituyó la cristalización de un cambio de paradigma, trasladando el concepto de flujo continuo, propio de la industria química, a la fabricación de productos discretos. Al mismo tiempo significó un cambio en la estructura ocupacional, haciendo más homogéneo el trabajo obrero, lo que a la larga condujo a la transformación de los sindicatos por oficio en sindicatos por rama, y generando un patrón de crecimiento del empleo de cuello blanco con multiplicación de niveles jerárquicos. Con el tiempo terminó transformándose también el perfil de productos en el mercado, donde la producción masiva de bienes durables de consumo, basados en el consumo de energía, se introducirían en las cada vez más numerosas viviendas suburbanas, las cuales a su vez se hacían posibles por la disponibilidad misma del automóvil, la expansión de la red vial y el crecimiento del grupo de ingresos medios.

Como muy bien lo expresó Landes¹⁴: "La industria automotriz comenzaba a jugar... (al final del período entre-guerras) un papel análogo al que jugó el ferrocarril a mediados del siglo diecinueve: era un enorme consumidor de productos intermedios terminados y semi-terminados y de componentes; tenía un insaciable apetito por combustible y otros derivados del petróleo; requería un pequeño ejército de mecánicos y personal de servicios para mantenerla rodando; y dio un poderoso ímpetu a las inversiones en capital social y de infraestructura (carreteras, puentes, túneles). Al mismo tiempo, planteó nuevos problemas técnicos en metalurgia, química orgánica e ingeniería eléctrica, logrando soluciones que tuvieron consecuencias importantes también para otras industrias".

Hela entonces, allí, la principal rama vectora en proceso acelerado de difusión, impulsando y siendo impulsada por la industria petrolera, ya en manos de unos pocos gigantes y logrando rápidamente encontrar fuentes más económicas, primero en México, luego en Venezuela y el Sudeste Asiático (aunque la reducción radical de costos sólo habría de hacerse posible en los años treinta con el "flujo libre" del petróleo liviano de la Península Arabe). De un promedio tope de \$2.00 por barril en el período de guerra y post-guerra (1915-20), el precio del petróleo descendió a un promedio de \$1.35 en el período 1926-30 y a \$0.83 en los años de depresión (1931-35). El precio promedio de la electricidad en los Estados Unidos, por otra parte, había caído en 41% de 1902 a 1928 (o en 31% en términos constantes).

¹⁴ Landes (1972, p. 442)

El patrón tecnológico de producción en masa.

Sugerimos entonces que en los años diez y veinte, el patrón tecnológico que sirvió de base al modo de crecimiento del cuarto Kondratieff estaba emergiendo y se encontraba en proceso de difusión con sus ramas vectoras y motrices y su perfil ocupacional tipo.

Es interesante observar que tanto la producción masiva de petróleo como la tecnología de línea de ensamblaje se desarrollaron en Estados Unidos y que las tasas más altas de crecimiento en producción de electricidad y en ventas de automóviles y aparatos de radio se registraron también en ese país. En Europa, el mayor peso del viejo estilo tecnológico y la segmentación de los mercados parecieron inhibir, en esos años, el logro del pleno potencial para la producción en masa de unidades idénticas inherente al nuevo patrón tecnológico. Los Estados Unidos reunían todas las condiciones para proceder sin obstáculos a convertirse en el centro mundial del nuevo modo de crecimiento¹⁵.

Pero, para hacer la transición de un sistema basado en el crecimiento de la producción de acero, equipo eléctrico pesado, grandes trabajos de ingeniería (canales, puentes, represas, túneles) y química pesada, orientados a los grandes inversionistas, fundamentalmente otros capitalistas o gobiernos, a un sistema de producción masiva de bienes para servir al mercado de consumo y de defensa, era necesario efectuar innovaciones radicales de gestión de la demanda y redistribución del ingreso, entre las cuales la más importante es probablemente la conversión del Estado en un agente económico directo.

El gran ascenso económico después de la Segunda Guerra Mundial fue entonces un período en el cual se produjo una adecuada correspondencia entre los requerimientos de un patrón tecnológico para la producción en masa, basado en la disponibilidad casi ilimitada de petróleo barato, y el marco socio-institucional dentro del cual este estilo tecnológico podía desplegarse. Pero esta correspondencia sólo se logró después de un período de profunda depresión y turbulencia social en la década del treinta y luego de una guerra de grandes proporciones. En los años treinta, la manera de lograr ese conjunto de respuestas sociales e institucionales apropiadas no estaba nada clara. Como ya se ha indicado, las soluciones entonces propugnadas y aplicadas ocupaban un amplio espectro desde el fascismo hasta el "New Deal" y el comunismo¹⁶. Fue sólo en la post-guerra cuando gradualmente cristalizó un modo de crecimiento en los principales países industrializados, creando la necesaria armonía entre el marco institucional y el patrón tecnológico.

Transformaciones socio-institucionales

Entre los principales cambios institucionales que promovieron esa correspondencia se encuentra, a nivel nacional, la significativa expansión del papel del Estado en la vida económica. Las políticas Keynesianas, que en una u otra forma fueron adoptadas por la mayoría de los países, condujeron a diversos mecanismos de gestión de la demanda, tanto directos a través del gasto en infraestructura, defensa y servicios públicos, como indirectos a través de la redistribución del

¹⁵El hecho de que los Estados Unidos se hubiesen comprometido tan completa y tempranamente con el patrón tecnológico del cuarto Kondratieff puede contribuir a explicar porqué a un país como Japón se le hace tanto más fácil que a los Estados Unidos adoptar el nuevo estilo y hacer los cambios organizativos requeridos.

¹⁶ El patrón tecnológico de producción en masa, que sustenta estos arreglos sociales y formas institucionales tan ampliamente divergentes, es esencialmente el mismo, lo cual sirve para ilustrar cuan amplia y diversa es la gama de alternativas que se abre a la sociedad en cada fase crítica

ingreso lograda mediante impuestos, al manejo de las tasas de interés y el empleo gubernamental masivo. Aun más indirecto, pero igualmente importante para la administración de la demanda, fue el establecimiento de un refinado aparato público de elaboración de estadísticas para servir de base tanto a la política estatal como a las decisiones de inversión del sector privado, y a sus estudios del mercado.

Otro cambio socio-institucional de gran importancia fue la rápida expansión de la educación masiva media y superior para satisfacer el enorme incremento de la demanda de trabajadores "cuello blanco", técnicos y de oficina, conjuntamente con la expansión de los diversos tipos nacionales de sistemas de salud pública. Ambos constituyeron también grandes fuentes de empleo y por ende de redistribución del ingreso.

En el plano más estrictamente económico, innovaciones institucionales tales como los sistemas de gran escala de crédito al consumidor, el desarrollo de la publicidad y de la industria de comunicación de masas, así como las distintas formas de obsolescencia planificada, constituyeron otros tantos medios de orientar el uso del ingreso disponible hacia el consumo intensivo de los diversos bienes propios de un patrón tecnológico de producción masiva (y más tarde también de los bienes precursores del patrón venidero).

La aceptación institucional de los sindicatos como representantes legales de los trabajadores (especialmente en las ramas vectoras), a la vez que contribuía al aumento del ingreso disponible, estimulaba la aplicación de innovaciones incrementales ahorradoras de mano de obra, tanto en las viejas plantas como en las nuevas inversiones, siguiendo la trayectoria establecida por el patrón tecnológico. En términos generales, la evolución de los salarios de la mano de obra no sindicalizada tendía a seguir el ritmo marcado por los sindicatos, con lo cual se puede considerar a éstos como una forma indirecta de gestión de la demanda.

Al nivel de la empresa, el "concepto de la corporación", que tan bien describió Peter Drucker¹⁷ basándose en un estudio del caso de la General Motors, estableció un nuevo "tipo ideal" de organización para las firmas gigantes basado en la integración horizontal y un complejo sistema de gerencia que permitía llegar a la escala óptima de planta dentro de un tamaño óptimo mucho mayor de la empresa. Un nuevo elemento de esta organización fue el laboratorio interno de investigación y desarrollo, el cual antes sólo existía como un complemento necesario en industrias basadas en el desarrollo científico como la eléctrica y la química, pero que ahora podía servir las formas controladas y sofisticadas de competencia que llegaron a caracterizar a los oligopolios.

Este desarrollo particular fue también un elemento crucial del "complejo militar-industrial", el cual, siguiendo el prototipo del Proyecto Manhattan que produjo la bomba atómica, permitió reunir los esfuerzos gubernamentales, científicos, tecnológicos e industriales para lograr metas pre-determinadas, generando una multiplicidad de requerimientos de innovación en nuevos materiales y procesos. Estos podían ser luego trasladados de los usos militares a los civiles, una vez que sus etapas iniciales y más costosas habían sido cubiertas por contratos de defensa.

A nivel internacional, el Acuerdo de Bretton Woods estableció una base sólida para reglamentar los flujos internacionales de comercio y de capital (reconociendo la hegemonía de Estados Unidos en el nuevo arreglo) y el Plan Marshall estimuló el crecimiento mundial de la inversión y los mercados en general. La descolonización rompió las barreras basadas en el sistema imperial

¹⁷ Drucker (1972)

que impedían el libre flujo del comercio y la inversión. Con ello se permitió que las "ramas motrices" productoras de energía y materiales, de los distintos países desarrollados, establecieran arreglos de competencia más flexibles para usar las fuentes de bajo costo disponibles en los países en desarrollo. Al mismo tiempo, los requerimientos de aumento masivo de mercados inherentes al nuevo patrón tecnológico, provocaron un número creciente de acuerdos de tipo "mercado común", al igual que la instalación de "filiales locales" como respuesta de las ramas vectoras a las políticas de protección arancelaria de los países en desarrollo. Sin embargo, la mayoría de las instituciones internacionales y especialmente los organismos de Naciones Unidas tenían más un carácter facilitador que de "gestión económica", a diferencia de las principales instituciones en el ámbito nacional.

Esta lista impresionista y muy incompleta de las innovaciones sociales e institucionales del cuarto Kondratieff, puede ser considerada también -si es que nuestra hipótesis sobre las ondas largas es una aproximación aceptable a los hechos- como una lista de mecanismos obsoletos frente a lo que serían las instituciones efectivas necesarias para desencadenar el ascenso del quinto Kondratieff basado en la microelectrónica.

Requerimientos institucionales para la nueva fase ascendente.

Según las hipótesis presentadas, las ciencias sociales tendrían hoy una enorme tarea consistente en detectar las nuevas tendencias generadas por el nuevo patrón tecnológico ya establecido, con su familia de tecnologías interrelacionadas y sus trayectorias más o menos visibles, distinguiéndolas de lo que en realidad son: o tendencias en extinción debido al agotamiento del viejo paradigma, o respuestas temporales que desaparecerán una vez efectuada la transición. En cierta manera se puede decir que, durante el ascenso, encontramos distribuciones estadísticas donde la "moda" tiende a coincidir con el promedio, mientras que en los descensos y las crisis enfrentamos distribuciones bi-modales, donde el promedio del agregado tiene escasa significación. Más aún, durante el ascenso los factores cualitativos pueden ser relativamente ignorados en la medición cuantitativa, mientras que el tipo de investigación interdisciplinaria y de estudio de casos se hace indispensable durante las fases descendentes.

En particular, la detección precisa de las características del nuevo paradigma es esencial a fin de acercarse a las soluciones institucionales, que, al mismo tiempo que abran el camino para la generalización del nuevo patrón tecnológico, ofrezcan salidas apropiadas para hacer menos dolorosa -o incluso mejor- la suerte de quienes habrían sido sus víctimas inevitables.

Esto no significa que exista una correspondencia unívoca entre las características generales del patrón tecnológico y aquellas del marco socio-institucional adecuado. Ya antes hemos enfatizado que existe un amplio espectro de escenarios posibles, todos capaces de permitir altas tasas de crecimiento, pero extremadamente diferentes en lo que respecta a sus consecuencias sociales, tal como se vió claramente en los años 30, en el punto más bajo de esa onda larga. Por lo demás, tampoco está predeterminada la dirección en que será explotada la trayectoria tecnológica del nuevo paradigma, excepto en el rango más general de sus posibilidades. Con estas advertencias en mente, se pueden, sin embargo, señalar algunos elementos básicos que surgen de las características esenciales del nuevo potencial tecnológico y que es probable que configuren cualquiera de las alternativas válidas.

Uno de estos elementos es el hecho de que el nuevo patrón tecnológico parece tener una fuerte dimensión trans-nacional, basada en la provisión de capacidades sin precedentes para el manejo

de información y de una infraestructura de telecomunicaciones que permiten la administración eficiente de conglomerados transnacionales gigantes, complejos y flexibles, capaces de maximizar las ganancias a largo plazo y de optimizar el uso de factores a escala planetaria^(d). Por eso las "soluciones" nacionales del tipo al que nos acostumbramos durante el Kondratieff que está feneciendo parecen ser muy poco adecuadas para administrar una economía basada en el nuevo paradigma.

Otro elemento que apunta a la necesidad de un marco supra-nacional es el enorme incremento potencial en la escala de la planta para ciertos tipos de producto. Los radicales aumentos de productividad posibles con el diseño y la manufactura asistidos por computadora, el control numérico y la "inteligencia distribuida", en las antes menos productivas "tecnologías de taller," basadas en oficios semi-artesanales (como la industria gráfica o la producción de bienes de capital por lotes), permiten inmensos aumentos en escala de planta. En esos casos, el tamaño de planta deja de relacionarse con el tamaño del mercado para un producto y pasa a ser definido por el de una grande y cambiante familia de productos. Y estos posibles incrementos pueden, en esa y otras ramas, incluir la integración, en un proceso continuo, de varios productos intermedios junto con el conjunto flexible de productos finales, con lo que crece el potencial aumento de escala. En la producción de servicios, especialmente información y telecomunicaciones, es aún más evidente que cuanto mayor sea el mercado y más amplia su cobertura, más bajo será el costo unitario y más intensos los estímulos para que florezcan las múltiples oportunidades que aprovechan la disponibilidad de estos servicios, cuyo costo disminuye constantemente.

El gran potencial que tiene el nuevo patrón tecnológico para admitir una muy flexible mezcla de productos y cambios relativamente rápidos en su diseño permitiría la aplicación de prácticas de obsolescencia rápida en bienes de capital (y "software") tanto para la aplicación como para la producción de bienes y servicios. Así, mientras los mercados para la producción en masa crecieron sobre la base del consumo personal y los gastos de defensa, los mercados para los productores de equipos con mejoramiento constante de tecnología y "software" prosperarían mediante la proliferación de medianos y pequeños productores, tanto en los países desarrollados como en aquellos en desarrollo.

Y, de nuevo, ya que el estilo tecnológico favorece a los bienes y servicios intensivos en información, tanto para los productores como para los consumidores, la apertura de un amplio y creciente abanico de oportunidades de aplicación que acelere la corriente de cambio dependería en gran medida del ritmo de crecimiento de una infraestructura masiva de telecomunicaciones mundiales¹⁸.

De esta manera, el nuevo espacio potencial para empresas gigantescas y producción a muy alta escala en ciertas áreas-clave, unido a las oportunidades para la producción descentralizada "inducida" en otras ramas, indica que el ámbito de los mercados nacionales constituye un obstáculo para llegar al despliegue total. Así, en una u otra forma, aparece como necesario algún mecanismo de administración supra nacional. Para mantener el adecuado crecimiento del

¹⁸ Quizás aquí pueda hacerse una analogía con el tercer Kondratieff, a fines del siglo pasado e inicios de éste, cuando las empresas gigantes de las ramas vectoras no producían directamente para los consumidores sino que, basándose en el acero barato de las ramas motrices, concentraban su crecimiento en la enorme inversión en obras de infraestructura, de ingeniería civil y eléctrica, en la química pesada y los bienes de capital, mientras daban pie para la desconcentración masiva de la producción para el consumo, en manos de pequeñas y medianas empresas, usando las herramientas, la electricidad y los motores eléctricos individuales que aquellas producían.

mercado, pareciera básico el establecimiento de alguna forma de redistribución internacional del ingreso.

En los últimos años se han adelantado varias propuestas para arreglos supranacionales como el establecimiento de: un Keynesianismo internacional; "planes" Marshall de alcance mundial; un nuevo orden económico internacional; redespiegue industrial, y otras ideas similares. Pero la mayoría de los gobiernos, especialmente en los países en desarrollo, aún parecen tener esperanza en los mecanismos limitados al espacio nacional.

En lo que respecta a las organizaciones sociales, hay dos que merecen señalarse: el movimiento ecológico y la OPEP. El nuevo patrón tecnológico es básicamente economizador de recursos naturales. Para emitir este juicio, consideremos sólo algunas de sus características. Permite una reducción sin precedentes del tamaño de muchísimos productos, reduce el desperdicio, facilita fabricar ciñéndose a tolerancias más estrictas, controla el uso de energía, elimina muchas piezas móviles, abre la posibilidad de operar sin efluentes en plantas de circuito cerrado, etc. Al mismo tiempo, de modo indirecto, su total despliegue tendería a satisfacer muchas necesidades con servicios en lugar de productos, por ejemplo sustituyendo por telecomunicaciones gran parte del transporte físico o disminuyendo drásticamente el consumo de papel. De aquí que muchas de las reivindicaciones del movimiento ecológico, las cuales son, en la práctica, un rechazo al estilo tecnológico alto consumidor de energía y materiales, hoy en proceso de agotamiento, pueden ser atendidas mediante una mayor difusión de las aplicaciones de la microelectrónica. Al mismo tiempo, el alza de costos de la energía y los materiales no haría sino estimular la inversión en tales aplicaciones. Por eso, en parte al menos, el movimiento ecológico puede considerarse como una de las fuerzas que contribuyen al reemplazo del viejo estilo. Por esa misma razón la OPEP, lejos de ser el "culpable" de la crisis, sería de hecho el prototipo de organización social que, en un doble rol similar al que tuvieron los sindicatos durante el cuarto Kondratieff, serviría como estímulo para el avance de la nueva tecnología a lo largo de su trayectoria y como mecanismo indirecto de distribución de beneficios.

En cuanto a la estructura ocupacional, la nueva tecnología parece producir una distribución centrífuga con un rápido crecimiento del personal altamente calificado y del que no tiene calificación alguna: entrenados rápidamente para ser alimentadores de sistemas de información, vigilantes de su funcionamiento y operadores de rutina. Ello contrasta fuertemente con el gran crecimiento que en el patrón tecnológico previo tuvo el personal de calificación media. En consecuencia, si los gobiernos pretenden atender con eficacia el problema del desempleo técnico deberán concentrar su acción en los niveles medios, tanto para reciclar al personal como para crear las condiciones de aparición y crecimiento de pequeñas y medianas empresas. Estas podrían quizás ser organizadas por los gerentes medios desplazados, generando empleos para los obreros calificados y mercados para los fabricantes de equipos industriales y de oficina.

Más generalmente, sin embargo, una de las características más destacadas del nuevo paradigma es su capacidad de manejar la variedad, la diversidad y la dispersión a todos los niveles, al contrario de las tendencias a la masificación, la homogeneización y la aglomeración que caracterizaron al patrón tecnológico anterior. Esto puede significar que el abanico de escenarios válidos es particularmente amplio y que, además, estos pueden tener capacidad para acomodar al nivel micro un rango todavía más amplio de opciones sociales y arreglos institucionales.

Que éstas sean algunas de las conclusiones adecuadas o no, es cuestión de especulación. El optimismo en las condiciones actuales reposa sobre un terreno extremadamente frágil pero, si nuestras hipótesis parecen razonables, éste sólo se puede afincar en la disposición a innovar audazmente en las esferas social e institucional e -insistimos- a escala planetaria.

Bibliografía

- DRUCKER, P.F. (1972), *Concept of the Corporation*, Mentor, Nueva York.
- FREEMAN, C., CLARK, y SOETE, L. (1982) *Unemployment and Technical Innovation; A Study of Long Waves and Economic Development*, Frances Pinter, Londres
- KONDRATIEFF, N.D (1935), "The Long Waves in Economic Life" en. *Review of Economic Statistics*, Vol. 17, Nov., pp. 105-115.
- LANDES, D.S. (1972), *The Unbound Prometheus*, Cambridge University Press. p. 442.
- MENSCH, G, COUTINHO, CH y KAASCH, K (1981), "Changing Capital Values and the Propensity to Innovate", *Futures*, Vol. 13, N° 4, agosto. p. 283
- ROSENBERG, N. y FRISCHTAK, C.R. (1984)", "Technological Innovation and Long Waves", *Cambridge Journal of Economics*, N° 8 p.7-24
- SCHUMPETER, J.S (1939), *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Vol. 1, McGraw Hill, Nueva York, 1939, p.223
- TAYLOR, F.W. (1972), *The Principles of Scientific Management*, Norton, Nueva York.

Notas adicionales de la autora (2002)

- (a) En la versión original inglesa de este artículo se utilizó la expresión “technological style” dado que no hay un equivalente adecuado del castellano “patrón tecnológico” cuya combinación de las nociones de modelo y de autoridad me parecía ideal. Ya para el siguiente artículo (“Microelectronics, Long Waves and World Structural Change: New Perspectives for Developing countries” en *World Development*, Vol 13, No. 3, 1985, pp. 441-463), adopté definitivamente la expresión “paradigma tecno-económico” para compatibilizarlo con la noción de “paradigma tecnológico” utilizada por Giovanni Dosi para la microelectrónica (Dosi, G, “Technological Paradigms and Technological Trajectories” en *Research policy*, Vol 11, No. 3, June 1982) y apuntar, con lo de “tecno-económico” a su carácter de meta-paradigma para toda la economía.
- (b) Quizás el término “insumo núcleo” habría sido más adecuado por llamar la atención sobre la revolución tecnológica en cuyo centro se encuentra el insumo en cuestión y por eludir la confusión con la noción de “factor” usada por los economistas sólo para referirse al capital, el trabajo y la tierra. Ese será el término utilizado en futuras publicaciones.
- (c) La tradicional identificación de las ondas largas supone que cada una comienza en un punto mínimo al inicio de la fase de ascenso y termina en el siguiente punto mínimo al final de la fase de descenso. Según la interpretación que se propone aquí, tendría más sentido definir cada onda larga como yendo de cúspide a cúspide, para asociarla a la vida útil de cada paradigma. Esta es la opción tomada claramente por mí en *Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero* (original inglés Elgar 2002; versión castellana Siglo XXI 2005) hasta el punto de abandonar el término ondas largas a favor de “grandes oleadas de desarrollo”.
- (d) La importancia de una red específica de infraestructura con bajo y decreciente costo de acceso y como parte esencialísima del tejido de interrelaciones de cada paradigma no estaba tan clara para mí en 1979, cuando escribí la sección sobre ramas vectoras, motrices e inducidas. Esta última parte del artículo fue escrita en 1983, cuando ya la importancia de las telecomunicaciones digitales permitía hacer un paralelo con las redes de autopistas y de oleoductos del paradigma anterior. Pero aún faltaban diez años para que se abriera Internet al uso general.