

Antecedentes económicos y sociales de las nuevas tecnologías y sus tendencias

CARLOS CURIEL GUTIÉRREZ

Introducción

En este trabajo se intenta plantear los principales antecedentes económicos y sociales que auspician la introducción al proceso productivo de las nuevas tecnologías que en la actualidad caracterizan al nuevo paradigma tecno-económico. Asimismo, se apuntan algunas de las tendencias previsible en el desarrollo de estas nuevas tecnologías.

Un primer factor explicativo es el de las recurrentes crisis económicas a partir de los años sesenta. Particularmente relevante es la caída sostenida de la productividad del trabajo, misma que se relaciona no con la ausencia de innovaciones científicas y tecnológicas, sino con la forma de aplicar la ciencia y la tecnología: la producción en masa, el fordismo y el taylorismo, que alcanzan su límite como instrumentos para el aumento de la productividad y la rentabilidad del capital.

Las crisis, y las contradicciones del patrón de desarrollo fueron creando las condiciones para la aparición de un nuevo núcleo de tecnología básica. Este núcleo tiene como componentes principales a la microelectrónica,

la biotecnología, la informática y los nuevos materiales.

El papel presente y futuro -como factores del crecimiento económico del capitalismo contemporáneo- de estas nuevas tecnologías está íntimamente relacionado con la necesidad de dar respuesta a los "cuellos de botella" presentados por el anterior modelo.

Crisis económicas: crisis de productividad y de rentabilidad

Desde la perspectiva de la oferta, es decir, desde el punto de vista del proceso productivo, las crisis económicas mundiales tienen una relación directa con los factores que han venido obstaculizando un mayor desarrollo de la productividad, origen de los excedentes que impulsan la inversión y, en consecuencia, la producción. La productividad es la base de la competitividad tanto entre las empresas como entre las naciones.

En Estados Unidos la productividad del trabajo disminuyó de 3 por ciento en los cincuenta a 2.2 por ciento entre 1990 y 1995, pasando por 2.6, 1.1 y 1.3 por ciento en las décadas intermedias (Koubini y Backus, 1998).

De hecho, antes de los años setenta la productividad del trabajo era de alrededor de 4 por ciento anual en los países de la OCDE (*Economic Outlook*, 42: 41), y en el periodo 1973-1985 bajó a 1.4 por ciento.

Traducido esto en excedentes o rentabilidad real, es decir, en aquella parte del crecimiento de la producción no generada por mayores insumos de capital o trabajo y que puede considerarse como producto de la mayor eficiencia del proceso de trabajo, se encuentra una reducción de 3 por ciento en los años previos a los setenta y de 0.6 por ciento entre 1973 y 1985 (*ibid.*).

De acuerdo con estos datos, es posible hablar de una crisis de rentabilidad en la esfera de la economía a partir de los años setenta (Lipietz, 1987: 43), que provocó la búsqueda de ganancias por parte del capital en el ámbito financiero.

No se puede atribuir la crisis de la productividad a la falta de innovaciones científicas y tecnológicas ya que, por ejemplo, la microelectrónica se desarrolló poderosamente en los años sesenta y setenta. Más bien fue la forma de aplicar la ciencia y la tecnología al proceso productivo lo

El autor es profesor-investigador del Departamento de Economía del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara.

que generó cada vez menos excedentes.

Dicha aplicación se basaba en dos ideas centrales de cómo aumentar la productividad. Primero, una división interna del trabajo, por la cual se convertirían tareas complejas en simples, usando mano de obra no calificada en lugar de calificada; y segundo, una producción en gran escala de productos idénticos para abatir los costos por unidad, dirigida al consumo masivo, usando tecnologías como la línea de montaje.

El primer aspecto significó que la mayoría de los trabajadores no tenían autonomía en su trabajo, y que exclusivamente las actividades de los ingenieros y técnicos se convirtieron en fuentes de productividad. Así, la única manera de incrementar la productividad era con máquinas cada vez más complejas, de las que el trabajador era una simple extensión. Esto llevó a que se elevara el costo del capital por trabajador en forma exponencial, pues se requería de una inversión cada vez mayor para poder reemplazar a un obrero (*ibid.*).

La producción en masa

La idea anterior tuvo consecuencias graves para la productividad al entrar en relación con la segunda; es decir, al darse la producción en gran escala con máquinas de uso específico (Sabel, 1982: 194). El avance tecnológico estaba en vías de reemplazar las máquinas universales por máquinas de uso específico. Un ejemplo claro fue la línea de montaje, que implicó un movimiento de materiales y productos en proceso en una forma fija.

Sin embargo, cada vez que había una innovación tecnológica se requería de mayores volúmenes de produc-

tos idénticos, lo que con el transcurso del tiempo se hizo problemático por dos razones. Primero, porque la carrera de la competencia, basada en la productividad, hacía que las empresas continuaran ampliando sus plantas para obtener mejores economías de escala y, de esta manera, conquistar una mayor parte del mercado, aunque muchas de ellas sabían que el mercado ya no daría para tantos productos idénticos. Como consecuencia, se produjo una sobreproducción en muchos sectores porque la tecnología aplicada era rígida, no se podía usar para otros fines; esto, a su vez, bajó las tasas de rentabilidad. Segundo, porque los consumidores de los países industrializados, cuyo poder de compra se incrementó en las últimas décadas gracias a la producción en masa, se volvieron en contra del propio consumo en masa: el producto era menos atractivo a medida que se vendía más (*ibid.*: 7). Es decir, los consumidores estaban dispuestos a pagar más por un producto diferente al hecho en serie. Como la oferta de variantes por parte de la industria incrementa a su vez la diferenciación de los gustos del consumidor, se enfrenta una espiral hacia un mercado de productos diferenciados en lugar de los estandarizados, lo cual hace más difícil la inserción de una empresa en el mercado a partir de la producción en masa de bienes idénticos.

Quedó claro que no se podía continuar por el camino de la producción en serie para el consumo en masa porque se acercaba el punto en que la inversión no iba a poder generar ningún incremento en la productividad, y menos en la rentabilidad.

A esto se debe agregar que la tecnología de producción y el consumo en masa estaban basados en concep-

tos rígidos de uso de materias primas, energéticos, generación de desechos y contaminación. Es decir, el incremento en la productividad significaba, por lo general, un incremento igual o mayor en materias primas, energéticos, etcétera. Los pronósticos del Club de Roma en los años setenta señalaban que la humanidad iba rumbo a una catástrofe porque el tipo de tecnología y producción seleccionados estaban acabando rápidamente con las reservas de materias primas en el mundo y haciendo inhabitable el medio ambiente.

La producción en masa, como proceso de trabajo altamente dividido en tareas simples que empleaba mano de obra no calificada o semicalificada, rompió en un primer momento el control y la autonomía que los trabajadores calificados "oficiales" tenían sobre el cómo hacer el trabajo y la intensidad del mismo. El cronómetro y la línea de montaje transfirieron ese control al departamento de ingeniería y al de gestión. Igualmente, se abandonó la antigua jerarquía existente en la empresa: maestro, oficial, ayudante y las redes informales de contacto, que en un momento dado servían como infraestructura de resistencia y reivindicación obrera (Coriat, 1979: 23-37).

Por consiguiente, apareció el moderno trabajador en masa como base de la producción y de las organizaciones obreras. El *Estado benefactor* procuró el resguardo para que los trabajadores participaran en los incrementos de la productividad, ya fuera a través del salario o de los beneficios colectivos (legislación laboral, seguridad social, vivienda, reparto de utilidades, etcétera).

Defender y reivindicar los intereses del trabajador colectivo era un



objetivo fundamental facilitado por una masa de trabajadores altamente homogénea. Se celebraron contratos colectivos fijos de varios años, basados en una proyección de la productividad promedio del sector.

Lo anterior puede durar cuando todos los sectores y empresas crecen de manera similar, pero cuando aparecen los primeros síntomas de sobreproducción, por un lado, y una mayor diferencia entre empresas intensivas en capital y aquellas intensivas en trabajo (confección, textil, electrónica de consumo) por otro, la participación de la mano de obra en los costos empieza a aumentar en más empresas, cuya productividad estaba por debajo del promedio. Para mantener la rentabilidad, muchas de ellas empiezan a trasladar la producción a los países subdesarrollados, con bajos salarios y leyes laborales y ambientales menos estrictas.

La empresa, con la delimitación precisa de funciones de cada trabajador, podía exigir la realización de las tareas que aparecían en la descripción del puesto; y el trabajador, por su parte, se defendía al utilizar dicha descripción para no hacer ninguna otra cosa. Además, la extrema divi-

sión del trabajo en la empresa, donde el obrero fue considerado como una extensión de la máquina, sin considerar sus facultades intelectuales, provocaba resistencias obreras individuales ante el proceso monótono, la descalificación y el ritmo elevado. Por consiguiente, la rotación, el ausentismo y el sabotaje fueron las expresiones más comunes (*ibid.*). Esto se tradujo en tiempos muertos, bajo nivel de calidad del proceso y del producto y alto índice de desechos; estos factores elevaron el costo del capital de trabajo y redujeron la rentabilidad.

Si bien la tendencia general en la fábrica moderna era ocupar personal no calificado para la producción en masa, quedaron todavía funciones cuya complejidad o bajo volumen no permitieron subdividirlos en operaciones simples. Oficios como los de tornero, fresador, herramentista y otros se conservaron en un número importante, si bien no dominante. Se trataba de trabajo calificado que requería años de entrenamiento.

Estos oficios mantuvieron una relativa autonomía dentro de las empresas. Así, por ejemplo, en la Ford de Estados Unidos no se logró "disci-

plinar" los departamentos donde la producción se basaba en trabajadores de oficio (Shaiken, 1984: 42-43).

Los obstáculos al crecimiento económico

Los principales obstáculos al crecimiento de la economía capitalista, de acuerdo con lo anterior, fueron los siguientes: 1) aceleración de la intensidad del capital, por la tecnología rígida usada y los tiempos muertos implícitos; 2) falta de flexibilidad para reaccionar ante la demanda; 3) consumo intensivo de energía; 4) contaminación creciente de mantos acuíferos, del aire y del suelo; 5) incremento del costo de la mano de obra, y 6) deficiencia en el control de calidad y de la mano de obra.

Para reactivar la economía mundial era necesario resolver esos problemas. El desarrollo de nuevas tecnologías fue la respuesta de las empresas y los Estados nacionales para empezar un tipo de crecimiento cualitativamente diferente al de las décadas anteriores, que si bien no pretendía superar aquellos obstáculos, al menos intentaba mitigarlos.

Pero, como en toda fase de desarrollo, la solución de los problemas del modelo económico y social anterior trae consigo nuevos problemas sociales y económicos, para los cuales las diferentes partes de la sociedad necesitan prepararse.

Sin duda, la ciencia y la tecnología aplicadas a la producción han sido los factores centrales en el crecimiento económico del capitalismo moderno. Se dice que las innovaciones logradas en los últimos sesenta años han sido de igual o mayor impacto que las innovaciones acumuladas en varios siglos anteriores.

Revolución tecnológica: el nuevo núcleo básico

La evolución de la tecnología no ha sido un proceso evolutivo lineal, en el sentido de irse acumulando en el tiempo. En la historia se pueden identificar núcleos de tecnología básica que se desarrollan de acuerdo con un proceso evolutivo; pero llega un momento en que surgen nuevos núcleos básicos que van reemplazando a los anteriores. A este cambio se le conoce como revolución tecnológica.

Para que un conjunto de nuevas tecnologías generen una revolución tecnológica y, por lo tanto, constituyan un nuevo núcleo de tecnología básica, debe cumplir con los siguientes requisitos: 1) conducir a muchos nuevos productos; 2) transformar la mayoría de los procesos productivos; 3) ser aplicables en muchos sectores de la economía, y 4) disminuir los obstáculos al crecimiento del núcleo anterior (Van Tulder y Junne, 1987: 17).

La microelectrónica, la biotecnología, la informática y los nuevos materiales son las "nuevas tecnologías", no sólo por sus capacidades extraordinarias parciales, de las cuales muchas todavía son más un proyecto que una realidad, sino por constituir un nuevo paradigma tecnológico-económico. Es decir, se supone que ya están imponiendo un nuevo orden en la práctica del periodo tecnológico precedente, creando las condiciones de un nuevo modelo (Piore y Sabel, 1987: 100).

Una característica importante de las nuevas tecnologías básicas es el traslape entre ellas, el que aumentará en el futuro. Dentro del núcleo de la microelectrónica, las computadoras,

las telecomunicaciones y la robótica ya tienen muchas áreas en común. A su vez, un biorreactor requiere del control de una computadora, y en la ingeniería genética el uso de ésta es fundamental. El corte de telas o láminas con un rayo láser es guiado por una computadora, y el biochip une la biotecnología con la microelectrónica, usando la capacidad de las células para guardar y procesar grandes cantidades de información, como si fueran códigos genéticos. Los ejemplos son cada vez más numerosos.

Lo anterior hace que la tradicional división de la economía en sectores empiece a diluirse. Las tecnologías usadas en la granja, en la fábrica y en la oficina del futuro probablemente convergerán. En la automatización de la fábrica y de la oficina se perfila una integración tecnológica muy fuerte para los próximos años, basada en sistemas electrónicos similares. La granja se automatizará cada vez más con el uso de la computadora en su gestión. Asimismo, el uso de la biotecnología junto con la microelectrónica la harán parecerse cada vez más a una fábrica. En el futuro habrá un gran traslape entre la granja, la fábrica y la oficina, usando biochips y biordenadores para aplicaciones muy avanzadas y complejas (Van Tulder y Junne, 1987: 23-26).

Ya se han mencionado algunas ventajas económicas de las nuevas tecnologías básicas, pero es importante recordar que éstas tienen que dar una salida a los problemas creados por las tecnologías básicas anteriores.

Las nuevas tecnologías constituyen una respuesta a esos "cuellos de botella" por las siguientes razones: 1) crean un conjunto de productos nuevos; 2) favorecen un ahorro en

el costo de la mano de obra; 3) ahorran en capital por producto elaborado; 4) ahorran en materias primas; 5) reducen la intensidad del uso energético en el proceso productivo; 6) pueden reducir y hasta evitar impactos negativos sobre el medio ambiente, y 7) dan mayor flexibilidad al proceso productivo (*ibid.*: 26-31).

Se ha dicho que los tres núcleos de innovación tecnológica dura —microelectrónica, biotecnología y nuevos materiales— constituyen las nuevas tecnologías básicas de la economía, como lo eran en su momento la máquina de vapor, la electricidad y los productos petroquímicos básicos.

Las empresas y los Estados nacionales tienen gran interés por el primer lugar en la creación de una nueva tecnología básica para la economía mundial, ya que aparecer entre los primeros es tener la seguridad de obtener altos márgenes de ganancia y de recuperación de la inversión. La rápida obsolescencia de las innovaciones hace que las empresas que las incorporan más tardíamente que sus competidores apenas logren recuperar su inversión, o ni siquiera eso.

Las nuevas tecnologías constituyen el factor de crecimiento y ganancia de las empresas, y sufren altas tasas de obsolescencia, lo que ha desplazado la competencia entre las empresas y naciones del plano de producción a la fase previa, es decir, al diseño y desarrollo del producto. Esto ha generado una carrera netamente tecnológica entre empresas y naciones.

La filosofía neoliberal de la mayoría de los gobiernos de los países desarrollados no fue obstáculo para el fuerte incremento en el gasto en

investigación y desarrollo. En los países desarrollados éste ha alcanzado entre 2 y 2.5 por ciento del PIB. Expresado como monto por trabajador ocupado en la economía se han presentado incrementos de 50 por ciento o más (OCDE, *Economic Outlook*, 42: 41). Sin embargo, éste no ha sido el comportamiento típico de los gobiernos subdesarrollados, en particular los de América Latina, que en su necesidad de realizar ajustes macroeconómicos para enfrentar las crisis recurrentes, han reducido considerablemente el gasto en dicha materia.

Las naciones desarrolladas están cada vez más involucradas en esa carrera tecnológica porque las inversiones que requieren la investigación y el desarrollo se expanden exponencialmente. En el inicio de las nuevas tecnologías las innovaciones se dieron en las pequeñas empresas, fundadas muchas veces por ingenieros que trabajaban en compañías importantes en el campo de la electrónica y la informática. Pero en la actualidad las innovaciones en el campo de las nuevas tecnologías requieren de mucha inversión previa primero en investigación y después en maquinaria y equipo para producirlas.

Tendencias: hacia una mayor concentración del capital a escala mundial

La carrera tecnológica ha llevado a que actualmente sean las grandes compañías con capacidad financiera suficiente las que estén en la delantera, frecuentemente apoyadas por sus gobiernos. Pero también se está produciendo una intensa colaboración tecnológica entre empresas competidoras, aunque estas colaboraciones conllevan frecuentemente con-

flictos y rompimientos. Sin embargo, la sociedad está observando la consolidación de un bloque económico-financiero todopoderoso, pues la carrera tecnológica está impulsando un proceso de concentración económica y de poder en un reducido número de empresas.

En cada uno de los núcleos de las nuevas tecnologías unas pocas empresas transnacionales están dominando el mercado mundial. En la microelectrónica de computación: IBM, DEC, Unisys y Control Data. En telecomunicaciones la participación de AT&T, Siemens, Ericsson y NEC se ha incrementado de manera sostenida. En el campo de la biotecnología, tanto en Europa como en Estados Unidos, son pocas las empresas transnacionales que dominan el mercado: Hoechst, Basaf, Bayer, Nestlé, Rhone-Poulec, Royal-Dutch-Shell, Monsanto y Dupont. En la agricultura, la medicina, etcétera, a menudo son menos de cinco empresas las que tienen la mayor participación (Van Tulder y Junne, 1987: 31-33).

Lo anterior ha llevado a plantear la pregunta de si necesariamente el desarrollo de las nuevas tecnologías tiene como premisa y corolario la creciente concentración del capital. De ser así, tendrán poco futuro los países subdesarrollados y su acceso a la modernidad sólo vendrá acompañado por la creciente participación en sus economías de estas grandes empresas que controlan los procesos innovadores y los mercados. Pero también se afirma que esa revolución tecnológica en curso permitirá el renacimiento de las pequeñas y medianas empresas altamente innovadoras que podrán florecer en un mundo globalizado.

Conclusiones

Las crisis económicas mundiales, desde la perspectiva de la producción, se relacionan con los factores que provocan la baja de la productividad y la rentabilidad del capital.

La crisis de productividad ha estado vinculada a la forma de aplicar la ciencia y la tecnología a la producción.

La vigencia del fordismo-taylorismo y la producción en gran escala -por sus rigideces- propiciaron la generación de cada vez menos excedentes, provocando la crisis de rentabilidad en la esfera de la producción y la búsqueda de ganancias del capital en el ámbito financiero.

Las limitaciones surgidas por la producción en serie para el consumo en masa, al acercarse el punto en que la inversión no iba a poder crear ningún incremento en la productividad y en la rentabilidad, propiciaron las condiciones para una nueva revolución tecnológica en la esfera productiva.

La revolución tecnológica ha venido generando un nuevo núcleo de tecnología básica cuyos principales componentes son: la microelectrónica, la biotecnología, la informática y los nuevos materiales. Que constituyen la base del nuevo paradigma tecno-económico.

Puesto que estas nuevas tecnologías por un lado constituyen un factor de crecimiento y ganancia para las empresas, mientras que por el otro sufren altas tasas de obsolescencia, se ha generado un desplazamiento entre las empresas y naciones de la fase de producción a la del diseño y desarrollo del producto. Surge así una nueva carrera tecnológica entre las empresas y las naciones.

En esta carrera tecnológica las grandes empresas con suficiente capacidad financiera se han colocado a la delantera. Y, a pesar de una intensa colaboración tecnológica entre empresas competidoras, no exenta de conflictos, se observa un proceso de concentración económica y de poder en un núcleo pequeño de empresas.

Frente a estas tendencias surge la duda acerca de la viabilidad de los países subdesarrollados y sus empre-

sas de acceder a la "modernidad globalizada".

Bibliografía

Coriat, B. *El taller y el cronómetro. Ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa*. Siglo XXI editores de España, Madrid, 1979.

Koubini, N. y David Backus, *Lectures in macroeconomics*, Universidad de Nueva York, 1998.

Lipietz, A., *Mirages and miracles*, Verso, Londres, 1987.

OCDE, *Economic Outlook*, núm. 42.

Piore, M.J. y C.F. Sabel, "Capitalismo y producción en masa", *Investigación Económica*, UNAM, México, julio-septiembre de 1987.

Sabel, C.F. *Work and politics. The division of labor industry*, Cambridge University Press, Londres, 1982.

Shaiken, H., *Work transformed. Automation and labor in the computer age*, Holt, Rinehart and Winston, Nueva York, 1984.

Tulder, R. van y G. Junne, *Toward new technologies?*, Anne Vondeling Stichting, Amsterdam, 1987.

Revista

Universidad de Guadalajara

N\$ 15.00 ejemplar
6 números al año
N\$ 90.00 en el país

SUSCRÍBETE!

publiper

publicaciones periódicas universitarias

Av. Vallarta 1668 Tel. 825 48 68 Fax 826 77 23

o en TonoContinuo Av. Enrique Díaz de León sur 514-2 Telfax 827 21 05

