

# LAS PROSPECTIVAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS Y EL FUTURO DE AMÉRICA: ELEMENTOS PARA UNA METODOLOGÍA

Amílcar O. HERRERA\*

## LA NUEVA ONDA TECNOLÓGICA

Existe el acuerdo general de que estamos entrando en uno de los periodos de cambio tecnológico más importantes de la historia. La onda de innovaciones afecta todos los campos de la actividad humana, y su elemento central es la microelectrónica. Su bajo costo y demanda de energía, combinada con su enorme capacidad de acumular y procesar información, pueden conducir a un incremento sin precedentes de la productividad y, sobre todo, a la realización del viejo sueño de liberar a los seres humanos de la necesidad de realizar trabajo físico y/o rutinario.

En el Tercer Mundo las nuevas innovaciones, debido a su economía, aplicación en pequeña escala, y posibilidades de descentralización han despertado, sobre todo en sectores científicos y algunas agencias internacionales, la esperanza de un desarrollo nuevo y más igualitario. Esta esperanza puede ser resumida en la frase contenida en un reciente documento preliminar de las Naciones Unidas “[...] si usadas sensatamente, las nuevas tecnologías emergentes significarán más riqueza y mejor distribuida”.

No cabe duda que las nuevas tecnologías podrían mejorar grandemente la situación del Tercer Mundo, es menos evidente, sin em-

\* Investigador de la Universidad de Campinas, Brasil.

bargo, que existan los requisitos y precondiciones para que esa promesa se convierta en realidad.

#### LA EXPERIENCIA DEL PASADO

La presente ola de innovaciones tecnológicas no es más que la culminación del proceso de cambio tecnológico que comenzó con la revolución industrial. Esas innovaciones comenzaron a entrar en el Tercer Mundo al comienzo de la expansión del capitalismo, pero el llamado proceso de «modernización» adquirió todo su impulso sólo después de la Segunda Guerra Mundial, con el proceso de descolonización y aceleración del progreso tecnológico.

Las tecnologías introducidas en el Tercer Mundo durante ese proceso, «si usadas sensatamente», guardaban también la promesa de riqueza mayor y mejor distribuida. Esto se puede ver claramente en los países industrializados: a pesar del hecho que las características básicas del capitalismo no cambiaron, es indudablemente cierto que los beneficios del incremento de productividad alcanzaron a la mayoría de la población de esos países. Lo mismo se puede decir de los países socialistas. El resultado es que, por primera vez en la historia moderna, una parte considerable de la humanidad tiene sus necesidades básicas satisfechas a un nivel adecuado.

Como sabemos todos, el impacto de las nuevas tecnologías en el Tercer Mundo fue muy diferente. Los beneficios alcanzaron principalmente a una minoría privilegiada, y a pesar que el crecimiento económico aumentó en casi todos los países, la mayoría de la población vive en condiciones que no son mucho mejores —y a veces peores— que antes del comienzo del proceso de modernización.

Las causas de esa frustración de expectativas radican, por supuesto, en el estilo de desarrollo adoptado. No necesitamos describir aquí en detalle, porque es bien conocido, el marco de referencia que condicionó el concepto de desarrollo económico y social y la planificación científica y económica en la mayoría de los países del Tercer Mundo, y en particular de América Latina. Los paradigmas de esa concepción se originaron en la evolución de los países desarrollados, especialmente los de Europa Occidental, en el periodo de posguerra. El éxito del plan Marshall en la reconstrucción de Europa Occidental, y la enorme aceleración del progreso tecnológico, se asociaron en esos países con un periodo de prosperidad sin precedentes.

El proceso fue, por supuesto, más complejo pero esos dos elementos —influjo de capital y progreso tecnológico— fueron convertidos por las clases dominantes de América en los dos pilares sobre los cuales se podía construir el desarrollo económico y social. Esta concepción ofrecía dos ventajas importantes; primero su simplicidad, que permitía el traslado mecánico de esa estrategia desde los países donde fue concebida a la periferia; segundo, y quizás más significativo, el hecho de que parecía asegurar el progreso *sin modificaciones sustanciales en el orden social y económico imperante*.

En lo que se refiere a los componentes científicos y tecnológicos de esa concepción del desarrollo, se aplicaron los mismos criterios imitativos que en la industrialización. Se crearon, o mejoraron, sistemas de *I & D* con la misma estructura y basados en los mismos principios generales que en los países desarrollados. Se supuso que un sistema científico «moderno» en el sentido de temas de investigación, calidad del personal, tipo de equipamiento, etcétera, se ligaría «naturalmente» al sistema productivo a través de la cadena clásica de investigación básica, aplicada y desarrollo experimental.

Es claro, por lo tanto, que la «primera ola» de innovaciones no generó una mejor distribución de la riqueza en América Latina —a pesar del hecho de que el PIB de la mayoría de los países creció a una tasa mayor que la demográfica— debido a las siguientes razones principales: *a)* los estilos y estrategias de desarrollo no fueron explícitamente dirigidas a satisfacer las necesidades de la mayoría de la población, sino a estimular una pauta de consumo basada en el modelo de las clases medias y altas de los países desarrollados, y que en la mayoría de los países de la región es accesible sólo a una minoría de la población; *b)* la pauta de consumo y producción así generada hizo a los países latinoamericanos fuertemente dependientes de los países centrales —uno de los indicadores es el déficit de las balanzas de pago externas— haciendo para ellos cada vez más difícil adoptar estrategias de desarrollo más endógenas y autosuficientes.

#### EL NUEVO PUNTO DE PARTIDA

Estamos ahora en un nuevo punto de partida que deja poco lugar para el tipo de optimismo superficial que prevaleció en el pasado. Las estrategias de desarrollo adoptadas en las últimas décadas —basadas esencialmente en el influjo de capital y tecnolo-

gías externas— serán mucho menos viables en el futuro. Debido a su gran deuda externa, la mayoría de los países del Tercer Mundo no están en condiciones de importar más capital. Además, la crisis que afecta a los países industrializados es otro factor que restringe el flujo de recursos hacia esos países.

En lo que se refiere a ayuda directa o indirecta proveniente de los países industrializados, las perspectivas son aún peores, como quedó demostrado en las reuniones de Cancún y Ottawa. En esos eventos no hubo mucho acuerdo entre los participantes, pero una cosa quedó clara: los países ricos van a tomar todas las medidas que consideren necesarias para resolver sus propios problemas, con muy poca consideración en cuanto a sus consecuencias para los países en desarrollo.

Todo lo anterior se ve muy claramente en los estudios prospectivos y modelos globales elaborados en los últimos años en los países desarrollados, tales como por ejemplo *Interfutures*, *Facing the Future* (OECD), *Presidential Report on the Year 2000* (USA), *North-South: A Programme for Survival* (Informe Brandt), y los modelos UNITAR sobre las relaciones Norte-Sur. Todos ellos presentan más o menos el mismo panorama para los países en desarrollo al final de este siglo: la brecha que los separa de los países avanzados va a ser, en términos relativos, igual o mayor que ahora o, en el mejor de los casos, sólo disminuirá marginalmente en los países en desarrollo relativamente más avanzados. En términos absolutos —provisión de las necesidades básicas—, la situación de la mayoría de los países del Tercer Mundo va probablemente a empeorar.

¿Esos estudios prospectivos son confiables? Creemos que sí. Si aceptamos las premisas implícitas en esos trabajos —que el objetivo de los países del Tercer Mundo debe ser cerrar la brecha en términos cuantitativos, lo que significa básicamente aceptar el criterio prevaleciente de desarrollo socioeconómico—, la situación es realmente sombría. Esto se ve claramente si examinamos el carácter de la brecha, no solamente sus valores numéricos.

Al terminar la Segunda Guerra Mundial los objetivos de desarrollo de los países centrales y periféricos eran, en cierta medida, similares. En los países industrializados, sobre todo en Europa Occidental, los bolsones de pobreza, agravados por la guerra, eran todavía un problema, y partes significativas de la población no tenían sus necesidades básicas satisfechas a un nivel adecuado. La provisión de esas necesidades era un objetivo común de los países centrales y periféricos, aunque sus puntos de partida eran diferentes.

Esa situación ha cambiado ahora radicalmente; para los países del Tercer Mundo la satisfacción de las necesidades básicas de gran parte de su población —en otras palabras, el alcanzar los beneficios de la sociedad industrial— es todavía el objetivo fundamental. Los países centrales, por otra parte, están entrando en lo que A. Touraine denominó la sociedad «posindustrial» y A. Toffler la «tercera ola», una etapa de desarrollo cuya problemática es muy diferente de la que todavía confrontan los países en desarrollo.

Como es bien sabido además, los cambios históricos no siguen secuencias cronológicas regulares; existe siempre un cierto grado de superposición. Esto significa que los países en desarrollo, aunque no completaron la etapa previa, sufrirán inevitablemente el impacto de la nueva. En otras palabras, deberán afrontar una problemática mucho más compleja que la que confrontan los países centrales.

Por otra parte, existen pocos indicios de que las clases dominantes y los gobiernos de América Latina tengan ideas claras de cómo afrontar la nueva situación. La reacción general a la crisis ha sido la tradicional: restringir la actividad económica, imponer más sacrificios a la masa de la población, y esperar, más o menos, pasivamente, el desarrollo de la recesión, como si se tratara de un fenómeno natural que escapa a nuestra posibilidad de control. No hay ninguna indicación de que se estén cuestionando las premisas básicas del estilo de desarrollo. Desde el punto de vista socioeconómico, por lo tanto, los países de la región no están en mejor posición para absorber la presente ola de innovaciones de la que estaban cuando recibieron el impacto de la anterior.

En cuanto a los sistemas de *I & D* de la región, aunque es indudable que la mayoría de ellos ha mejorado considerablemente en las últimas décadas, se mantiene todavía su relativa incapacidad de resolver los problemas específicos de sus sociedades. Las causas de ese problema son también conocidas: en un estilo imitativo de desarrollo que importa las pautas de consumo y los estilos de vida de los países centrales, es casi imposible para los sistemas de *I&D* locales competir con los países avanzados en generar tecnologías mejores o diferentes para producir los mismos bienes y servicios. Además, y a pesar de sus mejoras, esos sistemas son todavía incapaces de competir, en un pie de igualdad, con los sistemas de *I&D* de los países centrales en los campos científicos y tecnológicos más avanzados.

Lo anterior se agrava ahora por el hecho de que las tecnologías nuevas más importantes son particularmente ciencia intensiva. To-

mando el caso de la microelectrónica, es un hecho bien conocido que muy pocos países —principalmente USA y Japón— pueden competir a nivel mundial y, dentro de ellos, cada vez menos empresas son capaces de sobrevivir en el mercado.

En la mayoría de los países del Tercer Mundo la principal participación en la industria electrónica es en montaje (*assemblage*) y eso debido a su ventaja relativa en mano de obra abundante y barata. El resultado de este tipo de división del trabajo entre países desarrollados y en desarrollo es que no existe prácticamente transferencia tecnológica. Además, y debido a los avances de la automatización, que eliminan la ventaja de la mano de obra barata, es muy probable que se comiencen a transferir las industrias de montaje a los países centrales.

En biotecnología —uno de los campos de innovación más promisorios para el Tercer Mundo—, la concentración y control por parte de los países centrales parece ser menor que en la industria electrónica, pero también se requiere una alta capacidad de investigación científica y tecnológica. Por otra parte, estas tecnologías dependen mucho de las condiciones y biorecursos locales y, en consecuencia, muchas de las soluciones deben ser endógenas o adaptadas a las condiciones locales.

Es obvio, por lo tanto, que para absorber los beneficios de las nuevas tecnologías los sistemas científicos de los países del Tercer Mundo deberán afrontar una tarea formidable. Un punto muy importante es que deberán ser capaces de trabajar en las nuevas áreas tecnológicas desde el nivel de investigación básica, porque es un hecho bien conocido que las opciones técnicas disminuyen rápidamente a medida que se desciende en la cadena de investigación básica, aplicada y de desarrollo. Si pretendemos entrar principalmente en la última etapa —como sucedió en el pasado— el resultado será como antes: usaremos tecnologías totalmente desarrolladas en los países avanzados y adecuadas, por lo tanto, a sus propias condiciones y posibilidades.

La otra opción obvia es dejar a las multinacionales diseñar y producir nuestras tecnologías «apropiadas», una opción que ya está siendo ofrecida por algunas de esas empresas. Tenemos ya experiencia suficiente sobre las consecuencias del tipo de dependencia generado por tal política. Es indudable que los países en desarrollo deberán importar tecnologías —ningún país del mundo es totalmente autosuficiente en este campo— pero esa importación deberá ser una parte integral de una estrategia cuyo objetivo debe ser al-

canzar un grado adecuado de autonomía en las decisiones tecnológicas.

En conclusión, los países de América Latina no parecen estar en mejores condiciones que lo que lo estuvieron en el pasado para absorber la nueva ola de innovaciones y generar, a través de ellas, más riqueza y mejor distribuida. Por el contrario, la creciente crisis económica, la tendencia a la concentración de capital y tecnología asociada con las nuevas innovaciones, y el impacto social del proceso de automatización, robotización y telemática —al cual nos referiremos más adelante—, hacen el proceso de incorporación de la nueva onda tecnológica aún más difícil que la anterior.

#### EL CARÁCTER DE LA CRISIS

El impacto de las nuevas tecnologías comienza a hacerse sentir en América Latina, al mismo tiempo que se acelera rápidamente la crisis recesiva a nivel mundial. Una estrategia científica y tecnológica es sólo una de las partes que integra una estrategia socio-económica y política global; por lo tanto, una visión prospectiva de la posible evolución de la crisis es sin duda el elemento central de cualquier plan de acción en ese campo.

Podemos comenzar recordando algunas de las ideas de Schumpeter sobre la relación entre ciclos económicos e innovación tecnológica. Según Schumpeter, como es bien sabido, las «ondas» económicas ascendentes estarían asociadas con el surgimiento de grupos de nuevas tecnologías acompañadas de cambios sociales y en la organización de la producción. Cuando el impulso de esas ondas de innovación se agota, se produce una nueva recesión, y el ciclo comienza de nuevo. Existen todavía muchos puntos en discusión sobre la relación exacta entre las ondas de innovación tecnológica y los ciclos económicos de Kondratiev, pero para los efectos del breve análisis que sigue ese marco general de referencia es suficientemente apropiado.

Lo fundamental de ese marco de referencia es la idea de *ciclo*, es decir de un fenómeno que se repite; por eso el uso de términos tales como «ondas» (*waves*), y la tendencia a representar el proceso general con la curva de una función sinusoidal.

La concepción de ciclo implica también, naturalmente, la tendencia a tratar de predecir la evolución de una crisis basándose en la experiencia pasada, sobre todo en la de la crisis precedente.

Esto se manifiesta ahora muy claramente en la tentativa —no única, pero muy importante— de tratar de predecir la evolución de la crisis actual trazando paralelos con la situación de los años treinta.

Creemos que ese enfoque es muy peligroso, porque puede contribuir a ocultar o deformar los caracteres de la crisis actual que la hacen, en nuestra opinión, sin precedentes en el pasado. Para demostrar esa especificidad de la crisis presente empezaremos por señalar los elementos que la diferencian de la anterior, la de los años treinta. Los principales, sin pretender exponerlos en orden de importancia, serían los siguientes:

#### *La emergencia del llamado Tercer Mundo*

A falta de una terminología mejor, llamamos Tercer Mundo al conjunto de nuevos países políticamente independientes que surgen con el proceso de decolonización que sigue a la Segunda Guerra Mundial.

En los años treinta el mundo estaba todavía dividido, en términos muy globales, en los países llamados ahora centrales —básicamente Europa Occidental, Estados Unidos, Japón y Canadá— y un vasto *hinterland* cuyo papel casi único, desde el punto de vista económico y de distribución de poder a nivel mundial, era exportar materias primas a las potencias industriales y recibir manufacturas de éstas. Aun América Latina, el único grupo considerable de países independientes fuera del centro, tenía muy poco en peso de las decisiones que regían el destino del sistema internacional.

El Tercer Mundo es ahora un protagonista activo del escenario internacional cuya presencia no puede ser más ignorada por las potencias centrales. Algunos de los acontecimientos políticos más importantes de este siglo, por sus consecuencias inmediatas y a largo plazo —como las revoluciones China y Cubana y la guerra de Vietnam— tuvieron como protagonistas países del Tercer Mundo. El Medio Oriente y América Central son dos ejemplos de regiones del mundo subdesarrollado cuyos problemas perturban directa o indirectamente la estructura de poder mundial. Una de las mayores preocupaciones de las grandes potencias es el peligro, siempre presente, de la aparición de otros centros de «inestabilidad» como los mencionados.

Desde el punto de vista de la economía mundial, el Tercer Mundo tampoco puede ser ignorado en la medida en que lo fue

en la década del treinta. Como es bien sabido, la enorme deuda externa de los países en desarrollo es uno de los factores determinantes del futuro del sistema financiero internacional; además, los países centrales dependen todavía en medida considerable de los mercados y materias primas de esos países, y algunos de estos últimos comienzan a competir en el mercado mundial de manufacturas.

Por otra parte, debido a una diversidad de factores principalmente los estilos y estrategias de desarrollo basados en una industrialización imitativa, y el rápido incremento de la población, los países del Tercer Mundo son ahora en cierto modo más dependientes de los países centrales que en el pasado, en campos vitales tales como recursos de capital, tecnología y alimentos. Esa dependencia mutua tiene como consecuencia que la crisis ya no pueda ser manipulada sólo por las grandes potencias, prescindiendo de sus consecuencias sobre el resto del mundo. Una de esas consecuencias podría ser el surgimiento de perturbaciones sociales graves en regiones críticas del Tercer Mundo, y la experiencia muestra que en el actual contexto esas perturbaciones pueden propagarse con consecuencias imprevisibles para el precario «orden internacional».

#### *La emergencia del bloque socialista*

En la década del treinta el único país socialista era la Unión Soviética, relativamente aislado, y con poca influencia directa sobre la estructura económica y de poder mundial. Ahora, la expansión del bloque socialista en Europa, y la incorporación de China —además de otros países menores como Cuba y Etiopía—, hacen del mundo socialista un elemento crítico en la evolución futura del sistema internacional.

Una de las características —por no decir una de las deficiencias— de la manera en que se analizan en general las posibles tendencias de la crisis, es el hecho de que en esos escenarios el mundo socialista aparece casi como una constante, en el sentido que no se prevé la posibilidad de cambios cualitativos o cuantitativos importantes en su relación con el resto del mundo, con excepción de una posible confrontación militar. Así, se supone implícitamente que el desarrollo de la crisis puede preverse tomando en cuenta casi solamente sus efectos en el mundo capitalista. Un ejemplo particularmente ilustrativo de esa posición es el estudio prospectivo de la OECB.

Creemos que en el medio y largo plazo —los horizontes temporales más importantes en el análisis de la crisis—, el supuesto de que el mundo socialista puede ser considerado esencialmente una constante es muy dudoso. Tanto en su evolución interna, como en sus relaciones con el mundo exterior, el bloque socialista tiene una dinámica que día a día se hace más evidente. Los recientes acontecimientos en Polonia, como otros que los precedieron en el mismo país y en Checoslovaquia, Hungría y la República Popular Alemana, son las manifestaciones más claras de un proceso de evolución interna que, en nuestra opinión, no es menos importante por el hecho de ser visible sólo esporádicamente. Por otra parte, las crecientes relaciones comerciales, particularmente con Europa Occidental, pero que abarcan también otras regiones, son otra demostración de que la presencia del mundo socialista va a trascender cada vez más la esfera de lo puramente político y militar. En suma, la combinación de transformaciones internas y creciente interrelación del mundo socialista con el mundo capitalista es un elemento que no puede minimizarse en el estudio prospectivo de la crisis.

#### *El reconocimiento de la existencia de límites ambientales y de recursos naturales*

En la crisis de los años treinta las variables que se consideraban relevantes, en lo que se refieren al desarrollo, eran casi exclusivamente económicas *strictu sensu*, sociales, políticas y tecnológicas. Sólo bastante tiempo después de la Segunda Guerra, en los años sesenta, se toma conciencia de que el medio ambiente y los recursos naturales del planeta constituyen límites absolutos al crecimiento económico. Sabemos ahora que el consumo de recursos naturales no puede crecer indefinidamente y sin tomar en cuenta sus efectos sobre el equilibrio de la biosfera, nuestro *habitat* natural.

Los efectos de esa toma de conciencia comienzan ya a hacerse sentir, incluso a nivel popular, como lo indica la creciente resistencia a permitir la realización de proyectos que pueden afectar seriamente el medio ambiente local. La reacción de los gobiernos es más lenta, pero empieza también a tomar forma en resoluciones concretas, tanto internas como a nivel internacional. Caben pocas dudas que en las próximas décadas esos límites naturales van a jugar un rol cada vez más importante en los planes de desarrollo económico-social.

#### *Concientización social*

Este es un elemento muy difícil de definir con precisión. Se refiere esencialmente al posible grado de aceptación por parte de las masas —particularmente en los países centrales— de las posibles consecuencias de la crisis recesiva.

Una de las características más importantes de la crisis de los años treinta, es el hecho de que en la mayoría de los países capitalistas centrales provocó relativamente pocas convulsiones internas. A pesar de los enormes sufrimientos ocasionados por el desempleo y después por la destrucción de una guerra mundial, el sistema capitalista atravesó la crisis prácticamente incólume.

Es obvio que lo anterior no significa que el sistema capitalista no fuera cuestionado en tanto tal. Lo que importa es que la crítica se hacía casi exclusivamente en términos que implicaban su reemplazo por un sistema alternativo, el socialista. Como consecuencia, fuera de los sectores minoritarios que cuestionaban políticamente el capitalismo, la mayoría de la población aceptó la desocupación como un mal «natural», como un factor conjuntural inherente a la sociedad en que vivían.

La situación ahora es diferente, porque la aparición del llamado *Welfare State* introduce un elemento que no estaba presente en el capitalismo de preguerra: la noción de que los elementos esenciales que hacen al bienestar de las personas —empleo, acceso a servicios básicos tales como salud y educación—, constituyen *derechos* cuyo goce debe ser asegurado por el Estado, en lugar de depender simplemente del libre juego de la economía. Resulta difícil imaginar que los países centrales puedan imponer ahora privaciones comparables a las de la crisis de los años treinta, sin provocar convulsiones sociales que pongan en peligro las bases mismas del sistema. El hecho que gobiernos ultraconservadores —como los actuales de los Estados Unidos e Inglaterra— no se atrevan a modificar seriamente los elementos básicos de los sistemas de previsión social —en particular el seguro de desempleo—, indica que son plenamente conscientes de ese peligro. Nadie hubiera imaginado hace sólo unas pocas décadas, que un país capitalista llegaría a pagar a un desocupado un seguro casi equivalente al salario de un trabajador activo.

El problema es hasta qué punto, y de qué manera, ese tipo de protección social podrá ser mantenida si continúa disminuyendo la demanda sobre la fuerza de trabajo. Volveremos a este tema cuando tratemos del impacto social de las nuevas tecnologías.

### *Cuestionamiento de los valores básicos de la sociedad actual*

Este es uno de los elementos distintivos de la crisis actual en relación con las anteriores. Se manifiesta en formas que van desde las «contraculturas», hasta la insistencia en que el desarrollo debe centrarse en los seres humanos más que en el crecimiento económico. A pesar de la diversidad de formas en que se presenta, su eje es el cuestionamiento de un paradigma central de nuestra sociedad a partir de la revolución industrial: el concepto de que «progreso» es virtualmente sinónimo de aumento indefinido de la producción de bienes materiales.

Esas concepciones alternativas del desarrollo son lo suficientemente importantes en los países centrales como para que la OECDE las incluya como base de uno de los escenarios prospectivos posibles. En los países del Tercer Mundo ese cuestionamiento refuerza o complementa una corriente de ideas que nace mucho antes —básicamente con Gandhi, a principios de siglo— y que sostiene que la concepción de progreso o desarrollo generado en occidente no es la única posible. Aparecen así visiones alternativas cuyo elemento central es la idea que el problema de los países en desarrollo no es cerrar la «brecha» que los separa de los industrializados, sino crear una sociedad diferente, que permita la plena realización de los seres humanos sin requerir el tipo y cantidad de insumos materiales del desarrollo «tradicional». Un elemento determinante de la estrategia de esos modelos de progreso es lo que se denomina *Self Reliance*. En su forma extrema significaría una ruptura completa con los países centrales (*delinking*), pero su concepto central es basar el desarrollo, en todo lo posible, en los propios recursos, aspiraciones y rasgos culturales.

### *El carácter del nuevo conjunto de innovaciones tecnológicas*

Creemos que las características de la nueva onda de innovaciones es uno de los elementos centrales que hacen a la especificidad de la presente crisis. Para mostrarlo haremos una comparación —muy esquemática por cierto— con las revoluciones tecnológicas anteriores.

Según Schumpeter el primer ciclo de crecimiento económico estuvo asociado con la máquina de vapor y con la expansión de la industria textil; el segundo con el ferrocarril, la industria metal-mecánica y la siderurgia, y el tercer ciclo con innovaciones en la in-

dustria química y con la introducción de la electricidad y el motor de combustión interna.

El rasgo central de esas ondas de innovación es que cambiaron radicalmente el perfil del sistema productivo, incluyendo los servicios. En primer lugar, cambiaron la base energética, que pasó de la fuerza animal o hidráulica a la máquina de vapor, y luego a la electricidad y a los combustibles líquidos. En segundo lugar, el sistema de transportes evolucionó de vehículos terrestres de tracción a sangre y navíos de vela o remos, a los ferrocarriles y barcos de vapor, para terminar, finalmente, en un sistema basado en motores eléctricos o de combustión interna. Finalmente, cada onda de innovaciones, particularmente las dos últimas, produjo una enorme diversificación en los bienes finales producidos.

La característica dominante de la nueva onda tecnológica es que el impacto parece ser más importante sobre la organización de la producción y el proceso de trabajo, que sobre el perfil del sistema productivo de la manera que lo definimos antes. La base energética seguramente se va a diversificar, pero no cambiará radicalmente; aun si la energía nuclear supera los problemas que afronta ahora, será usada principalmente para generar energía eléctrica y su resultado fundamental será una ampliación de las reservas energéticas de base. El sistema de transportes será esencialmente el mismo, lo que también puede decirse del tipo de bienes finales producidos.

Lo anterior no quiere decir que no habrá ningún cambio en el sistema productivo; seguramente los habrá, como ha sido siempre el caso en los intervalos que separan los máximos en las ondas de innovación. Sólo quiere decir que el impacto *directo* de la nueva onda va a ser en el proceso de trabajo, más que en el perfil global del sistema productivo.

El hecho que las nuevas innovaciones afectaran principalmente la organización de la producción y el proceso de trabajo, no significa que van a ser menos importantes que las anteriores. Por el contrario, desde el punto de vista social, será seguramente la transformación tecnológica más importante desde la aparición del capitalismo.

La primera revolución tecnológica moderna —la más importante desde la revolución neolítica— al crear el proletariado y consolidar el capitalismo, modificó toda la estructura de la sociedad occidental. Las siguientes ondas tecnológicas cambiaron, como ya hemos visto, el perfil del sistema productivo, pero no modificaron esencialmente la estructura del mundo capitalista. La presente onda de innovaciones

modificará seguramente la estructura social de ese mundo. Para mostrarlo basta considerar el protagonista central de la nueva revolución tecnológica: el proceso de automatización y robotización basado en la microelectrónica.

Es obvio que, aun en los países en desarrollo, una de las causas básicas del desempleo —fuera de algunos factores conjunturales, y por lo tanto transitorios— es el hecho de que cada día necesitamos menos mano de obra para producir la misma cantidad de bienes y servicios. Esta tendencia, que ha estado presente desde muy poco tiempo después de la Segunda Guerra —aunque sus efectos fueron en parte disimulados por la alta tasa de crecimiento económico— se acelerará ahora enormemente con el rápido progreso de la microelectrónica. No nos podemos extender aquí en las consecuencias de esa tendencia; para el propósito de este breve trabajo es suficiente señalar que tendrá un gran impacto sobre la división del trabajo, la base misma sobre la cual descansa toda la organización social. La supresión del trabajo físico y/o rutinario eliminará gradualmente el proletariado en el sentido marxista, porque el rol del salario cambiará radicalmente.

En nuestra sociedad el acceso a los bienes y servicios está condicionado esencialmente por el salario, entendido éste en su sentido más amplio: la remuneración del trabajo personal en todas sus formas. En la nueva sociedad este papel central del salario disminuirá continuamente. En primer término, porque una de las consecuencias de la automatización será la eliminación de la mayoría de las formas significativas de división del trabajo y, por lo tanto, del salario diferencial que es, a su vez, la base de la distribución desigual de bienes y servicios. En segundo lugar, el trabajo en el sistema productivo *strictu sensu* tenderá a convertirse en una parte marginal de la actividad humana total e incapaz, en consecuencia, de condicionar la distribución del producto social.

La transformación que acabamos de describir tan esquemáticamente tomará sin duda un largo tiempo para completarse —del orden de dos o tres generaciones— pero sus primeros efectos ya se hacen sentir. Mencionamos antes el problema de la desocupación en los países centrales y la forma en que es ahora enfrentado mediante el seguro de desempleo. Es previsible que la tasa de desocupación —por lo menos en términos de lo que se define ahora como *población económicamente activa*—, continúe aumentando, aunque sufra fluctuaciones debido a la evolución de la actividad económica. Cuando alcance valores del orden del 15 al 20 por ciento —o

quizá antes— la desocupación ya no podrá considerarse simplemente como una «anomalía», a ser corregida mediante más crecimiento económico. La sociedad tendrá que aceptar el hecho de que requiere mucho menos esfuerzo humano para producir lo que necesita, y modificarse en consecuencia. Por otra parte no será un hecho nuevo, sino la continuación y aceleración de un proceso que comienza con las primeras herramientas de los homínidos antecesores del hombre. Después de todo es bien sabido que —medido en horas hombre o mujer— las fuerzas de trabajo que utilizamos ahora para producir todo lo que consumimos es mucho menor que la que necesitábamos hace un siglo, a pesar que el consumo actual *per capita* es enormemente superior.

El proceso de cambio será largo y difícil, y una de las reacciones previsibles, sobre todo en el Tercer Mundo, será oponerse a la automatización. En nuestra opinión es una lucha sin esperanzas, como lo fue la lucha de los obreros contra la introducción de máquinas en las primeras fases de la Revolución Industrial, y esto debido a dos razones principales: en primer lugar por la lógica económica; la automatización permite producir más y a menor costo. En segundo lugar, y más importante, porque la automatización de la producción es *per se* un fenómeno positivo: ella permite satisfacer la vieja aspiración de liberar a los seres humanos del trabajo rutinario que no exige capacidad creativa. En este sentido la automatización es una de las revoluciones más profundas en la historia humana. La actitud más racional, en consecuencia, no es oponerse a ella, o esperar pasivamente su impacto, sino trabajar por la introducción de las transformaciones sociales que puedan impedir que el proceso de transición se convierta, como sucedió con otros en el pasado, en un periodo de miseria y sufrimiento para los sectores más pobres de la sociedad. Cabría agregar quizá, que en esta transformación la marginalización alcanzará también a un importante porcentaje de técnicos y profesionales, que nunca se consideraron parte del proletariado, pero que ya comiezan a ser reemplazados por dispositivos electrónicos. En este caso lo que se reemplaza es la parte rutinaria de la actividad técnica, pero el resultado neto es una disminución rápida del número de profesionales requeridos para la misma cantidad de producción de bienes y servicios.



*El sistema destructivo nuclear*

Aunque este elemento diferencial de la presente crisis lo exponemos al final de la lista, no significa que sea el menos importante. Todos los factores que hemos mencionado antes implican la posibilidad de conflictos, pero la posible forma y extensión de esos conflictos está en cierta medida acotada por el hecho de que disponemos de una capacidad destructiva lista para disparar, equivalente a un millón de Hiroshimas. La crisis puede desaparecer en unos pocos minutos, simplemente por la eliminación física de todos los implicados.

Lo anterior no quiere decir que debemos abandonar o disminuir la lucha por construir una sociedad más justa y humana; por el contrario, el hecho mismo que hayamos construido y sigamos perfeccionando un sistema destructivo capaz de aniquilar a la humanidad en pocos minutos, indica que la sociedad actual, tal como es, no es viable. Lo que es necesario revisar son los métodos y la estrategia de esa lucha; como ya nos hemos ocupado de ese tema extensamente en otra parte, no insistiremos aquí sobre el mismo.

## PROSPECTIVA TECNOLÓGICA E INCERTIDUMBRE

Creemos que el breve análisis anterior es suficiente para mostrar que la evolución de la crisis presente —en la cual el componente económico no es más que una de sus manifestaciones— no puede predecirse basándose simplemente, o principalmente, en la experiencia histórica pasada. Para poder anticipar, por lo menos sus tendencias generales, será necesario analizar las interrelaciones de los múltiples factores implicados, algunos de los cuales acabamos de señalar. Será una tarea difícil que, además de conocimientos, requerirá una dosis considerable de imaginación creativa.

Sin embargo, y reconociendo la dificultad de la tarea, creemos que es imprescindible la realización de estudios de prospectiva tecnológica para el diseño de una política científica para América Latina. En primer lugar, porque la solución, o por lo menos, la articulación adecuada de los problemas principales que constituyen la crisis, exige una perspectiva de largo plazo. Como señalamos antes, el alcanzar un tipo de desarrollo compatible con los recursos naturales y el medio ambiente, y la absorción del impacto económico y social de las nuevas tecnologías, llevará seguramente más de una generación.

En segundo término, porque los países del Tercer Mundo enfrentan, en el campo científico y tecnológico, una problemática mucho más compleja que la que desafía a los países centrales. Estos últimos tienen sistemas de *I&D* muy avanzados, y por tanto pueden enfrentar problemas inesperados con cierta facilidad mediante cambios de orientación, o de énfasis, en el tipo de actividad que normalmente realizan. Los países de América Latina, por el contrario, no tienen todavía sistemas capaces de afrontar plenamente la problemática actual, y mucho menos, por supuesto, la emergente de la nueva onda tecnológica.

El construir un sistema de *I&D* a la altura de los problemas que presenta el proceso de cambio global que comenzamos a vivir es una tarea de largo plazo, porque los investigadores no se pueden formar masivamente, sino por un largo proceso de aprendizaje en contacto con investigadores ya formados. Los recursos financieros y materiales —suponiendo que estuvieron disponibles— si bien pueden facilitar el proceso, y en cierta medida apresurarlo, no cambian radicalmente el horizonte temporal. Por lo tanto los países de la región, además del problema de diseñar una política de la ciencia, deben afrontar, en condiciones mucho más difíciles que los países centrales, la tarea de construir una política para la ciencia. En otras palabras, tanto el tipo de problemas a enfrentar en el futuro, como la necesidad de construir sistemas de *I&D* adecuados a los mismos, exigen una visión prospectiva de largo plazo.

En la sección anterior vimos, muy someramente, los elementos principales que condicionan la crisis. No es necesario un análisis detallado para percibir que, dada la complejidad de los elementos involucrados, unos de los resultados fundamentales de cualquier estudio prospectivo será la identificación de grandes áreas de incertidumbre. Los científicos acostumbramos a asociar *incertidumbre* con algo intrínsecamente negativo; en este caso, sin embargo, creemos que los elementos de incertidumbre son precisamente los potencialmente más favorables y esto por razones muy objetivas.

Los modelos prospectivos elaborados en los países centrales, como ya hemos visto, prevén una situación realmente sombría para el Tercer Mundo en las próximas décadas. Las características de esos modelos que nos interesan en este caso, son dos: en primer lugar son esencialmente proyectivos, es decir que no prevén cambios radicales en las próximas décadas. En segundo término, el destino de los países del Tercer Mundo es siempre —con excepción de uno de los escenarios de la OECB, que prevé la posibilidad de una ruptura

entre Norte y Sur— una variable dependiente de lo que sucede en los países centrales, con muy poca capacidad de iniciativa propia.

Esos modelos prospectivos son razonablemente confiables si admitimos que el futuro está prácticamente determinado por las condiciones actuales, en otras palabras, si aceptamos que los grados de incertidumbre son relativamente reducidos, y acotables dentro de un rango que no afecta sensiblemente los resultados finales.

Sabemos, sin embargo, por la experiencia pasada, que la incertidumbre contenida en cualquier visión prospectiva de largo plazo es mucho mayor que la que admiten esos modelos. Si en lugar de incertidumbre nos referimos a *grados de libertad* del sistema, queda claro por qué consideramos esas áreas de indeterminación como potencialmente positivas. Son las que incluyen las nuevas opciones, las alternativas que pueden modificar el cuadro pesimista que nos ofrecen los modelos más o menos deterministas.

Por lo tanto, los estudios prospectivos deben explorar esos grados de libertad, y diseñar una estrategia científica y tecnológica suficientemente flexible como para ser capaz de aprovechar las nuevas opciones. Por otra parte, no existen visiones «objetivas» del futuro social en el sentido de las predicciones científicas neutras que se suponen posibles en las ciencias naturales. Dentro de ciertos límites relativamente amplios la historia es un proceso esencialmente impredecible, y toda visión prospectiva es una selección entre futuros posibles, y una contribución a que ese futuro se realice. Aun en las ciencias naturales sabemos ahora que no hay tal cosa como una realidad independiente del observador.

En consecuencia, la estrategia científica y tecnológica que resulte de esos estudios debe estar basada —dentro del marco de referencia de las posibilidades y restricciones resultantes de la identificación y evaluación de las principales tendencias de cambio— en la concepción de una sociedad deseable y viable. No podemos describir esa sociedad en detalle *a priori*, pero por lo menos podemos decir que debe tender a ser participativa, equitativa desde el punto de vista de la distribución de la riqueza, e intrínsecamente compatible con su medio ambiente natural.