CAMBIO TECNOLOGICO, DESEMPLEO Y EDUCACION: LA "REVOLUCION MICROELECTRONICA"

En este artículo de **Javier Díaz Malledo** se pretende llamar la atención sobre un tema que quizá no haya sido aún adecuadamente calibrado ni suficientemente debatido en nuestro país: la posible incidencia en el empleo de la nueva tecnología microelectrónica. Con tal propósito: 1) se pone de relieve el temor existente en cuanto al potencial impacto de la microelectrónica en el número de puestos de trabajo, para concluir que si bien parece innegable que determinadas actividades acusarán este cambio tecnológico, es imposible pronunciarse acerca de los efectos en el conjunto de la economía; 2) se hace hincapié en que, sin embargo, las repercusiones en determinados aspectos cualitativos del proceso productivo parecen más seguras: en ese contexto, la educación y formación profesional requeridas habrían de sufrir alteraciones de diverso orden; 3) se indica la conveniencia de que la nueva tecnología sea objeto de introducción negociada y de que los organismos competentes promuevan —con la imprescindible colaboración de empresarios y trabajadores— los mecanismos que permitan, en lo posible, anticipar y paliar los efectos negativos que se anuncian.

1. INTRODUCCION

LA aparición y progresiva generalización de una nueva tecnología de las características de la Microelectrónica suscita el temor de que el número de puestos de trabajo pueda disminuir aún más en el futuro. Esa inquietud se relaciona estrechamente con el hecho de que la actual crisis económica ya viene acompañada de altos niveles de paro, circunstancia a la que hay que añadir el previsible aumento de la población activa en los próximos años. La tecnología microelectrónica puede, en efecto, influir en la producción y por ende en el empleo a través de numerosas vías: *a)* transformación y mejora de bienes y servicios ya existentes mediante componentes más perfeccionados; *b)* introducción de nuevos bienes y servicios; *c)* puesta en marcha de nuevos procesos para la obtención de productos ya existentes. La microelectrónica, además, está en la base de lo que ha dado en llamarse la «revolución de la información», con todo lo que eso puede llegar a comportar.

Se ha sostenido que la aparición de estos nuevos componentes, productos, procesos y funciones ha desembocado y desembocará en una creación de nuevos puestos de trabajo que antes no existían. Sin negar este aserto, parece igualmente verdad que la aplicación de los avances microelectrónicos a distintas actividades está dando lugar en muchos casos a una reducción de la mano de obra empleada en los correspondientes procesos productivos. La cuestión se complica porque en ocasiones tales fenómenos de creación o disminución de puestos de trabajo tienen lugar en diferentes países, con lo que muy bien pudiera ser que algunos de ellos salieran beneficiados con las innovaciones, mientras que otros acabasen perjudicados. Ha de reconocerse, además, que a largo plazo y debido a la acción de diversos factores, el panorama puede diferir, en un sentido o en otro, del que parece vislumbrarse a corto y medio plazo.

En síntesis, 1) determinados sectores se verán afectados negativamente de modo inequívoco, lo que como mínimo plantea el problema de la necesaria reconversión, con sus secuelas laborales entre otras; **sin embargo, 2) no es posible precisar el saldo neto global de empleos creados o perdidos como consecuencia de la introducción de la microelectrónica.** Menos dudas ofrece la **repercusión** que a buen seguro tendrá lugar **en la organización del trabajo y en otros aspectos cualitativos del mismo,** entre los que destacan los referentes a la capacitación y educación requeridas para el desarrollo de las tareas asociadas a la nueva tecnología.

Por la potencial importancia de estas cuestiones para nuestro país, este artículo pretende hacerse eco del intenso debate que en torno a las mismas está teniendo lugar —fundamentalmente en Europa Occidental— en los últimos años. La Sección 2 contiene una breve referencia a diversos aspectos de la nueva tec-

nología, incluyendo consideraciones sobre su aparición y evolución, así como unas pocas indicaciones de carácter más o menos técnico. La Sección 3 pretende dar una idea del posible campo de aplicación de la Microelectrónica, desglosado conforme a los tradicionales tres sectores productivos. En la Sección 4, la más amplia y que comienza con algunas generalidades sobre paro tecnológico, se trata específicamente el problema de la potencial incidencia de la nueva tecnología en el número de puestos de trabajo, pasándose revista a diferentes argumentos esgrimidos por quienes piensan que la microelectrónica generará desempleo y por quienes sostienen que el impacto será desdeñable, es decir por pesimistas y escépticos, como en este artículo se les denomina para abreviar; asimismo se aborda brevemente el concreto problema de la población laboral femenina. El hipotético impacto cualitativo de la microelectrónica en el empleo, o más exactamente los posibles efectos sobre la capacitación de los distintos grupos de trabajadores y las consiguientes necesidades educativas se recogen en la Sección 5. La Sección 6 plantea la conveniencia de que la introducción de la nueva tecnología se lleve a cabo por medio de acuerdos entre las partes implicadas, dedicándose la Sección 7 a unas muy sumarias consideraciones sobre las posibles perspectivas para el concreto caso español. Se añaden unas conclusiones.

2. LA NUEVA TECNOLOGIA

Antes de entrar en materia y centrarnos en lo que realmente es el objeto de este artículo, se hará referencia a diversos aspectos —de carácter en gran parte técnico— de la Microelectrónica. Sin pretender explicar con detalle cuestiones del todo ajenas a la teórica capacitación profesional de quien esto escribe, no parece ocioso aludir a algunas generalidades que los interesados podrán completar por su cuenta si así lo desean, acudiendo a expertos o a las fuentes apropiadas (1). La somera exposición que esta Sección contiene no aspira a otra cosa que a familiarizar al lector con algunos términos y a ayudar a situar históricamente la «revolución microelectrónica», apuntando algunas de las posibles razones que parecen haber influido en su vertiginoso desarrollo.

La aparición del circuito microelectrónico integrado supone, al decir de los entendidos, un punto de inflexión cualitativo en el desarrollo tecnológico de nuestra época, una verdadera revolución, como afirma R. N. Noyce *(Investigación y Ciencia, 1977).* Por su parte, los circuitos integrados (de aquí en adelante CI) se derivan del desarrollo de los transistores (2), utilizados hacia finales de los años 50 en la segunda generación de computadoras. Los transistores, a su vez, reemplazaron a las válvulas de vacío, utilizadas en la primera generación de computadoras, la que se desarrolló entre 1952 y 1958 (3).

Los transistores se componen de una serie de delgadas capas de material semiconductor. La característica esencial del semiconductor estriba en que en condiciones normales no es conductor de electricidad, pero puede llegar a serlo si se somete al oportuno tratamiento con determinadas impurezas (boro, fósforo, etc.). En los primeros transistores, el serniconductor utilizado fue el germanio, pero hacia finales de 1950 fue reemplazado por el silicio, más barato y del que existían abundantes disponibilidades (4).

Pronto se observó que aprovechando «la resistencia propia del material semiconductor y la capacidad de las uniones entre las regiones positiva y negativa que podían crearse en él, podían (éstas) combinarse con transistores dentro del mismo material para realizar un circuito completo de resistencias, condensadores y amplificadores». Se llega así al CI que resulta ser una combinación de dos o más elementos (específicamente, dos o más transistores, diodos y componentes pasivos) que se asocian inseparablemente dentro de un cristal de silicio. El primer CI fue fabricado por Texas Instruments en 1958, señalando el comienzo de la industria microelectrónica. No obstante, el gran potencial de los CI sólo puede comprobarse a partir del momento en que se producen varios avances tecnológicos clave. En efecto, hasta finales de los años 50 la interconexión de los componentes del circuito integrado se llevaba a cabo manualmente por medio de cables en la superficie del semiconductor. La invención en los laboratorios Fairchild del proceso o técnica planar basado en un procedimiento químico-fotolitográfico, va a permitir finalmente que a partir de entonces la interconexión de los transistores y demás elementos del circuito sea realizada mediante una película conductora de metal evaporado (5). Dicho logro fue decisivo para que el CI llegara a ser un producto industrialmente viable. La producción comercial de CI comenzó a ser una realidad a principios de los 60.

Las micropastillas *(microchips* o *microplaquettes)* o pastillas de silicio *(silicon chips)* son, así, CI en miniatura. En ocasiones se les denomina también microcircuitos. Físicamente se presentan bajo la forma de un rectángulo de silicio de dimensiones milimétricas (unos 6 mm^2 de superficie y 0,01 mm. de grosor). El *microprocesador* es un determinado tipo de pastilla que puede programarse de diversas formas y que puede llevar a cabo muchas de las funciones de cálculo que habitualmente realizan las computadoras. En rigor, equivale a la unidad central de procesos de un pequeño ordenador. A veces se dice que es «una computadora sobre una pastilla», pero para ser considerado como tal necesitaría un elemento fundamental del que carece: la unidad de memoria. El primer microprocesador, fabricado por Intel en EE. UU., data de 1971. En Europa fue la empresa británica Ferranti la que inició la producción de microprocesadores.

La repercusión de estos avances en el ámbito de las máquinas computadoras no se ha hecho esperar. En efecto, como consecuencia de todas estas invenciones y perfeccionamientos, ha ido tomando cuerpo a lo largo de un período de tiempo relativamente corto un proceso en que se han conjugado la reducción del tamaño de las computadoras, la disminución del consumo de energía de las mismas, el aumento de la velocidad en sus operaciones, una mayor fiabilidad y, como consecuencia, un aumento de su capacidad y posibilidades. En muchos aspectos, los progresos realizados rayan en lo increíble: hoy en día, un sólo circuito integrado en una pastilla de 6 mm^2 puede englobar más elementos electrónicos que la pieza más compleja de equipo electrónico que pudiera construirse en 1950. Como pone de relieve gráficamente R. N. Noyce, en op. cit.: «el microordenador actual, a un precio de unos 300 dólares tiene más capacidad de cálculo que el primer gran ordenador electrónico, el ENIAC (6). Veinte veces más rápido, dotado de una memoria mayor, miles de veces más seguro, consume la potencia de una bombilla (y no la de una locomotora) y ocupa 1/30.000 del volumen, costando diez mil veces menos. Puede adquirirse por correo o en cualquier tienda del ramo».

Consideración especial merece el tema de la *disminución de los costes.* En efecto, una característica muy notable de la industria microelectrónica ha sido el descenso continuo y relativamente rápido en el coste por función electrónica dada (Noyce cita el ilustrativo ejemplo de la calculadora de bolsillo), circunstancia que en nuestros días no ha tenido parangón en industria alguna. Y esto en un período en que la inflación y los costes crecientes son la norma. La vía principal de reducción de costes ha pasado por el desarrollo de circuitos cada vez más complejos que abaratan el coste por función, tanto al productor de CI (elementos componentes) como al fabricante de equipo (v. gr., computadoras y equipos de telecomunicación). Por otra parte, esta complejidad de los CI no cesa de aumentar, habiéndose duplicado anualmente desde 1959 el número de elementos (7), lo que permite augurar aún futuras reducciones en los costes, con el consiguiente despliegue de posibilidades de utilización múltiple de los CI.

Antes de cerrar este apartado ha de hacerse mención de algunas características destacables de la nueva tecnología microelectrónica: la primera es que su surgimiento e impulso inicial no respondieron a la demanda del mercado, sino que vinieron ligados a las necesidades militares: más concretamente, a la carrera armamentista de proyectiles dirigidos y a la carrera espacial. En ese hecho seguramente pesó la circunstancia de que dichos sectores necesitaban componentes de esas reducidas dimensiones y con tales grados de fiabilidad y rendimiento, prácticamente a cualquier precio. En realidad, hasta 1962 la producción norteamericana de CI fue absorbida en su totalidad por el estamento militar estadounidense. El fenómeno no es nuevo y no hace más que seguir las pautas de lo ocurrido con otros avances científicos (v. gr. energía nuclear) y desde luego con las primeras computadoras electrónicas: el ENIAC antes citado se construyó con una fuerte subvención del Ejército norteamericano y fue diseñado principalmente para calcular la trayectoria de granadas y bombas (Freeman). Los primeros grandes ordenadores franceses nacen asimismo de una voluntad de independencia militar (Nora-Minc, 1978).

La segunda característica a destacar es que la estructura altamente integrada y concentrada de la industria de fabricación de CI (y de computadoras y equipos de telecomunicación) es asimismo en buena medida, resultado del apoyo y la intervención gubernamentales, en parte como consecuencia de los contratos con los ministerios encargados de las operaciones bélicas. Contratos que en EE.UU. han contribuido de modo notable a propiciar la ventaja tecnológica inicial

lograda por los actuales gigantes del sector como Texas Instruments (o IBM). En otros países industriales también tiene su peso la producción con fines militares y la ayuda gubernamental a la industria microeléctrónica es, igualmente, notoria. Es significativo el caso de Japón, donde el decidido apoyo gubernamental —en gran parte cifrado en la no autorización de inversiones a las empresas controladas por extranjeros— complementado con un cierto grado de control de las importaciones, proporcionó la oportunidad a compañías como Nippon Electric y Fujitsu para abrir brecha en el hasta entonces indisputado dominio norteamericano en ese campo (Tilton, ETUI).

Puede apuntarse que los países europeos más industrializados, incluso si se les considera conjuntamente, se encuentran a este respecto en una posición de considerable retraso frente a Japón (no digamos por lo que respecta a EE.UU.), pese a los esfuerzos de distinta intensidad de sus gobiernos respectivos. Este retraso, tanto en la fabricación como en el uso de la nueva tecnología es inequívocamente admitido por la CEE. En un documento reciente («European Society Faced with the Challenge of the New Technology», cit. en *Financial Times Survey,* 1980 a) la Comisión propone poner remedio a tal estado de cosas mediante iniciativas que van desde favorecer proyectos a realizar en común por las distintas empresas europeas del ramo, hasta el establecimiento de un programa de política social para paliar los posibles efectos negativos de la introducción de las innovaciones tecnológicas, pasando por el estímulo de las exportaciones y de la inversión privada en dicha industria. Hay quienes piensan que la ventaja alcanzada por EE.UU. y Japón hace prácticamente imposible que el panorama varíe sustancialmente, pero dicho argumento no parece muy sólido y ahí está el propio caso de Japón para ponerlo en duda. En todo caso, habrá que estar a la traducción presupuestaria de estos buenos deseos comunitarios: el volumen de recursos que finalmente se asigne tal vez sea lo determinante.

Por último, ha de hacerse hincapié en una tercera y decisiva característica: que el carácter revolucionario de la microelectrónica viene dado en gran parte por la posibilidad de combinar su utilización con la de las computadoras y los instrumentos de telecomunicación, constituyendo lo que ha dado en llamarse la tecnología de la información o *telemática* (*compunication* o *telematics* en inglés; *telematique* en francés). De ahí parece derivarse también, en buena medida, su potencial capacidad para influir significativamente en el empleo. Es decir, la convergencia de telecomunicación, microelectrónica y proceso de datos por computadora en una nueva tecnología de la información (8) es lo que parece ser verdaderamente revolucionario y lo fundamental a subrayar.

3. EL CAMPO DE APLICACION

Un requisito necesario para que la invención de un producto se traduzca en una «revolución industrial» es que se cumplan dos condiciones: una, que las aplicaciones potenciales del producto sean numerosas; otra, que desde el punto de vista económico su aplicación sea factible y atractiva, en términos de coste-eficacia, para las empresas que lo fabrican y lo usan. Para algunos, la nueva tecnología de los CI parece cumplir ambas condiciones. Corresponde aquí referirse fundamentalmente a su campo de aplicación.

El potencial revolucionario de la nueva tecnología proviene de su capacidad para influir en el conjunto de la Economía y no sólo en sectores aislados de la misma, de su omnipresencia (Rothwell y Zegveld, 1979). Como se afirma en una publicación del Ministerio de Industria británico (D.O.I., 78) «es difícil señalar un área industrial o comercial que finalmente no vaya a ser afectada por la nueva tecnología». O como dicen Jenkins y Sherman en términos aún más expeditivos: prácticamente cualquier cosa dotada de un motor eléctrico convencional o que requiera algún sistema de control, utiliza o acabará utilizando pastillas de silicio.

Dichos autores han sintetizado (Jenkins y Sherman, 1979) el conjunto de las posibles aplicaciones de los CI refiriéndose a cuatro vías principales de utilización de los mismos: *a)* sirviendo como base para la fabricación de nuevos productos: por ejemplo, relojes eléctricos, calculadoras de bolsillo y máquinas de escribir eléctricas; *b)* reemplazando circuitos convencionales en productos ya existentes, como en determinados componentes de los automóviles; *c)* transformando los procesos productivos: por ejemplo, a través de la utilización de robots; *d)* alterando y perfeccionando los sistemas de información, como es el caso del denominado Sistema X en el campo de la telefonía. Resulta así que pueden distinguirse —aunque sólo sea

a efectos analíticos— dos grandes categorías de innovaciones en la nueva tecnología: innovación en los *productos* (producción de nuevos productos o modificación de los existentes) e innovación en los *procesos* (producción de los mismos productos con nuevos procesos de producción).

La nueva tecnología, por otra parte, permite un control automático, más seguro y menos costoso, tanto en los productos como en los procesos y sustituye con ventaja a otras formas de control manual, mecánico, electromecánico, neumático o hidráulico. Como prácticamente cualquier área de la producción industrial lleva consigo la necesidad de algún tipo de control, las posibilidades de sustitución de los sistemas tradicionales son muy grandes. Por otra parte, la mejora que los microprocesadores permiten en la relación precio/capacidad de operar de un sinfín de productos industriales, aboca a su vez, a una mayor utilización de los mismos, tanto en el propio Sector secundario como en el agrario-extractivo y, señaladamente, en el Sector servicios.

Con propósitos meramente ilustrativos, se mencionan a continuación unas cuantas aplicaciones concretas (existentes o probables) de los CI. Se sigue un esquema que tiene en cuenta sucesivamente los tres sectores productivos convencionales, por parecer más conveniente a efectos del propósito básico de este artículo que es poner en relación la Microelectrónica con diversos aspectos del empleo. Una enumeración mucho más detallada de las posibles aplicaciones, agrupadas según influyan en los procesos o en los productos, se contiene en ETUI; muy instructiva es, asimismo, la relación incluida en HMSO, 78. Una amplísima lista de posibles campos de aplicación, la elaborada por el Ministerio de Industria británico, se ofrece —traducida— en forma de Apéndice.

El *Sector primario* podrá beneficiarse de la microelectrónica en diversos instrumentos y operaciones agrarias (tractores, ordeñadoras, riego por aspersión, pulverizadoras, control de invernaderos y establos), y pesqueras (vía instrumentos de navegación y telecomunicaciones). En el *Sector secundario,* el campo de aplicación parece, según ya se ha indicado, inmenso; por ejemplo, en la minería (transporte y lavado de material), en multitud de procesos de regulación y control —de temperaturas, presión, cantidad de materias primas— en las áreas de la industria química, las de vidrio y cerámica, la de producción de acero, etc. Similarmente, en la fabricación de máquinas-herramienta, en las cadenas de montaje de vehículos (potenciando, por ejemplo, el uso de más y más perfeccionados robots), en los motores de automóviles y de mecanismos elevadores y transportadores de toda índole, en la automatización de los almacenes, en las diversas ramas de la industria editorial. Un sinnúmero de productos de uso doméstico o personal acusarán —están acusando ya (9)— los efectos de la nueva tecnología: lavadoras, cocinas y hornos eléctricos, máquinas de coser, lavaplatos, radios, teléfonos, equipos de alta fidelidad, «videos», calculadoras de bolsillo, relojes...

En el *Sector Servicios* el potencial parece asimismo inaudito. Mención específica requieren el amplio terreno de las comunicaciones y el no menos vasto de las computadoras. En el primero —entre otras— con las decisivas transformaciones en las centralitas telefónicas y servicios relacionados con el teléfono (transformaciones que también se reflejan en la producción del correspondiente material); en el segundo, la microelectrónica, como ya se apuntó, ha hecho posible perfeccionamientos que han multiplicado la capacidad de los ordenadores y reducido su costo, lo que ha traído consigo el uso creciente de los mismos en toda clase de procesos de contabilidad y auditoría, inventarios, compras y ventas, operaciones financieras o relativas al personal, administración en general, etc. Tales progresos se reflejarán tarde o temprano en servicios que por distintos motivos hacen uso abundante de dichas técnicas o procesos, como son Correos y Telégrafos, Banca y Seguros, Administración Pública, etc. Sin olvidar su repercusión en las tareas administrativas o actividades de servicios que tienen lugar en los sectores primario y secundario que, a buen seguro, no será desdeñable: se ha estimado que sólo entre el 10 por 100 y el 20 por 100 de quienes trabajan en la industria manufacturera (los datos se refieren a Gran Bretaña), se ocupan directamente en el propio proceso de producción material de bienes.

Aunque en estrecha e inseparable relación con las circunstancias anteriores, cabe aludir dentro del sector servicios a algunas áreas donde el impacto de la microelectrónica parece prefigurarse como espectacular: el comercio al por menor y la actividad de oficina en su conjunto. En el primero tiene lugar un uso creciente de cajas o máquinas registradoras cada vez

más sofisticadas: no sólo están equipadas para «leer» electrónicamente el precio de los productos, sino que algunas de ellas mediante las oportunas conexiones con bancos e instituciones de crédito permiten verificar automáticamente los cheques e incluso proceder a los respectivos cargos y abonos en las correspondientes cuentas. En cuando a la actividad de oficina, se empieza ya a hablar de la oficina automatizada, proceso cuyo primer peldaño lo constituye la introducción de máquinas de escribir electrónicas que desarrollan funciones crecientemente complejas y, en todo caso, mucho más amplias que las de las máquinas de escribir ordinarias. Otras áreas donde los microprocesadores cuentan con notables posibilidades son las bibliotecas, los servicios médico-sanitarios (en equipos de diagnóstico y «scanners») y las actividades educativas, por no hablar de su imprescindible uso en determinados aparatos bélicos de precisión.

Ahora bien, como se apuntó al principio de esta Sección, la existencia de nuevas y relativamente baratas posibilidades técnicas, no tiene por qué traducirse de modo instantáneo en la adopción generalizada de los productos basados en ellas, debido a un cúmulo de razones. En el caso de los CI se ha señalado (*The Economist Survey,* 1980) la presencia, por una parte, de diversos obstáculos internos a la propia industria de semiconductores, que pueden constituir un freno a su, hasta el presente, vertiginoso desarrollo: 1) para empezar, se hace cada vez más difícil contar con el volumen de recursos necesario para financiar las masivas inversiones en las costosas plantas industriales y en la compleja maquinaria requeridas para la fabricación de CI; 2) como consecuencia, se está produciendo una escasez relativa de pastillas de silicio, con respecto a la demanda de las mismas; 3) se registran, además, dificultades técnicas para diseñar nuevos productos basados en la nueva tecnología, labor que, en cualquier caso, absorbe un período de tiempo relativamente largo.

Existen, por otra parte, obstáculos externos a la industria y que tienen un alcance más general: *a)* los costes económicos y deseconomías que inevitablemente acompañan al cambio tecnológico; *b)* la necesidad de disponer de un cierto margen temporal que permita la cualificación del personal destinado a manejar los nuevos productos; y *c)* la resistencia de diverso tipo a la introducción de innovaciones tecnológicas (por inercia, por motivos laborales, etc.). A esta gama de obstáculos se les suele denominar respectivamente: económicos, estructurales y sociales. Algunos aspectos relacionados con estas dos últimas categorías serán objeto de consideración más adelante, en las Secciones 5 y 6, respectivamente; a los obstáculos de índole económica se alude de forma somera en el párrafo que sigue inmediatamente, por más que también saldrán a relucir más de una vez a lo largo de la sección 4. Bastará aquí con retener la idea de que, por diversos motivos, no es fácil que la «revolución microelectrónica» tenga lugar de un día para otro en las numerosas áreas en que su aplicación es posible. Parece, así, obvio que un ritmo más pausado puede eliminar o mitigar parte de los efectos que algunos temen que tal revolución traiga consigo. Que ese carácter «evolucionista» haga, no obstante, desaparecer como por ensalmo el riesgo de que se produzcan determinados efectos negativos es algo muy distinto y seguramente mucho más de lo que los pesimistas estarían dispuestos a admitir.

Frente a los que abogan por la inmediata introducción de las innovaciones tecnológicas por estimarlo beneficioso para la economía nacional y para el aumento de la competitividad, hay quienes han subrayado la importancia de no perder de vista en cada caso la obstinada realidad del cálculo económico. Se ha dicho con justeza que toda innovación tiene, al menos, el coste de la incertidumbre que la rodea y, además, para muchas instalaciones equipadas con tecnologías en vías de obsolescencia, las nuevas técnicas pueden no ser tan rentables como las ya existentes, ya que se presentan problemas tales como la inversión en nuevos equipos, la amortización de los activos que quedan obsoletos, los costes de formación del personal en la nueva tecnología, etc. (Bosch Font, 1977). El ritmo de difusión de una nueva tecnología es, pues, en gran parte, función de las condiciones de demanda, las cuales varían como resultado de las diferencias existentes en la estructura y dimensión de los respectivos mercados nacionales (Tilton).

Ha de indicarse, para concluir esta Sección, que las características de la microelectrónica hacen que su firme y continuo avance no sea fácilmente percibido por el gran público (Hines y Searle, 1979; Jenkins y Sherman). Hay sin embargo, algunos indicios más visibles de la nueva tecnología que pocos tendrán dificul-

tad en reconocer. Dichos indicios están constituidos por ciertos productos cuya aparición, la rápida reducción posterior en su precio de venta y la consiguiente generalización relativa de su uso, han sido, sobre todo en ciertos países industriales, fenómenos notorios: cabe referirse aquí al reloj eléctrico o de cuarzo y a la calculadora de bolsillo. Asimismo es visible la creciente proliferación de diversos aparatos o contadores (en cajas registradoras, taxímetros, relojes, bombas de las gasolineras) que tienen en común esos peculiares números muchas veces fosforescentes (*digital display*), que aunque no permiten por sí solos entender fácilmente los logros tecnológicos en que se basan, tal vez sí dejen al menos intuir que un cambio significativo se está produciendo (10).

4. MICROELECTRONICA Y EMPLEO

La nueva tecnología parece tener un gran potencial para aumentar la productividad del trabajo, haciendo posible la obtención de una mayor cantidad de producto por trabajador. Tiende, pues, a disminuir el uso del factor trabajo en un proceso o producto dados y de ahí la preocupación que suscita su posible incidencia en el nivel de empleo. Aunque la nueva tecnología también puede ser ahorradora de capital, materiales o energía, suele estimarse que en cuanto dichos capital y materiales sean producidos y transformados de algún modo con el concurso del factor trabajo, el impacto final se reflejará asimismo en el nivel de empleo.

4.1. Generalidades sobre desempleo tecnológico

Las innovaciones tecnológicas ahorradoras de trabajo, no obstante, no se traducen necesariamente en un impacto negativo en el empleo, ya que el efecto final también dependerá de los niveles de producción y demanda total. Como ilustración, puede citarse a este propósito el caso del período 1958-67 en Europa, en el cual un proceso continuo de innovaciones técnicas ahorradoras de trabajo se vio acompañado de un incremento promedio anual en el empleo de 0,2 por 100, merced al aumento de la producción (medida por el PIB en términos reales) del 4,5 por 100 anual (ETUI).

Una posible definición de desempleo tecnológico es la que pone en relación éste con el hecho de que la producción per cápita crezca más de prisa que el producto total. Esta circunstancia, sin embargo, no conduce por sí sola el aumento del paro, ya que en el resultado final entran en juego otros elementos tales como la reducción de horas trabajadas y el movimiento de la población. De hecho, la teoría sugiere —con propósitos de generalización— que, en términos globales, los aumentos de productividad debidos al cambio tecnológico llevan aparejados una serie de efectos económicos compensatorios, tanto en la producción como en el empleo, que evitan que dichos aumentos se reflejen en un mayor paro. Elucidar sin embargo, cuál puede ser el saldo neto para la Economía en su conjunto, no es tarea fácil. Suele indicarse que estos mecanismos compensatorios operan a través de diversas vías, que normalmente se solapan o complementan. En el párrafo siguiente se desglosan a efectos analíticos.

Por una parte, la mayor productividad 1) lleva consigo menores costes unitarios y en algunos casos éstos se traducirán en *mayores beneficios* que conllevarán un aumento de la inversión. A esto puede objetarse que si el objetivo de la empresa innovadora es solamente obtener una determinada tasa de beneficio, no tiene por qué dedicar ese excedente (en todo o en parte) a la inversión, a menos que concurran otras circunstancias. Asimismo, la proporción del factor trabajo incorporado por la hipotética nueva inversión, puede ser menor que la representada por los trabajadores desplazados tras la innovación. Por otra parte, 2) la mayor productividad puede desembocar en una *disminución de los precios relativos,* lo que a su vez representa un aumento de la renta real de los consumidores y el consiguiente estímulo a la demanda global. Sin embargo, dicha reducción de precios dependerá del grado de competencia en el sector correspondiente y, en todo caso, el incremento de la demanda de dicho producto dependerá de su elasticidad con respecto al precio. A su vez, los efectos sobre el empleo de la (mayor) producción de ese bien, originada por el aumento de demanda, será función nuevamente de la proporción de trabajadores empleados en la producción de dicho bien después de que la innovación ha tenido lugar. También suele argüirse 3) que la nueva tecnología hace posible la aparición de *nuevos bienes y servicios* que repercuten directamente en un aumento de la inversión y del empleo. Pero si bien se admite que algunos

de dichos productos son enteramente nuevos, muchos otros sustituyen a variantes más o menos primitivas de ese producto o a productos que venían desarrollando funciones similares: en la fabricación de los productos obsoletos disminuirá la ocupación. Y además, para que la fabricación de estos nuevos productos generara inequívocamente empleo, habrían de ser producidos o elaborados dentro del país de que se trate. Finalmente, se señala que 4) *los sindicatos pueden conseguir aumentos de salarios* para los trabajadores que permanezcan en los sectores innovadores, lo que se reflejará en un incremento de la demanda y consiguientemente del empleo en otros sectores. No obstante, para que se compense por esta vía la disminución en la renta y, por ende, en la demanda de los trabajadores desplazados, la renta adicional consecuencia de la innovación debería plasmarse en gastos que generasen empleo igual al desplazado. Como puede apreciarse, resulta muy difícil pronunciarse en forma concluyente sobre el impacto en el empleo de una innovación tecnológica.

Para algunos economistas, el problema acaba resolviéndose a largo plazo y aducen que a lo largo de la Era industrial el cambio tecnológico ha acabado por reflejarse positivamente en la creación de empleo. La afirmación puede ser cierta, pero necesita ser matizada: no es menos cierto que cuando menos a corto y medio plazo existieron desajustes muy importantes (acentuados en los períodos de depresión económica) que, en cualquier caso, repercutieron gravemente sobre la vida y condiciones de trabajo de gran número de personas (11).

Así pues, a pesar de las dificultades que quedaron apuntadas, la consideración del posible impacto en el empleo de la nueva tecnología es relevante por las siguientes razones: *a)* porque no puede descartarse la posibilidad de que las mejoras en la productividad como resultado de la introducción de las innovaciones sean tan rápidas que los mecanismos compensatorios arriba descritos puedan no llegar a funcionar; *b)* porque aun cuando funcionaran los mecanismos compensatorios lo hagan con retraso y sea inevitable la aparición de paro friccional; *c)* porque aunque el empleo puede incluso aumentar en términos globales, cabe que se produzca desempleo en determinados grupos de trabajadores pertenecientes a determinados sectores sociales o áreas espaciales, o cuyas capacidades dejen de demandarse.

Sentado lo anterior, ha de quedar claro que aquí no se intenta hacer una caracterización general del concepto de desempleo tecnológico ni de su posible operatividad. En los apartados que siguen sólo se pretende llamar la atención sobre los posibles efectos concretos de la nueva tecnología microelectrónica en el empleo, tomando como base los datos, estimaciones y conjeturas que se contienen en varios informes y estudios (vid. Ref. Bibliog.) que se han ocupado del tema con cierto detalle. Como se irá viendo, las opiniones al respecto no son unánimes.

4.2. La preocupación por los efectos cuantitativos de la revolución microelectrónica

La metodología que aquí se sigue consiste en abordar la exposición partiendo de los planteamientos de quienes muestran pesimismo ante el impacto de la microelectrónica en el empleo, por más que el grado de su pesimismo no sea uniforme. La razón fundamental para aproximarse al tema desde esta perspectiva es que de entre los trabajos y autores consultados, los pesimistas, digámoslo así, son mayoría; lo que puede explicarse parcialmente por la conexión que algunos (pero desde luego no todos) de los mentados autores guardan con el mundo sindical: lo poco halagüeño de la actual situación de desempleo masivo no puede dar alas al optimismo. En todo caso, sus argumentos son considerados críticamente, poniéndolos en relación con los contraargumentos esgrimidos en su caso por quienes sostienen diferentes puntos de vista. Ha de subrayarse no obstante, que el pesimismo de los autores mencionados, en modo alguno los lleva a rechazar la utilización de la nueva tecnología. Antes al contrario, este parece ser uno de los puntos donde parece existir un consenso generalizado: la no adopción de la misma llevaría a una pérdida de la competitividad de muchos sectores que se traduciría en un problema de desempleo aún más grave.

Los pesimistas basan su postura en diversas consideraciones. A continuación se enumeran las más repetidas, desarrollándose más abajo con algún detalle: I) El hecho de que hasta el presente, en la mayor parte de las actividades que hacen uso de los avances microelectrónicos en ciertos productos para reemplazar los componentes existentes, las menores necesidades de mano de obra han neutralizado con creces el hipotético aumento en el empleo vía una mayor

demanda de dichos productos. Asimismo, se ha producido una reducción del trabajo necesario como resultado de modificaciones en determinados procesos de producción. II) La relativa ausencia (o al menos retraso en la aparición) de nuevos productos capaces de compensar, en términos de empleo creado, la pérdida de puestos de trabajo inducida por la introducción de la nueva tecnología. III) La menor capacidad que viene registrando el Sector Secundario para absorber empleo, junto con el temor de que el Sector Terciario (que había venido dando muestras de notables posibilidades para dar empleo a la mano de obra desplazada de los otros sectores o que simplemente accedía por primera vez al mercado de trabajo) podría ser uno de los más afectados por la nueva tecnología. En este sentido se teme que en el Sector Secundario se consoliden pautas similares a las del sector agrario (*jobless growth,* es decir, disminución del empleo acompañado de incremento del producto total y de un relativamente rápido aumento de la intensidad de capital en la industria); en cuanto al Sector Terciario se teme que, como mínimo, se produzcan en el mismo fenómenos de amortización natural de puestos de trabajo (*natural wastage*). IV) La circunstancia de que la nueva tecnología hace más fácil en algunos casos un cambio en la ubicación de las fábricas y de los domicilios de las empresas de actividades terciarias. V) La contribución que la nueva tecnología puede aportar a una mayor generalización de lo que ha dado en llamarse economía del autoservicio (*self service economy*). VI) La coincidencia de un aumento del ritmo de aplicación de la nueva tecnología (o al menos de un estímulo explícito de dicho proceso por parte de algunos gobiernos), con un panorama económico ya de por sí sombrío, caracterizado por bajos niveles de crecimiento y altas tasas de paro, amén del previsible aumento de la población activa en los próximos años. Todo ello con el telón de fondo de la ya aludida característica de la nueva tecnología de hacer posible su múltiple aplicación a un gran número de procesos y productos en todos los sectores productivos.

I. La efectiva reducción del empleo en determinadas industrias

En aquellas industrias que fabrican componentes microelectrónicos y en las que fabrican productos en los que los elementos mecánicos o electromecánicos han sido sustituidos por componentes microelectrónicos, se va produciendo una reducción del trabajo necesario para, respectivamente, producir y ensamblar dichos componentes. Por otro lado, en términos de valor añadido, los componentes microelectrónicos pasan a constituir una mayor proporción del producto terminado, dando lugar a una reorientación del factor trabajo hacia las empresas que fabrican los componentes (válvulas, transistores, CI, etc.) y a una nueva estructura de producción. Barron y Curnow han expresado gráficamente esto último con el esquema recogido en la figura 1.

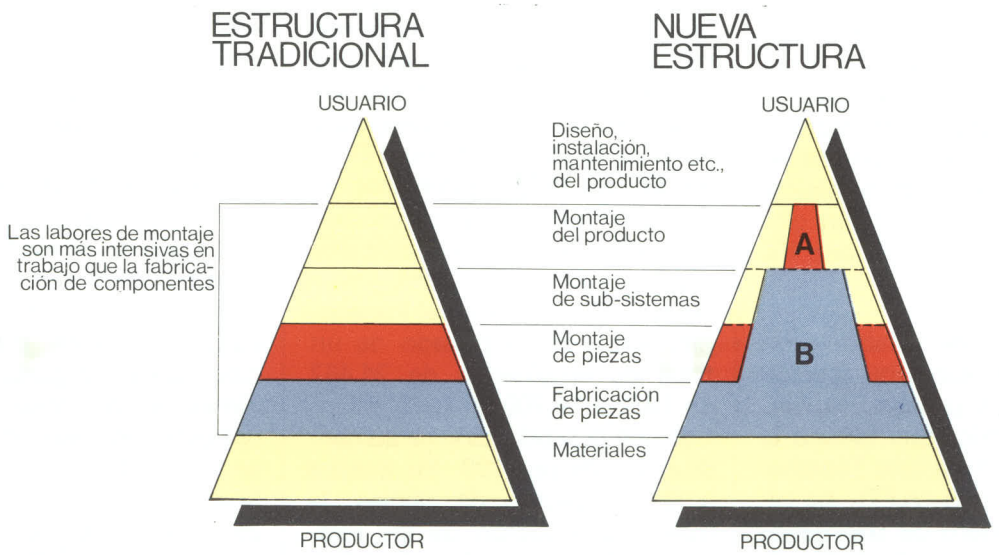
Pero no sólo se trata de que se produzca una reducción del trabajo necesario para fabricar componentes y productos. También se necesitará menos trabajo en aquellos procesos que son función de, o se relacionan con, el montaje del producto final, tales como (ASTMS) control de stocks y almacenamiento, transporte, manipulación de materiales y elaboración de facturas y recibos. De modo similar, muchos trabajos de carácter administrativo o de supervisión desaparecerán como consecuencia de los cambios en el proceso de producción. Además, dado que disminuirá el número de componentes del producto final se avanzará en la normalización y en el diseño del mismo, lo que junto con las técnicas de diseño con ayuda de computadoras significará un menor número de empleados en las labores de diseño y dibujo. A su vez, el menor número de componentes por producto facilita la automatización. A la postre, la reducción de componentes y la disminución de su tamaño podría incluso reflejarse en menores necesidades de locales de grandes dimensiones tales como almacenes y oficinas, con la consiguiente disminución de la actividad de construcción y la repercusión final en los precios del suelo urbano y las rentas de los propietarios de inmuebles en las áreas centrales de muchas ciudades (Hines y Searle). Asimismo, la superior simplicidad de la estructura del producto final y el abaratamiento de sus elementos componentes, tendrán su reflejo en una menor necesidad de personal en las labores de reparación y mantenimiento de dichos productos, convirtiendo en muchos casos dichas labores en innecesarias.

Estas modificaciones en la organización de la actividad productiva y los efectos consiguientes en el desempleo suelen ilustrarse recurriendo a diversos ejemplos. Uno de los más repe-

El esquema de Barron y Curnow pretende ofrecer una caracterización del proceso de producción de determinados productos (que incluyen, p. ej., calculadoras, radios, televisores, instrumentos de control y medida, contadores electrónicos, etc.) antes y después de la introducción de elementos microelectrónicos en su fabricación. En la estructura tradicional, la disponibilidad y preparación de los materiales o materias primas se encuentra en la base del triángulo; dichos materiales son transformados en elementos componentes y luego ensamblados para constituir lo que los autores denominan sub-sistemas (partes significativas del correspondiente producto) que, a su vez, se ensamblan para formar sistemas o productos finales. Finalmente el producto ha de probarse, venderse, instalarse y revisarse; en el vértice del triángulo figuran las labores de diseño e innovación del respectivo producto.

La introducción de microprocesadores altera la regular sucesión de las fases tradicionales, eliminando algunas en todo o en parte —según se señala en la figura— y contribuyendo a, por así decirlo, una mayor integración vertical del proceso productivo.

FIGURA 1.



A. El montaje de los elementos componentes supone en gran parte el montaje del producto final.

B. La utilización de LSI lleva a que la fabricación de elementos componentes sustituya, en gran parte, a otras fases antes necesarias para la obtención del producto final.

En la *nueva estructura,* con la aplicación de la Microelectrónica, la producción industrial se hace menos intensiva en trabajo.

Fuente: (ETUI) pág. 81. El esquema original, con ligeras variantes, aparece en (Barron y Curnow), cit. págs. 196-197, y se reproduce en (Rothwell y Zegveld), págs. 164-165, y (Curnow y Curran), pág. 38.

tidos es el constituido por la empresa NCR, fabricante de máquinas registradoras. De acuerdo con el Informe Anual de la propia compañía en 1975, los productos electrónicos que se fabricaban en esa época incorporaban una proporción de trabajo que era sólo del 25 por 100 de lo correspondiente a los productos de la gama anterior. Como resultado, indicaba el Informe, el número de sus empleados en las plantas de fabricación había descendido en 5 años de 37.000 a 18.000. Un proceso parecido tuvo lugar en las plantas que dicha compañía posee en Europa. En la RFA, se pasó de 4.200 empleados en 1974 a 400 en 1977, mientras que en Escocia (Dundee), se pasó de 3.000 empleados y cuatro fábricas en 1975 a 1.000 empleados y dos fábricas en 1978. En un estudio llevado a cabo por Olivetti (cit. en ETUI) en el que se consideraba una muestra de ocho compañías europeas y americanas dedicadas a la producción de productos mecánicos y electrónicos relacionados con la Informática, se señalaba una reducción global en el empleo del 20 por 100 entre 1969 y 1978.

En el terreno de la fabricación de equipos de telecomunicación ha ocurrido un proceso similar. Western Electric, que fabrica el material de la American Telephone and Telegraph (ATT), ha reducido el número de trabajadores empleados en actividades directamente productivas de 39.200 en 1970 a 19.000 en 1976 y se piensa que en 1980 el total quedará reducido a 17.400 (ASTMS). Asimismo, la empresa sueca Ericsson ha disminuido el número de sus empleados en el proceso de producción de 8.000 a 3.000 entre 1975 y 1978, permaneciendo inalterado el número de los empleados en labores administrativas (ETUI). En Francia, en el mismo sector, se cree que la reducción en los próximos tres o cuatro años puede llegar a ser de hasta 70.000 trabajadores de un total actual de 90.000. Pero todo parece indicar que el impacto más grave aún está por ocurrir: se ha estimado (ETUI, Rothwell y Zegveld) que el número de trabajadores necesario para producir centralitas telefónicas completamente electrónicas (el denominado en Gran Bretaña Sistema X) representará sólo un 10 por 100 del que hoy por hoy se necesita para la producción de la actual generación de equipo telefónico.

Algo parecido tiene lugar en áreas tales como la fabricación de televisores en color en países como Gran Bretaña e incluso Japón y la de relojes electrónicos en Centro Europa. En el primer caso, se ha registrado en Gran Bretaña una disminución del empleo que, en números redondos, ha pasado de 69.000 en 1973 a 45.000 en 1979; igualmente en Japón donde, tomando en consideración las siete mayores empresas del sector (incluyendo Hitachi, Sony, National Panasonic, etc.) se ha pasado de un total de empleados de 24.462 en 1972 a 14.700 en 1976, mientras que la producción ha aumentado un 25 por 100. En cuanto a la fabricación de relojes, la masiva sustitución de los relojes mecánicos por los electrónicos se ha traducido en una disminución notable del trabajo incorporado en la fabricación del producto, lo que junto con la desaforada competencia de los relojes electrónicos fabricados fuera de Europa ha llevado a una reducción drástica de los niveles de empleo en la industria (en Suiza, unos 46.000 puestos de trabajo menos; en la RFA una reducción del 40 por 100: ETUI).

Tanto las cifras como la tendencia puestas de relieve en los ejemplos mencionados, han sido aceptados con generalidad por tirios y troyanos, constituyendo uno de los escasos extremos en que existe un acuerdo general. Muchas más dificultades, sin embargo, entraña el aceptar que el esquema anterior sea generalizable a todos o la mayor parte de los productos que incorporen componentes microelectrónicos. A ese respecto, los escépticos distinguen toda una gama de productos, con muy diversos efectos a la hora de su repercusión en el empleo. En el cuadro se contemplan las posibles situaciones (HMSO, 79).

Por otra parte, en lo tocante a las modificaciones introducidas en determinados procesos de producción industrial y su reflejo en el empleo, suele citarse el notorio caso de la industria de Prensa e Imprenta. En la RFA, por ejemplo, ha tenido lugar desde 1972 hasta el presente, una reducción de alrededor de 35.000 puestos de trabajo. En Gran Bretaña, donde a ese propósito alcanzó relevante publicidad el caso del prestigioso diario *The Times* y la tenaz resistencia opuesta por sus trabajadores, se ha producido de 1967 a 1976 una reducción de personal de 259.000 a 196.000, habiéndose estimado por la *British Royal Commission of the Press* en 1975, que 7.000 trabajadores de prensa de un total de 20.000 (que desempeñan determinadas funciones en periódicos de ámbito nacional) habrán de ser despedidos como resultado de la introducción de la nueva tecnología. En Estados Unidos, se menciona (Rothwell y Zegveld) el caso del

	Ejemplo
A. **Una creación significativa de puestos de trabajo.**	
Productos nuevos con nuevos mercados	Calculadoras de bolsillo. Juegos relacionados con la televisión.
Productos viejos con nuevos mercados	Computadoras domésticas.
B. **Una creación modesta de puestos de trabajo.**	
Componentes adicionales en productos viejos	Sistema de seguridad en automóviles, etc.
C. **Una situación neutral.**	
Productos modificados en mercados viejos o preexistentes ...	Pérdidas de puestos compensadas por ganancias por la introducción de nuevas características: industria del automóvil.
D. **Una pérdida modesta de puestos de trabajo.**	
Sustitución de componentes en productos viejos	Lavadoras o cocinas incorporando relojes de control electrónico.
E. **Una pérdida significativa de puestos de trabajo.**	
Productos nuevos en mercados viejos	Telecomunicaciones. Cajas registradoras electrónicas.

Journal Bulletin de Providence, Rhode Island: la empresa consiguió llegar a un acuerdo con los empleados y despedir en fases sucesivas a casi las 4/5 partes de los mismos. El acuerdo fue un éxito... obtenido, eso sí, a un alto coste para la empresa en indemnizaciones.

II. ¿Nuevos productos?

Nótese que en la clasificación ofrecida más arriba se hace referencia por los autores de la misma a la aparición de nuevos productos (calculadoras de bolsillo, juegos relacionados con la TV, etcétera) que se estima generarán un número considerable de puestos de trabajo. Como ya se había apuntado, muy otra es, a este respecto, la opinión de los denominados pesimistas, que (ASTMS): 1) o bien no acaban de considerar completamente nuevos algunos de esos productos (la calculadora de bolsillo reemplaza otros tipos de calculadoras, con lo que el efecto neto sobre el empleo no es tan positivo como se dice); 2) o bien consideran que otros ya han dejado de ser productos nuevos en sentido estricto (los juegos relacionados con la TV han sido integrados en la propia estructura del aparato como un mero aditamento, lo que no ha impedido que continúe la disminución del número de ocupados en la fabricación de televisores); 3) o bien no acaban de convencerse de que pueda surgir gran cantidad de nuevos productos con relativa rapidez y de qué modo provocarían un saldo neto positivo en el empleo, ya que dichos nuevos productos serán menos intensivos en trabajo como consecuencia de los avances en la microelectrónica ya descritos.

Pese a todo, los pesimistas admiten la muy plausible aparición de nuevos productos en áreas tales como el ahorro de energía, determinados bienes de consumo duradero, productos de oficina e instrumentos de control industrial, etc., pero consideran que el resultado neto será, como mucho, apenas positivo, habida cuenta del desplazamiento de trabajadores que se producirá en otras actividades y sectores viejos.

III. La evolución de los Sectores Secundario y Terciario

Nadie disputa un hecho que parece ser incontrovertible: el sistemático y generalizado declinar a lo largo del tiempo (aunque a diferentes ritmos según los países) del empleo en el Sector Primario de la Economía. Algo parecido se ha creído ver en los últimos años en el Sector Secundario. A este propósito, hay quienes apuntan que pese a que el comportamiento del Sector industrial no es tan inequívoco en cuanto a su participación en la generación de empleo (existiendo variaciones notables en el espacio y en el tiempo), sí puede sostenerse que en los países de capitalismo maduro la tasa de crecimiento del empleo en el Sector Secundario va disminu-

yendo de modo perceptible, en un proceso que se remonta para muchos de esos países a la década de los 60. Este proceso se ha visto impulsado con la crisis posterior a 1973-74.

Se estima, por tanto, que esta pérdida de peso relativo del Sector industrial no es ni mucho menos enteramente atribuible a la crisis económica, sino que forma parte de un cambio estructural a largo plazo por el que atraviesa dicho sector. De este modo, a los efectos derivados de la atonía de la demanda se uniría la acción de otros factores básicos: *a)* los cambios en la localización geográfica de ciertas industrias hacia los «nuevos» países industriales (extremo del que se hablará más ampliamente en IV *infra*); *b)* las variaciones en el coste relativo de los factores de producción; *c)* los cambios tecnológicos que afectan tanto a los productos como a los procesos productivos. Dichas circunstancias se encuentran interrelacionadas y su existencia hace improbable que el Sector secundario vuelva a expandirse en Europa Occidental y Norteamérica de la forma en que lo hizo en épocas pasadas. Consecuentemente, los años por venir serán testigos de un proceso de disminución del empleo en el Sector Secundario de los «viejos» países industriales, a través sobre todo de dos vías: la erosión de sus correspondientes cuotas en el mercado mundial (debido a la existencia de nuevos países productores) y la intensificación del uso de tecnologías ahorradoras de trabajo. Un hipotético aumento de la demanda mundial en los años Ochenta ayudaría a mitigar los efectos de la primera de las vías señaladas, pero intensificaría los efectos de la segunda (con vistas a la necesaria mejora de las condiciones de competitividad).

Así las cosas, la situación abocaría a que el Sector Terciario fuese el encargado de absorber tanto la mano de obra desplazada de los otros sectores, como la que vaya accediendo por primera vez al mercado de trabajo, sea como consecuencia de factores demográficos o como resultado de la mayor participación femenina. Este ha parecido ser el caso en los últimos treinta años, en que la dimensión del Sector Servicios ha ido aumentando, permitiendo así facilitar trabajo a una considerable y creciente proporción de la población activa.

Para el futuro, sin embargo, tal suposición se estima poco realista, en virtud de una razón fundamental: es precisamente en el empleo del Sector Terciario donde se teme que la microelectrónica tenga un mayor impacto negativo. Hay, además, otras razones, de distinto calibre. En efecto, el mayor crecimiento en el empleo en el Sector Terciario suele atribuirse, aparte de a una mayor demanda de los correspondientes servicios, a diversas características diferenciales de este sector con respecto al Sector Secundario, principalmente: una menor inversión por persona empleada, un menor ritmo de cambio tecnológico, una inferior capacitación (como promedio) de los trabajadores y una semana laboral generalmente más corta. Dichas características se han ido modificando para asemejarse cada vez más a las propias del Sector Secundario y se piensa que eso va a repercutir en la reducción de la tasa de crecimiento del empleo en el Sector Terciario.

En este contexto se teme especialmente, como ya quedó apuntado, el impacto derivado de la aplicación de la nueva tecnología microelectrónica. Los mayores efectos puede que afecten específicamente a los trabajos administrativos y de oficina a diversos niveles y más concretamente al constituido por los trabajos mecanográficos, las labores de secretariado, etc. En tal sentido se habla de la transición hacia lo que se ha dado en llamar la oficina automatizada o automática, que podría llegar a ser una realidad de contarse con (HMSO, 79): *a)* posibilidades de uso, a bajo precio, de computadoras de gran capacidad; *b)* máquinas de escribir eléctricas altamente sofisticadas para el tratamiento de textos (*word processors*), y *c)* sistemas de telecomunicación potentes, baratos y fiables. Hacia esa realidad se camina desde un punto de vista meramente técnico y los posibles efectos negativos en el empleo podrían llegar a ser devastadores.

En este punto son varios los estudios (Nora-Minc, Jenkins-Sherman, ETUI) que han intentado poner de manifiesto el posible orden de magnitud de dichos efectos, por más que no dejen de hacer constar las dificultades y limitaciones que entraña aventurarse en terreno tan resbaladizo y en el que se requerirían tantas matizaciones. En cualquier caso, quizá tales estudios posean al menos una virtud: mostrar la potencial sensibilidad de muchas actividades terciarias a los cambios en la productividad que se prevé puedan derivarse de la aplicación de la nueva tecnología.

Uno de los ejemplos reiteradamente esgrimidos es el del informe elaborado por la empresa alemana Siemens (el denomi-

nado «Office 1990») donde se estima que de un total de 2,7 millones de empleos de oficina en la RFA, podrían llegar a desaparecer por esa fecha, por automatización de los mismos, alrededor de un 30 por 100. Asimismo, el informe Nora-Minc (primera parte, cap. 1.°) pronostica una reducción de un 30 por 100 en el empleo de los sectores de Banca y Seguros en Francia en un período de 10 años, entendiendo por tal no necesariamente una disminución con respecto a las cifras actuales, sino más bien la neutralización del crecimiento que hubiese tenido lugar, con el estado actual de la técnica, en respuesta al aumento de demanda. Predicciones similarmente negativas señalan que 82.000 mecanógrafas francesas de un total de 349.000 podrían llegar a perder su puesto de trabajo como consecuencia de la introducción de máquinas eléctricas sofisticadas y en Gran Bretaña se ha llegado a hablar de un desplazamiento de los trabajadores ocupados en las tareas de producir y manejar información que podría igualmente llegar a alcanzar la cota del 30 por 100 en 1990. Se considera que el desempleo puede seguir derroteros similares en actividades como el servicio de Correos y las actividades de distribución y de venta al por menor. Suele subrayarse que aunque esas enormes pérdidas de puestos de trabajo no llegasen a tener lugar, bastaría con que la mayor intensidad de capital permitiese (para niveles de producción similares o superiores a los de ahora) mantener las actuales plantillas para que la situación se tornara pavorosa, habida cuenta de lo que cabe esperar de los demás sectores productivos.

Ni que decir tiene que los planteamientos anteriores no son aceptados de un modo unánime, ni en lo concerniente a la supuesta evolución del Sector Secundario ni en lo tocante a los presumibles efectos de la microelectrónica en los niveles de empleo del Sector Terciario. Para algunos autores, el hecho de que en determinados países se haya reducido la proporción de empleados en el Sector Secundario al tiempo que se ha incrementado la del Sector Terciario: 1) puede ser debido a circunstancias puramente cíclicas; 2) no tiene por qué ser un proceso de carácter irreversible, y 3) en cualquier caso, no permite por el momento pensar que vayan a repetirse las pautas propias de la evolución del Sector Primario que fueron aludidas a principios de este apartado.

Dichos autores aducen que para llegar a conclusiones más sólidas habrían de analizarse las cifras disponibles tomando en consideración el empleo por sectores en un plazo lo más dilatado posible, lo que permitiría hacer inferencias menos ilegítimas. Aunque tal análisis está erizado de dificultades, se ha creído ver (HMSO, 79) a la luz de los datos de los últimos 70 años en diversos países industriales y sin perjuicio de algunas variaciones entre los mismos: *a)* que el empleo en el Sector Secundario suele representar una proporción prácticamente constante del conjunto de la población trabajadora, creciendo aproximadamente al mismo ritmo que el empleo total; *b)* que no cabe hablar de un trasvase de empleo del Sector Secundario a favor del Sector Terciario, sino más bien de una interrelación entre ambos sectores; de este modo, el crecimiento del Sector servicios estaría relacionado a través de diversos y complejos mecanismos con el del Sector industrial, sosteniéndose y reforzándose ambos mutuamente. En otras palabras, que el crecimiento del Sector Terciario no es una manifestación del declinar del Sector Secundario y que un aumento del empleo en aquél puede perfectamente ir acompañado de un

PORCENTAJE DEL EMPLEO EN EL SECTOR SECUNDARIO EN DETERMINADOS PAISES A LO LARGO DEL SIGLO XX

	1911	*1951*	*1971*	*1977*
Alemania	41,0	42,9	49,2	45,3
Canadá	29,4	35,6	30,9	28,9
Estados Unidos	31,6	34,5	33,6	29,8
Francia	33,0	36,3	38,3	38,1
Gran Bretaña	55,5	49,1	44,5	40,0
Italia	26,9	32,1	42,6	43,5
Japón	17,6	24,9	36,0	35,4

Fuente: HMSO, 79, pág. 13.

El concepto Sector Secundario incluye aquí minas y canteras, fabricación, empresas de servicios públicos (del tipo de las de producción de energía eléctrica, gas, etc.) y construcción. Los datos de los diversos países no corresponden estrictamente en todos los casos a los años que figuran al frente de las columnas, sino a fechas alrededor de los mismos, por ejemplo, los datos de Alemania son de 1907, 1950, 1970 y 1977; los de Estados Unidos de 1910, 1950, 1970 y 1977, etc.

similar incremento del empleo en éste. Algunos datos de la evolución del Sector Secundario en varios países industriales prestarían apoyo al menos parcial a estas hipótesis.

Por otra parte, los escépticos estiman que introducir con generalidad y a gran escala el uso de la microelectrónica en el Sector servicios es una operación más ardua de lo que parece y que, por consiguiente, sus efectos sobre el empleo no tienen por qué ser tan drásticos. Para empezar, y por centrarnos en el área donde los pronósticos son más lúgubres, no va a producirse un salto radical desde la oficina preponderantemente manual a la completamente automatizada, por diversas razones. Entre estas destacan: *a)* la nueva tecnología no representa una novedad tan absoluta como a veces se pretende con respecto a tecnologías preexistentes y que ya se venían aplicando a las labores administrativas; *b)* una cosa es que las pastillas de silicio sean productos comparativamente baratos y otra que todas sus aplicaciones también lo sean; esta circunstancia, aliada a otras en la misma línea de falta de incentivos económicos para abordar la innovación, influirá en el ritmo de adopción de la maquinaria correspondiente; *c)* además, lo que es técnicamente factible no siempre es considerado funcionalmente útil o conveniente: a este respecto se cita el caso revelador de las teleconferencias o telerreuniones a través de circuito cerrado de TV cuya comercialización ha fracasado debido a lo que parece ser una preferencia de los ejecutivos por las reuniones que impliquen una presencia física de los interesados; tampoco han de olvidarse *d)* los problemas técnicos de transformar una organización donde prima el material escrito en otra donde hasta los archivos son electrónicos: el paso de la primera a la segunda llevará cierto tiempo; ni *e)* las dificultades legales o simplemente las de familiarización y garantía para clientes, etc., que conllevaría la adopción de métodos enteramente electrónicos (ausencia de documentos escritos que sirvan de comprobante, etc.).

En cuanto al problema específico de la eliminación de puestos de trabajo, se ha indicado, por ejemplo, que junto a esas pérdidas o en todo caso junto a la mucho más inevitable obsolescencia de determinadas tareas, también hay que considerar la creación de nuevos puestos, bien sea en la programación o mantenimiento de los propios sistemas electrónicos, o bien porque la existencia de nuevas posibilidades técnicas puede llevar al surgimiento de nuevas tareas y servicios que, cuando menos, permitirán mantener los niveles de empleo existentes; 2) por razones de estatus y otras, muchos ejecutivos o empleados de alto nivel serán renuentes a prescindir de sus secretarias; 3) además, una proporción considerable de las actividades administrativas (notoriamente los trabajos mecanográficos) tienen lugar en el seno de pequeñas empresas que no sólo tendrán dificultades para permitirse una sustitución de trabajo por capital (a menos que la reducción del precio de este último sea drástica), sino que en cualquier caso siempre podrán dedicar sus escasos efectivos humanos a tareas nuevas que puedan surgir o a otras que hasta entonces no se cubrían adecuadamente. En línea con lo anterior, 4) las mejoras en la productividad no tienen por qué ir siempre asociadas, en este terreno, a una mayor producción final, sino a un mayor número de productos «intermedios» (v. gr. documentos de los que antes sólo se hacía un borrador y que ahora pueden mejorarse notablemente por medio de discusiones y revisiones sucesivas que originan varios borradores más); así, puede que la nueva tecnología simplemente haga posible (en el mismo tiempo y con similar esfuerzo del mismo número de mecanógrafos) la consecución de productos de superior calidad. Como puede apreciarse, el efecto neto sobre el empleo de la introducción, al nivel que sea, de la microelectrónica en el sector servicios dista de estar claro, por más que es innegable que hasta los más escépticos muestran preocupación por lo que pueda ocurrir.

IV. Los desplazamientos geográficos de las actividades productivas

A partir de 1973-74 parece haberse acelerado (Rothwell y Zegveld) una tendencia que ya venía registrándose en las dos décadas anteriores: el asentamiento de muchas nuevas plantas industriales en los países en vías de desarrollo (v. gr., Corea del Sur, Brasil, India, Méjico, Singapur y Taiwán) e, incluso, en determinados países de Europa Oriental.

Diversas razones explicarían (Jenkins y Sherman) este fenómeno: 1) por un lado, los avances tecnológicos posibilitan la fragmentación y consiguiente simplificación de determinados procesos productivos, permitiendo que el montaje de los correspondientes elementos componentes se lleve a cabo casi en

cualquier parte; 2) por otro lado, los progresos en materia de transporte han contribuido al abaratamiento del mismo, con el uso de contenedores y la proliferación de aviones y barcos de grandes dimensiones; 3) asimismo, desde el punto de vista de la mano de obra, los países en vías de desarrollo ofrecen claras ventajas sobre todo en cuanto al nivel de salarios (habitualmente muy inferiores a los de los países industriales) y a las condiciones de trabajo (que facilitan la obtención de más altas tasas de beneficios). El relativamente bajo nivel de cualificación de esta mano de obra no representa, ni mucho menos, un obstáculo insalvable, merced a la ya mencionada simplificación del proceso productivo que hace que en muchos casos no se requiera una formación especial.

La conjunción de dichos factores ha hecho posible una mayor participación de estos «nuevos países industriales» en el total del comercio mundial de productos manufacturados, así como una diversificación creciente de su comercio de exportación, abriendo nuevos frentes en la batalla por la competencia con los «viejos» países industriales.

La nueva tecnología microelectrónica podría contribuir a intensificar la tendencia apuntada, fundamentalmente por dos motivos: *a)* porque permite una simplificación aún mayor de los procesos de montaje de determinados productos industriales, con su correlato de requerir una cualificación aún menor de la mano de obra; *b)* porque las aplicaciones específicas de la nueva tecnología ligadas al terreno de las telecomunicaciones y a la telemática, pueden facilitar el desplazamiento geográfico de muchas actividades de servicios, buscando las ventajas derivadas de los menores costes de personal y de instalación. Dicho cambio de ubicación sería técnicamente factible al permitir las nuevas técnicas asociadas a la telecomunicación disponer casi instantáneamente de la información pertinente en puntos físicamente alejados de los centros mercantiles o industriales (12).

Ha de reconocerse, empero, que los logros de la tecnología microelectrónica y de la telemática también pueden llegar a producir efectos de signo opuesto, esto es, reorientar determinadas actividades industriales y de servicios hacia los viejos países industriales, bien sea porque el uso de técnicas más intensivas en capital reduce la importancia relativa del factor trabajo y con ello su coste, bien por otras posibles razones.

De confirmarse los temores de los pesimistas, el impacto en el empleo en los viejos países industriales de esta tendencia a la búsqueda de áreas geográficas más favorables, podría llegar a convertirse en una desagradable realidad. Y aunque se admite que, en todo caso, parece tratarse de un proceso que, al menos con carácter general, no va a tener lugar de la noche a la mañana, la existencia de algunos casos que parecen dar pábulo a tales temores, como el bien conocido de la industria textil o el de los astilleros surcoreanos (que han puesto en grave aprieto a los astilleros japoneses), sugiere la conveniencia de no minimizar los posibles efectos. Máxime cuando las fórmulas que permitirían a los viejos países industriales mantener o mejorar su posición en el mercado pasan casi inexorablemente por una racionalización industrial que apunta a una significativa reducción del empleo en los sectores afectados.

V. La economía del autoservicio

En los años posteriores a la II Guerra Mundial ha tenido lugar (Rothwell y Zegveld) una notable expansión de la llamada economía del autoservicio (*self-service economy*), ilustrada, por ejemplo, por el desarrollo de actividades que llevadas a cabo dentro del hogar, representan alternativas, totales o parciales, a actividades o servicios previamente prestados de modo primordial fuera del mismo. Tal es el caso de la televisión con respecto al cine o, en un grado menor, de la lavadora automática con respecto a las lavanderías. Dicho de otra manera y en términos más amplios: se ha acentuado la tendencia a que los consumidores de muchos servicios produzcan el servicio final ellos mismos; este es también el caso de quienes tras la compra de un automóvil disminuyen considerablemente el consumo del transporte público. Esta evolución ha sido facilitada por el creciente acceso de sectores cada vez más amplios de la población a dichos bienes; circunstancia que, a su vez, es función de la reducción relativa de su precio y de una creciente simplificación de su uso, aliada a una mejora de la calidad del servicio obtenido.

El advenimiento de los microprocesadores puede estimular aún más la expansión de este tipo de autoservicios. Por un lado, a través de una potenciación de los servicios que pueden disfrutarse casi sin moverse de casa; en esa línea, se alude a la plau-

sibilidad de contar con aparatos de televisión más perfeccionados que permitirán, tras las oportunas conexiones con diversas redes, desde la obtención de un sinnúmero de informaciones útiles (13) o el acceso a bibliotecas, hasta realizar las compras cotidianas o hacer las veces de un servicio de correos electrónico. Por otro lado, en terrenos como la educación o la medicina: en este último ámbito existen ya máquinas para medir automáticamente la presión arterial y otras que permiten un telediagnóstico sin necesidad de que el médico se encuentre junto al paciente.

Es imposible evaluar, en términos de saldo neto, el efecto de estas innovaciones sobre el empleo. Sin embargo, algunos autores han visto en la proliferación de las mismas un posible freno a la creación de puestos de trabajo en un Sector servicios cuya expansión, al menos sobre el papel, parece estar sometida al asedio de múltiples impedimentos.

VI. En el contexto de la crisis

Que la economía mundial pasa por un período de crisis económica grave y profunda es algo que nadie ignora. También es de sobra sabido que dicha crisis se refleja en una notable disminución del ritmo de crecimiento de las economías nacionales y en un alarmante aumento de las cifras de paro. A título de ejemplo, puede indicarse que el producto industrial creció en los países de la CEE entre 1974 y 1978 a un promedio de 0,86 por 100 anual, frente a un crecimiento promedio anual de 4,8 por 100 entre 1958 y 1967, y un promedio anual de 3,8 por 100 entre 1968 y 1977. Por su parte, las cifras de desempleo registrado pasaron de representar el 2,9 por 100 de la población activa en 1974 a constituir el 5,5 por 100 de la misma en agosto de 1979 (ETUI).

El paro, por sus múltiples repercusiones económicas y sociales constituye, como se ha dicho con acierto, «el más temido y más intratable efecto de la crisis». Claro que no todos los países han tenido el mismo éxito al tratar de ponerle remedio. Se ha indicado (Rothwell y Zegveld) que si se consideran sólo los miembros más ricos de la OCDE, cabe distinguir tres categorías distintas a ese respecto: 1) aquellos países que pese a la crisis de 1973-74 han conseguido mantener niveles de paro relativamente bajos (Japón y Suecia); 2) aquellos países en los que el paro aumentó notablemente hacia 1975, habiéndose desde entonces mantenido en esos altos niveles, incluso sobrepasándolos: éstos constituyen el contingente principal (Bélgica, Gran Bretaña, Holanda, Italia, Francia y RFA); 3) aquellos otros en los que el desempleo aumentó drásticamente en 1975 y ha vuelto a descender a niveles cercanos a los anteriores a la crisis, que es el caso de EE.UU. A la situación española se hará referencia más adelante, en la Sección 7.

Por otro lado, en los países industriales se espera que los próximos años sean testigos de un considerable aumento del ritmo de crecimiento de la población activa. Si el incremento de dicha magnitud fue de un 16,4 por 100 en el período 1960-75 para el conjunto de los países de la OCDE, las proyecciones para la etapa 1975-1990 alcanzan el 19,3 por 100 (ambos valores son medias ponderadas: OCDE, 1979). Otros datos ponen de relieve que la tasa de crecimiento de la población activa para los próximos años en los países de la CEE se espera que se sitúe alrededor del 0,5-0,6 por 100 anual, comparado con un promedio de 0,25 por 100 entre 1960-1973. Eso significa que para mantener el desempleo en los niveles existentes antes de la crisis haría falta conseguir una tasa de crecimiento de la economía superior a la del pasado: a tal efecto la CEE ha estimado que es necesario un aumento anual del PIB del 5 por 100 (comparado con el 4,6 por 100 del período 1961-73) para absorber el exceso de oferta de trabajo disponible (ETUI). O dicho en otros términos (OCDE, 1978): para facilitar empleo a la acrecida población activa que se prevé para la próxima década, se necesitará —aparte de seguir proporcionando trabajo a quienes hoy ya están empleados— un número de nuevos puestos de trabajo cuatro veces superior al de la década anterior (las décadas a que se hace referencia son, respectivamente, 1975-85 y 1965-75).

La situación descrita, en la que no entra en consideración el posible impacto de la microelectrónica, no tiene, a pesar de todo, por qué conducir fatalmente a un incremento del paro y cabe imaginar una modificación favorable de las circunstancias. Los escépticos aducen, además, que en un contexto de estancamiento económico es menos probable que se produzcan masivas inversiones en la nueva tecnología con lo que los efectos sobre el empleo serán poco significativos. Pero esto no deja de ser cuestionable y hasta que el panorama vaya aclarándose de modo inequívoco se entenderá que tales perspectivas

enturbien aún más la visión de quienes muestran pesimismo ante los posibles efectos laborales de la «revolución microelectrónica».

4.3. Posibles repercusiones en el trabajo de las mujeres

Un aspecto que por su importancia ha sido repetidamente destacado es el de la posible influencia de la nueva tecnología en el desplazamiento de la mano de obra femenina. Tales temores provienen: 1) de la ya mencionada característica de una mayor sensibilidad del Sector Terciario a este género de cambio tecnológico; 2) de que dicho sector productivo da empleo en los países industriales a una proporción de mujeres muy superior a la ocupada en otros sectores; 3) del hecho de que en los períodos de abundante desempleo y por una serie de razones, las mujeres suelen estar en peor posición que los hombres a la hora de acceder a (conservar) un puesto de trabajo.

Las graves consecuencias económico-sociales que se derivarían no sólo surgen del dato de que en nuestros días un creciente número de mujeres reivindica, más o menos enérgicamente, un puesto de trabajo fuera del hogar, en igualdad de condiciones con respecto al varón, sino de las circunstancias que un cierto número de mujeres son las encargadas, por necesidad, de sostener económicamente a sus familias y, sobre todo, que sin la ayuda económica del trabajo femenino muchas más familias se encontrarían en dificultades económicas o, lisa y llanamente, bajo la línea de pobreza.

5. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE CAPACITACION Y EDUCACION

Incluso quienes afirman que la Microelectrónica no aumentará el desempleo, están de acuerdo en que lo que sin duda se va a producir es la desaparición de ciertos puestos de trabajo y una modificación sustancial en el contenido de muchos otros. Quienes sostienen además (HMSO, 80) que el ritmo de cambio tecnológico tenderá a acelerarse, estiman, asimismo, que cambiará cada vez más a menudo la naturaleza de una cierta proporción del total de los puestos de trabajo de la economía.

5.1. Las necesidades educativas según los casos

Lo anterior parece abocar a la inevitabilidad de cuestionarse acerca de las necesidades educativas al respecto (14). Se ha señalado (Barron y Curnow, 1979) la existencia de tres posibles tipos de problemas a tener en cuenta: 1) la re-capacitación de quienes estaban en posesión de capacidades o cualificaciones que la nueva tecnología convertirá en innecesarias u obsoletas; 2) la preparación profesional que haga posible el aprovechamiento de la nueva tecnología para quienes se incorporan al mercado de trabajo; 3) la divulgación de los conocimientos necesarios para que una proporción creciente de la población perciba las potencialidades de la nueva tecnología y, como mínimo, su existencia. Este último punto, aunque parece relevante para el caso español, no va a ser tratado en los párrafos que siguen, que se centran en los otros dos aspectos aludidos.

1) Es probable que los diversos inconvenientes derivados de la transformación en innecesarias de determinadas cualificaciones (inconvenientes entre los que destacan los de carácter retributivo y los ligados a una posible degradación profesional) puedan llegar a ser graves para muchos de los afectados, aunque ello seguramente variará con la edad y otras circunstancias. Hay quienes estiman, sin embargo, que las consecuencias de tal eventualidad no deben exagerarse, sobre todo en el caso de los trabajadores cualificados ya que, por una parte, existe un déficit de muchas cualificaciones tradicionales, lo que les permitiría conseguir una ocupación en otra empresa o actividad y, por otra, aducen que muchas empresas de las que introdujeran la nueva tecnología estarían dispuestas a no prescindir de tales trabajadores cualificados. Aun cuando eso fuera cierto, quedaría al menos un problema por resolver: los trabajadores en esa situación verían empeorar sus expectativas de promoción, bien porque cambiar de empresa pueda suponer en términos de antigüedad, etc., partir nuevamente de cero; bien porque las pautas de promoción dentro de la empresa innovadora varíen como consecuencia de valorar ahora más a tales propósitos el dominio de habilidades nuevas.

En cuanto a aquellos que permanezcan en la empresa y deban ser sometidos al aprendizaje necesario para el manejo de la nueva tecnología, ha de señalarse: A) que es difícil saber qué género de enseñanza específica será conveniente proporcionarles sin conocer con precisión el ti-

po concreto de innovación que va a abordar la empresa correspondiente; B) que lo aventurado de cualquier generalización obedece también a que la situación seguramente variará en función de los distintos niveles ocupacionales. Las acciones a adoptar habrían de tener en cuenta en cualquier caso las siguientes consideraciones de carácter general: *a)* que es precisa una labor previa para identificar y concretar en lo posible las necesidades de re-capacitación en las diversas industrias y actividades (tarea en la que el papel de las empresas afectadas parece básico) antes de lanzarse a la organización de cursos que pueden no ser útiles para una proporción considerable de las mismas; *b)* que hoy por hoy ya puede detectarse inequívocamente un déficit de personas capacitadas en programación y otras «software skills», escasez que quizá se explique (Bosch Font) por la conjunción del continuo cambio tecnológico con las dificultades (¿imposibilidad?) para la adquisición de estas habilidades fuera del puesto de trabajo; *c)* que en los niveles técnico-laborales más altos (ingenieros, etc.) y a falta de recetas más precisas, parece inevitable realizar, cuando menos, un esfuerzo por mantener al día a estos profesionales en un terreno de tan rápidos y espectaculares avances como la electrónica.

2) Por lo que respecta a la preparación profesional necesaria para que la nueva tecnología sea útilmente aprovechada por quienes se incorporan al mercado de trabajo, puede sugerirse: *a)* que ante la situación de incertidumbre y rápido ritmo de desarrollo tecnológico, lo más acertado probablemente sería que una proporción creciente de la población escolar alcanzase un nivel educativo de *educación general* que le facilitase una capacitación rápida y flexible en un mundo laboral cambiante. Como dice el profesor Stonier de Bradford University (cit. por Hines y Searle), en el futuro «la sociedad requerirá una fuerza de trabajo crecientemente versátil para poder responder a las necesidades de una economía sometida a un ritmo de cambio tal que hará que a lo largo de la vida laboral, cada persona se vea obligada a aprender dos o tres profesiones distintas»; *b)* que la formación profesional previa al empleo debería estructurarse en cursos de breve duración que alternaran en lo posible con el trabajo; *c)* que ha de evitarse al máximo (por lo poco atractivo para los potenciales beneficiarios y por lo oneroso económicamente) alentar lo que se ha llamado *speculative training,* es decir, determinados tipos de preparación profesional (no digamos si conllevan un período de tiempo largo) cuando no se cuenta con claras perspectivas de una salida ocupacional concreta. En ese sentido tal vez fuese más operativo estimular la formación en el puesto de trabajo o al menos dentro de la empresa, dado que además (Bosch Font) en las áreas más nuevas de una tecnología suele darse el caso de que lo que se aprende en el puesto de trabajo no es ofrecido por los centros de enseñanza. Tal estrategia no estaría, sin embargo, exenta de escollos (siendo los de carácter económico-financiero y la propia dificultad de consolidar la situación laboral, los más obvios); *d)* que a niveles educativos superiores, lo que se requiere no es sólo una enseñanza especializada en el terreno de las computadoras y la tecnología de la información (aspecto que por fuerza afectará únicamente a una proporción reducida de graduados universitarios), sino, asimismo, enseñar los conceptos básicos de las técnicas de cálculo y programación con ordenadores a un contingente mucho más amplio de estudiantes universitarios. Para Barron y Curnow, «el objetivo tal vez debiera ser que todo graduado universitario posea la capacidad de utilizar los sistemas de cálculo por computadoras, así como un conocimiento profundo del potencial de las mismas».

5.2. ¿Más descualificación?

Considerando las cosas desde otro ángulo, hay quienes aseguran que uno de los efectos del cambio tecnológico masivo que se avecina será una disminución de la demanda de trabajadores no cualificados y un simultáneo incremento del número de puestos de trabajo que exijan un notable grado de cualificación. Otros sin embargo, matizan esta afirmación y en cierto modo la impugnan. Según estos últimos, lo que más bien va a ocurrir será: *a)* una disminución considerable del número de los trabajadores cualificados (v. gr. los antes ocupados en tareas de reparación o supervisión, linotipistas y similares en las actividades de Prensa e Imprenta, etc.), tendencia que se reforzará como consecuencia de la fragmentación y simplificación de tareas a que se aludió en 4.I y 4.IV; *b)* una polarización en la que por un lado se encontrará el relativamente pequeño grupo de personal técnico altamente especializado y por otro un grupo muchísimo más numeroso de operarios semi-cualificados *(semi-skilled*

operatives), categoría esta última situada de forma imprecisa a medio camino entre la no-cualificación y la cualificación; *c)* una descualificación *(deskilling)*, en suma, de un porcentaje considerable de la población activa.

Ni que decir tiene que por más que se han aducido algunos ejemplos que parecen dar pie a esta última hipótesis (ETUI), es imposible predecir lo que en realidad deparará el futuro y muy bien podría ocurrir que algunas pérdidas de puestos de trabajo de un cierto nivel de cualificación quedaran compensadas por la aparición de nuevos trabajos de un nivel similar. En todo caso, aunque se confirmasen tales temores, ello no parece implicar una variación sustantiva de la realidad actual, caracterizada por la existencia de un número relativamente escaso de actividades complejas y verdaderamente especializadas; si acaso, lo que tendría lugar sería la intensificación de un proceso que viene de muy atrás. Hay que tener en cuenta, en efecto, que la distinción entre trabajadores no cualificados y semicualificados *(unskilled* y *semi-skilled)* es en gran parte espuria, siendo primordialmente el resultado de «la imaginaria creación de categorías profesionales más elevadas por medio de un mero ejercicio de nomenclatura», según ha mostrado H. Braverman (15); es decir, que ambas categorías de trabajadores desempeñan tareas para las que la capacitación efectivamente requerida es, en términos generales, muy escasa. Como dice Mark Blaug (16) «para la mayoría de los puestos de trabajo en las sociedades industriales modernas, el nivel mínimo de conocimientos y capacidades... requerido para la ejecución de las tareas, quizá apenas supere lo que era normal en los días anteriores a la Revolución Industrial». Y complementando esta idea, R. Collins precisa (17): «prácticamente cualquier persona no analfabeta puede aprender a desempeñar la gran mayoría de los trabajos, siendo relativamente reducido el número de las especialidades... que "requieren" una amplia preparación o una considerable capacidad» (18).

O sea, que el contenido de los trabajos generados por la nueva tecnología microelectrónica seguramente será distinto, pero hay motivos para pensar que en una sustancial proporción de dichos trabajos ni aumentará la complejidad de las funciones a realizar (que probablemente devendrán simples o incluso elementales tras un breve período de familiarización con los nuevos instrumentos), ni se alterarán las necesidades educativas *específicas* requeridas para su desempeño. Quizá quepa tomar como botón de muestra lo que algunas investigaciones llevadas a cabo en Estados Unidos, Escandinavia y Gran Bretaña (cit. en Jenkins y Sherman) parecen mostrar: que puede ya observarse que muchos de los nuevos trabajos creados resultan «mecánicos, enervantes, aburridos y repetitivos».

6. LA INTRODUCCION NEGOCIADA DE LA NUEVA TECNOLOGIA

Ya quedó dicho que gran parte de la inquietud suscitada por la posible generalización de la microelectrónica y sus hipotéticos efectos provenía del mundo sindical. También se indicó más arriba que, no obstante lo anterior, ese temor en modo alguno se traducía en una oposición frontal a la microelectrónica por parte de las organizaciones de trabajadores. De hecho, la posición a este respecto de calificados sectores del movimiento sindical europeo (19) —expuesta con detalle por ejemplo en (ASTMS), (ETUI), (TUC) y (HMSO, 79)— es mucho más matizada. En el párrafo siguiente se intenta una síntesis de la misma.

Dichos sectores sindicales: *a)* admiten que la renovación tecnológica puede redundar —vía la renovada competitividad y los incrementos de productividad— en una mejora general de los niveles de vida y bienestar de los distintos grupos y clases sociales; *b)* reconocen que es contraproducente (y probablemente inútil a la larga) oponerse por principio a la adopción de la nueva tecnología; *c)* señalan que, sin embargo, no les es indiferente el ritmo de su introducción, por los posibles efectos inmediatos sobre los trabajadores; *d)* indican que el interés de sus miembros se centra sobre todo en el posible reflejo de las innovaciones tecnológicas en el nivel de empleo, las condiciones de trabajo y las pautas de organización del mismo, así como en los presumibles efectos en su capacitación y sus retribuciones; *e)* abogan, en consecuencia, por la puesta en marcha de un procedimiento negociador que a la vez que impida la adopción por parte de los empleadores de decisiones unilaterales, permita eliminar o paliar los efectos negativos, en su caso; *f)* sugieren instrumentar dicho procedimiento negociador por medio de «Acuerdos sobre tecnología» o «Acuerdos en materia de tecnología» *(Technology Agreements)*, en los que sean objeto de conside-

ración detallada los extremos mencionados en *d) supra* y cualesquiera otros relevantes (20).

El principio de la necesidad de negociar y celebrar consultas previas antes de introducir la nueva tecnología sugerido por los sindicatos, no parece haber caído en saco roto en el ámbito de los empleadores aunque sólo sea por la certidumbre de que proceder de otro modo podría llevar consigo males mayores. En ese sentido se expresan los autores de uno de los informes repetidamente citados (HMSO, 79), señalando que la mayor parte (de entre los entrevistados por ese grupo de trabajo) de los directivos de empresas que habían iniciado innovaciones tecnológicas de importancia o se preparaban para abordarlas, eran conscientes de esa necesidad de negociar.

Que tales acuerdos son, a lo que parece, factibles y beneficiosos para las partes implicadas en el proceso negociador, al menos en muchos casos, viene ilustrado por el hecho de su existencia y su creciente proliferación en diversos países europeos. Además del bien conocido ejemplo de la Federación de Empresarios y los Sindicatos noruegos, que desde 1975 establecieron un procedimiento negociado para la introducción de equipos basados en computadoras, se ha señalado (ETUI) que acuerdos orientados a propósitos similares han tenido lugar en los últimos años en Gran Bretaña, Holanda, Italia (como complemento de acuerdos sectoriales de carácter más general) y la RFA (21).

7. EL CASO ESPAÑOL

De convertirse en realidad algunas de las hipótesis de los pesimistas en cuanto a la repercusión en el empleo de la nueva tecnología microelectrónica, la situación española podría llegar a ser especialmente delicada, debido a la existencia de las circunstancias específicas (y por lo demás harto conocidas) que se desarrollan en el párrafo siguiente:

1) Para empezar, la población activa agraria española representa una proporción de alrededor del 20 por 100 del total de la población activa, frente al 11 por 100 para el conjunto de los países de la OCDE y el 8,2 por 100 para los componentes de la actual CEE. A su vez, la población activa española sólo supone el 37,4 por 100 de la población total, comparado con el 44 por 100 para los países de la OCDE y el 42,3 por 100 para los de la CEE, en términos de promedio (los datos corresponden a 1977: OCDE, 79, *b)*. Una evolución de este sector primario (vía, por ejemplo, una utilización creciente de bienes de capital físico) a lo largo de las líneas indicadas en 4.2.III, liberaría gran cantidad de trabajadores que habrían de ser absorbidos por el resto de los sectores productivos. 2) Ahora bien, el sector industrial en España viene caracterizándose estos últimos años por una participación estancada o decreciente en el empleo. 3) De no alterarse esta situación en el próximo futuro, las esperanzas habrían de depositarse en el Sector terciario, fundamentalmente; hay que tener en cuenta, empero, la especial sensibilidad que parece mostrar este sector en lo tocante a los efectos de la microelectrónica en el empleo. Algunos datos estadísticos (22) parecen indicar, por otra parte, que la inversión en equipos de telecomunicación y maquinaria de oficina dirigida al tratamiento de la información aumenta a un ritmo nada desdeñable, por más que este dato por sí sólo no permita llegar a conclusión alguna. 4) Ha de tenerse en cuenta, además, que en España el 57 por 100 de los trabajadores del sector terciario son mujeres, con lo que podrían llegar a ser una realidad algunas de las preocupantes consecuencias enunciadas en 4.3. Y eso sin contar con que la proporción de mujeres españolas incorporadas al trabajo fuera del hogar es significativamente inferior a la que corresponde a la mayoría de los países industriales. 5) Por otro lado, para los próximos años se prevé para España un notable incremento de la población activa debido no sólo al fuerte crecimiento vegetativo de los años cincuenta y sesenta, sino también como consecuencia de las escasas posibilidades de emigrar; a modo de ilustración, para el período 1960-75 el crecimiento de la población activa fue en España del 13,5 por 100, mientras que para el período 1975-90 las proyecciones alcanzan la cifra del 19,8 por 100 (OCDE, 79.*a*).

Obviamente y como ya se ha dicho con anterioridad, es plausible pensar que los temores de los pesimistas ante la «revolución microelectrónica» se queden en meras especulaciones y no lleguen (tampoco en España) a tomar cuerpo. Sin embargo, la gravedad del momento presente, en que las cifras de paro en España la hacen figurar a la cabeza de los países europeos, quizá haga aconsejable extremar las precauciones por si fuera dable evitar que la conjunción de todos o parte de los factores arriba mencionados con la nueva tecnología, pudiese llegar a empeorar aún más tan desolador panorama.

A modo de conclusión

En resumen, es probablemente aventurado lanzarse —como a veces se ha hecho— a estimaciones cuantitativas que pretendan anticipar categóricamente lo que será en el futuro el impacto global de la tecnología microelectrónica. No sólo porque 1) habría que conocer con más detalle variables como la posible aparición de nuevos productos, la elasticidad de la demanda de los mismos, el ritmo de difusión de la nueva tecnología, etc., sino porque 2) no es fácil evitar el solapamiento de otros factores que también pueden contribuir al incremento del paro o a su reducción y, además, 3) se carece, en la mayor parte de los casos, de estadísticas que recojan separadamente la magnitud «paro tecnológico». Hay, por otra parte, una razón quizá de más peso y es que «la ciencia económica no puede proporcionar predicciones precisas en cuanto a resultados, sino solamente mostrar resultados alternativos en función de distintas hipótesis».

Sin embargo, no es menos cierto que sobre la base de determinados (aunque discutidos) supuestos y de algunos indicios más o menos generalizables y extrapolables, la preocupación se ha abatido sobre las organizaciones de trabajadores y los gobiernos de Europa Occidental. Las posturas pesimistas tienen muchos adeptos y, sin necesidad de suscribir las predicciones más alarmantes, son pocos ya los que se animan a sostener que el efecto neto del cambio tecnológico sobre el empleo será positivo en esta ocasión *(Financial Times Survey,* 80 *a)*. Organismos como la Comisión de la CEE se han planteado el tema con toda seriedad, habiendo fijado áreas de actuación al respecto y proponiendo orientaciones que incluyen la creación de un «mecanismo de observación» que tendría como fin identificar con antelación los posibles efectos cuantitativos y cualitativos de la introducción de la microelectrónica sobre el empleo en los diversos sectores y áreas de actividad (23). Quizá no fuese mucho pedir que en España las autoridades competentes con el concurso de empresarios y trabajadores promovieran algo similar. Y es que cualquiera que sea el impacto cuantitativo que finalmente produzca el nivel de empleo la nueva tecnología, es seguro que su reflejo en aspectos tales como la organización del proceso productivo, las retribuciones relativas de los trabajadores y la capacitación requerida por los distintos grupos de los mismos, llegará a ser considerable.

Apéndice. 1

MAS Y MEJORES VARIEDADES DE PRODUCTOS YA EXISTENTES

Electrodomésticos (p. ej., lavadoras y lavavajillas, máquinas de coser, tostadoras, aspiradoras y hornos).

Aparatos de televisión (sintonizadores programados numéricamente, control remoto, etc.).

Relojes.

Vehículos y recambios para dichos vehículos.

Máquinas de escribir.

Instrumentos de navegación.

Sistemas de control horario y pago de nóminas.

Instrumentos de control para los ascensores.

Aparatos de seguridad.

Detectores de humo.

Taxímetros.

Cajas registradoras.

Cajeros automáticos y otros terminales para uso en la actividad bancaria.

Calculadoras de todas clases.

Equipos periféricos de computadoras, incluyendo terminales a distancia.

Equipos de comunicación.

Sistemas defensivos (p. ej., controles para los aviones y proyectiles dirigidos).

NUEVOS PRODUCTOS

Máquinas eléctricas altamente sofisticadas para el tratamiento de textos.

Instrumentos para la transmisión a distancia de facsímiles.

Televisión en miniatura.

Computadoras de utilización múltiple para pequeñas empresas, a precios reducidos.

Juegos incorporables a televisores.

Calculadora/grabadora de bolsillo.

Pianos electrónicos.

Juguetes electrónicos.

Contadores para registrar el coste de las llamadas telefónicas.

Computadores de uso personal y doméstico.

SISTEMAS DE CONTROL INDUSTRIAL Y SIMILARES

Procesos continuos (industrias químicas, industria del acero).

Análisis de tensión de materiales plásticos.

Control de temperatura, presión, composición de gases, etc.

Control de consumo de energía, vibración de maquinaria, funcionamiento de válvulas, caudal de gases o fluidos, cantidad de vapor.

Control de radiación de procesos de teñido para mezcla de colores.

Control de temperatura y optimización de la actividad de hornos.

Análisis de metales.

Análisis de tensión.

Análisis de fatiga de metales.

Fundición continua.

Control de reacciones químicas para mejorar el rendimiento o la calidad del producto.

Control de grosor de productos de acero o vidrio.

Maquinaria

Sistemas para aumentar la eficiencia de equipos automáticos y manuales.

Robots.

Control de calidad.

Instrumentos para contar, examinar, pesar, clasificar y agrupar productos.

Control de procesos de llenado y embalaje.

Optimización de tiempos en máquinas cortadoras y similares.

Productos eléctricos

Control de máquinas bobinadoras.

Producción automática de circuitos impresos.

Comprobación de componentes de circuitos.

Control de velocidad de motores eléctricos.

Manipulación y transporte de materiales

Equipos de almacenamiento y posterior movilización de mercancías.

Almacenamiento y distribución automáticos.

Control de stocks.

Servicio de pedidos y facturas.

Control de transporte.

Transporte

Control de tráfico de trenes y vehículos de motor.

Navegación.

Atraque de buques.

Instrumentos de uso médico

Equipos de análisis de laboratorio.

Control del estado de los enfermos.

Agricultura

Manejo programado de tractores.

Tratamiento y elaboración de productos lácteos.

PROCESO DE DATOS

(Bajo las rúbricas anteriores ya se ha aludido a diversas funciones que entrañan la utilización de complejos procesos de datos. A continuación se incluyen otras posibles aplicaciones.)

Contabilidad de partida doble; diversos sistemas de llevanza del libro Mayor.

Control de pagos.

Control de gestión.

Análisis de inversiones.

Costes estándar.

Registros de empleo.

Análisis de ventas.

Organización de los pedidos.

Control de calidad.

Programación de la producción.

Transacciones bancarias.

Control de inventarios de almacén y tiendas, etc.

Registros médicos.

Control de bibliotecas.

Sistemas de tráfico.

Registros en las bolsas de trabajo.

Operaciones detalladas de las agencias inmobiliarias.

NUEVOS EQUIPOS O NUEVAS TECNICAS EN EL TERRENO DE LAS COMUNICACIONES

Equipos para la transmisión y recepción de datos.

Telemetría (i. e. controles o medidas a larga distancia).

Técnicas de impresión electrónicas en diversos tipos de publicaciones.

Métodos electrónicos de transmisión de documentos.

Terminales en tiendas, bancos, etcétera, conectadas a computadoras centrales.

Suministro de informaciones varias vía teléfono-televisión, etc.

Transferencia electrónica de fondos, incluso a través de cheques y tarjetas de crédito.

Fuente: «Microelectronics: The New Technology». D.O.I., págs. 12-13.

Apéndice.2

ACUERDOS EN MATERIA DE TECNOLOGIA

1 La empresa y los representantes de los trabajadores reconocen que el hecho de que la empresa sea lo más eficiente posible es algo beneficioso para ambas partes. Ambas partes son conscientes, asimismo, de que la introducción de nuevas tecnologías para contribuir a hacer posible dicho objetivo puede tener efectos significativos para los trabajadores. Por consiguiente, este Acuerdo ha sido elaborado para permitir a empresarios y trabajadores alcanzar los objetivos comunes a ambos y los específicos de cada uno y para reducir al mínimo los problemas que pudieran surgir.

El presente Acuerdo cubre todos los aspectos, directos o indirectos, del proceso laboral relacionados con la introducción de nuevas tecnologías. Las nuevas tecnologías se definen como aquellos cambios en el equipo productivo o cualquier otro elemento de capital físico (incluyendo los cambios representados por el mero aumento de los mismos) que afecten a los planes de trabajo, las capacidades o cualificaciones requeridas y la cantidad de trabajo necesario o que produzcan variaciones en los niveles de preparación exigidos a los trabajadores y en la organización del trabajo. Lo habitual será que dichos cambios afecten (aunque quepan otros supuestos) a instalaciones o maquinaria, componentes utilizados, nuevos productos a producir y cambios en los productos ya existentes, sistemas de producción, almacenamiento y reutilización de información, así como a las pautas de organización del trabajo.

Este Acuerdo cubre todas las cuestiones relacionadas con los planes relativos al diseño, instalación, elección, compra y emplazamiento de la nueva tecnología, así como cualquier cuestión tocante a la actividad laboral y relacionada con las circunstancias anteriores.

2 La empresa se compromete a no introducir o instalar el nuevo equipo referido en el punto 1) anterior, sin haber agotado primero el procedimiento propuesto en este Acuerdo.

3 La empresa y los representantes correspondientes de los trabajadores acuerdan reunirse periódicamente (con periodicidad no inferior a tres meses) para discutir la introducción y aplicación de la nueva tecnología y cualquier problema relacionado con ello. Estas reuniones se denominarán «conversaciones sobre tecnología».

4 Los denominados representantes correspondientes serán los representantes para cuestiones tecnológicas designados por los sindicatos u organizaciones de trabajadores.

5 La empresa se compromete a conceder al representante o representantes para cuestiones tecnológicas el tiempo suficiente para que su labor y contribución a la discusión puedan ser efectivas, para que puedan asistir a cursos organizados por los sindicatos o sugeridos por dichos sindicatos y para consultar con los miembros de los sindicatos o los representantes de los trabajadores. Los sindicatos u organizaciones de trabajadores tendrán el derecho de autorizar dichos cursos.

6 La empresa se compromete a facilitar información tan pronto como le sea posible, referente a las nuevas tecnologías que piensa introducir y en forma fácilmente inteligible.

7 Si en las «conversaciones sobre tecnología» se efectuaran propuestas que afectaran a los trabajadores, los representantes de

los mismos se reservan el derecho de utilizar los mecanismos apropiados para todas aquellas cuestiones en que parezca necesario aplicar el procedimiento normal de negociación colectiva.

8 A este propósito, o bien *a)* los acuerdos o convenios colectivos previamente existentes se reconsiderarán para tener en cuenta las nuevas circunstancias, o bien *b)* la introducción de la nueva tecnología se demorará [a tenor de lo señalado en el punto 2) anterior] hasta que la negociación sobre los extremos correspondientes haya tenido lugar después de que expiren los acuerdos o convenios colectivos previamente existentes.

9 Las cuestiones que han de discutirse en las «conversaciones sobre tecnología» comprenden: *a)* La clase o equipo de sistema a introducir y su emplazamiento; *b)* las capacidades o cualificaciones necesarias para manejar dicho equipo o trabajar con el mismo; *c)* las necesidades de mano de obra; *d)* las necesidades de capacitación o re-capacitación profesional; *e)* los problemas que afecten a la seguridad o a la salud de los trabajadores (con asistencia de los representantes idóneos al respecto), así como los posibles problemas de traslado o reasignación de los trabajadores y las correspondientes compensaciones por esos motivos.

10 Si después de tres «conversaciones sobre tecnología» consecutivas no hubiese sido posible alcanzar un acuerdo sobre las cuestiones discutidas, se considerará que no hay posibilidad de ponerse de acuerdo en el referido marco. En ese caso, o bien el correspondiente delegado o representante sindical a nivel sectorial o nacional se entrevistará con los representantes del empresariado, o bien las cuestiones discutidas se reconducirán al procedimiento normal de negociación colectiva, teniendo siempre en cuenta lo previsto en el punto 2) antes mencionado.

11 Si determinadas cuestiones estuvieran sometidas a discusión dentro del proceso de negociación colectiva en los términos aludidos en los puntos 7) y 8) anteriores, se suspenderá la discusión de dichas cuestiones en el seno de las «conversaciones sobre tecnología» hasta que se llegue a un acuerdo sobre el particular.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASSOCIATION OF PROFESSIONAL, EXECUTIVE, CLERICAL AND COMPUTER STAFF (APEX), *Automation and the Office Worker* (Londres, 1980).

ASSOCIATION OF SCIENTIFIC, TECHNICAL AND MANAGERIAL STAFF (ASTMS), *Technological Change and Collective Bargaining* (Londres, s. f. pero 1979).

BARRÓN, IANN, y CURNOW, RAY, *The Future with Microelectronics.* Milton Keynes, 1979.

BOSCH FONT, F., *Política Fiscal para la educación en tecnologías nuevas. El caso de la Informática en España.* (Rev. Hacienda Pública Española, 1977).

BRAUM, E., y MACDONALD, S., *Revolution in Miniature. The History and Impact of Semiconductor Electronics.* [Cambridge (Gran Bretaña), 1978].

BURKITT, A., y WILLIAMS, E., *The silicon civilisation* (Londres, 1980).

CURNOW, RAY, y CURRAN, SUSAN, *The Silicon Factor. Living with the Microprocessor* [Cambridge (Gran Bretaña), 1980].

«ECONOMIST, THE», *Microelectronics, A Survey.* 1-7 marzo 1980.

EUROPEAN TRADE UNION INSTITUTE (ETUI), *The Impact of Microelectronics on Employment in Western Europe in the 1980's.* (Bruselas, 1979).

«FINANCIAL TIMES SURVEY», *The Computer Industry.* 3 de marzo de 1980.a. *Communications.* 15 de abril de 1980.b.

FREEMAN, CH., *La teoría económica de la innovación industrial* (Madrid, 1974).

HINES, C., y SEARLE, G., *Automatic Unemployment* (Londres, 1979).

HER MAJESTY'S STATIONERY OFFICE (HMSO), *The Applications of Semiconductor Technology* (1978).

—*The Manpower Implications of Micro electronic Technology.* A Report by J. SLEIGH; B. BOATWRIGHT; P. IRWIN; R. STANYON (1979).

—*Technological Change: Threats and Opportunities for the United Kingdom* (1980).

«INVESTIGACIÓN Y CIENCIA», *Microelectrónica.* Noviembre 1977.

JENKINS, E., y SHERMAN, B., *The Collapse of Work* (Londres, 1979).

NORA, S., y MINC, A., *L'informatisation de la Societé* (París, 1978).

NATIONAL COMPUTING CENTRE, THE (NCC), *Computer Technology and Employment* (Manchester, 1979).

RENMORE, C. D., *Silicon Chips and You* (Londres, 1979).

ROTHWELL, R., y ZEGVELD, W., *Technical Change and Employment* (Londres, 1979).

OCDE, *Manpower and Employment. Problems and Prospects* (París, 1978).

—*Demographic Trends, 1950-1990* (París, 1979 a).

—*Labour Force Statistics, 1966-1977* (París, 1979 b).

TILTON, J. E., *International Diffusion of Technology. The Case of Semiconductors* (Washington, 1971).

TRADES UNION CONGRESS (TUC), *Employment and Technology* (Londres, 1979).

NOTAS

* Agradezco las observaciones críticas de F. Bosch Font y J. García López, así como las sugerencias de José Felipe González en cuanto a determinado material a consultar.

(1) Puede verse, por ejemplo, *Investigación y Ciencia,* 1977 *passim;* BURKITT y WILLIAMS, 1980: Caps. 1 y 2; BRAUN y MACDONALD, 1978: Caps. 4 a 8; RENMORE, 1979: Cap. 3; TILTON, 1971: Cap. 2, y FREEMAN, 1975: Cap. 4. Una síntesis clara de estos aspectos en el por tantos conceptos útil ETUI, 1979.

(2) BARDEEN, BRATTAIN y SHOCKLEY de los laboratorios Bell inventaron el transistor en 1947, logro por el que recibieron conjuntamente el Premio Nobel de Física en 1956. Su producción comercial la comenzó Western Electric en 1951. Bell y Western Electric forman parte del grupo ATT.

(3) La tercera generación se desarrolla a partir de 1964, tras el lanzamiento de la serie 360 de IBM; la cuarta generación comienza a desarrollarse a partir de la década de los 70. Tubos de vacío, transistores y circuitos integrados reciben la denominación de componentes activos. El relacionar estos componentes específicamente con las computadoras es algo deliberado y, como se verá, relevante a efectos de este artículo.

(4) El silicio es un elemento químico que, aunque nunca se presenta en estado puro en la naturaleza, combinado con oxígeno

para formar SiO_2 es —después del propio oxígeno— el elemento más abundante de entre los contenidos en la corteza terrestre: es, pues, un recurso prácticamente inagotable. Para los instrumentos que utilizan semiconductores se emplea silicio de un alto grado de pureza. Dicha variedad de silicio suficientemente puro como para ser usado en transistores, etc., fue producido por primera vez en 1949 por E. I. Du Pont de Nemours and Co. El consumo de esta variedad representa menos del 1 por 100 del total de silicio consumido en el mundo. Estos datos provienen de la publicación «Silicon» (Mineral Commodities Profiles) del Bureau of Mines. U.S. Depart. of the Interior. Febrero 1979.

(5) J. KILBY consiguió el primer CI, correspondiendo a J. Hoerni y R. N. Noyce el descubrimiento del proceso planar.

(6) Siglas de Electronical Numerical Integrator and Calculator, diseñado y construido en Pennsilvania (EE. UU.) y ultimado hacia 1946.

(7) En la actualidad un circuito integrado puede ya contener un total de 100.000-250.000 transistores. Esto es lo que se llama integración en gran escala, más conocido por las iniciales en inglés de Large Scale Integration (LSI). La LSI sólo ha sido posible a partir de 1970 en que se pudo disponer comercialmente de una determinada variedad de CI, el denominado MOS (metal oxide semiconductor). En el futuro se pretende llegar a 1.000.000 de transistores en una pastilla de silicio, lo que sería VLSI = Very Large Scale Integration.

(8) Un dato revelador que indica hasta qué punto esta convergencia es ya un hecho, lo constituye una reciente decisión de la Federal Communications Comission de los Estados Unidos, que pone de relieve las enormes dificultades para distinguir hoy entre telecomunicación y proceso de datos. (*Financial Times,* 14 abril 80: «A big opportunity for AT and T», G. de Jonquieres y S. Fleming).

(9) *Financial Times* 12/1/80, «Future lies in the micro». E. Williams.

(10) Asimismo, existe una creciente presencia en el mercado español de productos que incorporan elementos microelectrónicos, lo que puede detectarse a través de los anuncios murales o de la prensa: máquinas de escribir y diseñar eléctricas con pantalla de visualización, mini-ordenadores, máquinas de coser...

(11) Vid. E. J. HOBSBAWM, *Labouring Men,* Londres, 1964 (hay versión castellana con el título *Trabajadores*. Barcelona, 1979 en la excelente serie de Historia de la Ed. Crítica). Asimismo D. S. LANDES, *The Unbound Prometheus,* Cambridge, 1969 (versión en castellano *Progreso tecnológico y Revolución Industrial,* Ed. Tecnos, 1979). También JENKINS y SHERMAN: Cap. 2, y CURNOW y CURRAN: Secc. 1.

(12) Quizá quepa referirse aquí a casos como el de Panamá, que en los últimos años se ha convertido en un centro bancario y financiero de importancia. Aunque no hay duda de que diversos factores han contribuido a esa situación (Vid. *Panamá. Financial Times Survey,* 3 abril 1979) puede que las posibilidades técnicas antedichas hayan jugado un papel determinante.

(13) En cierta medida, esto es ya un hecho en Gran Bretaña con PRESTEL, y en Francia con TELETEL nombres comerciales de un sistema de información basado en el teléfono y la televisión, lo que genéricamente recibe la denominación de *viewdata.*

(14) No se pretende abordar aquí la cuestión de la influencia de la Microelectrónica en los métodos de enseñanza y en la organización del proceso de transmisión de conocimientos. Vid. a ese respecto RENMORE: Cap. 8, y CURNOW y CURRAN: Secc. 2 y 3 y «Times Educational Suplement», 1, 8, 80.

(15) Vid. *Labor and Monopoly Capital,* 6.ª edic. MRP 1974, Capítulo 20.

(16) En Prólogo a BOSCH, FONT, F. y DIAZ MALLEDO, J., «Aproximación a los aspectos laborales y financieros de la educación española». Madrid, 1977. Inédito.

(17) En *The Credential Society,* cit. por A. HACKER en *The New York Review of Books,* 20-3-80.

(18) Las afirmaciones anteriores no implican, ni mucho menos: *a)* que la educación o la adquisición de conocimientos no tengan un valor en sí mismos, como bienes de consumo individual y social; *b)* que la actitud de los empleadores exigiendo una cualificación excesiva para determinados puestos de trabajo (y la actitud correlativa de los potenciales empleados adquiriéndola) no responda en muchos casos a motivaciones racionales; *c)* que no sea recomendable una política de igualdad de oportunidades que facilite el acceso a los escasos puestos de trabajo «buenos» a cualquiera que pueda aspirar a ellos, con independencia de sus medios económicos o de su origen social.

(19) J. L. KINKLEY ha puesto de relieve, en *Datamation* (febrero 1980) que la preocupación que existe en Europa por la posible pérdida de puestos de trabajo y por la obsolescencia de los conocimientos individuales es muy superior a la existente en EE.UU.

(20) En Apéndice II se ofrece —traducido— un modelo de «Technology Agreement» que el sindicato británico ASTMS ha propuesto a sus asociados de cara a las pertinentes negociaciones. Dicho modelo no es más que un borrador de carácter meramente indicativo, ya que las circunstancias y especificaciones variarán en cada caso. (APEX, 1980) incluye asimismo un modelo parecido, con parejo propósito. (TUC, 1979) contiene, por su parte, comentarios de interés sobre tales «Acuerdos...» (Sec. final: «A Checklist for negotiators»). (Agradezco a B. Sherman, Director of Research de ASTMS, el haberme facilitado el original cuya traducción se incluye en Ap. II).

(21) El sindicato británico APEX ha llegado a acuerdos en esta materia con varias empresas (Lucas, International Computer...) y negocia o pretende negociar en términos similares con 50 empresas más entre las que se incluyen British Leyland, British Aerospace, General Electric y British Shipbuilders. (*The Guardian,* 2-IV-80).

(22) Vid., por ejemplo, Equipo de Coyuntura Económica. *El País*, 13 de enero de 1980.

(23) Vid., por ejemplo, «Europe»: 1, 23, 27 y 28 de febrero de 1980, y «Europe Documents», 29 de febrero de 1980.