

Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación

Flor Brown

*Lilia Domínguez**

En los últimos años el avance de la microelectrónica ha influido mucho en la transformación de los procesos productivos. En particular, los avances en la computación han estimulado innovaciones tecnológicas en la robótica y el control numérico. En los países industrializados existe la tendencia a aumentar el grado de automatización incorporando máquinas equipadas con controles electrónicos programables y robots, tanto los relativamente simples, cuyos movimientos se limitan a trasladar ob-

jetos, como los de mayor complejidad, con capacidades sensoriales y visuales. Las nuevas tecnologías incluyen también sistemas

* Investigadoras en la Maestría en Docencia Económica de la Unidad de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades-UNAM. Las autoras agradecen la colaboración de la Delegación Regional de la Secofi en Ciudad Juárez y la de las empresas maquiladoras visitadas.

de ingeniería (*computer aided engineering*) y sistemas integrados de diseño (*computer aided design*) y de manufactura en los que el diseño y las máquinas forman un sistema controlado por la computadora (*computer aided manufacturing*).

Como se ha documentado en varios trabajos,¹ los países semiindustrializados, pese a su considerable rezago, no han escapado a este proceso. Sin embargo, en la industria maquiladora de exportación, cuyo supuesto básico es el aprovechamiento de los bajos salarios y, en consecuencia, el uso intensivo de la mano de obra, se están incorporando estas nuevas tecnologías, lo que no deja de ser sorprendente. Es este aspecto en particular el que se estudia en el presente trabajo.²

Debido a la insuficiencia de la concepción de las ventajas comparativas estáticas, el fenómeno de la utilización de maquinaria microelectrónica en los procesos productivos de la industria maquiladora no se ha estudiado, en sí mismo, lo suficiente. En algunas investigaciones recientes se ha destacado esta tendencia, considerada como un elemento clave de la que denominan "nueva industria maquiladora".³ Es, pues, importante adentrarse más en este fenómeno, analizar las modalidades específicas de incorporación de esta maquinaria y sus determinantes, así como entender sus límites: ¿se desplazará a una típica empresa maquiladora de las etapas anteriores?

Asimismo, interesan sus probables efectos. Al respecto, la atención se centra en el posible descenso de la generación de empleo, aunque hay otros, como los cambios en la composición de la fuerza de trabajo, en el perfil del trabajador demandado y, en general, en el proceso de trabajo.

Este trabajo consta de cuatro partes. La primera se refiere en forma somera a las características más importantes de la estructura y la evolución de la industria maquiladora. En la segunda se analiza la utilización de maquinaria microelectrónica en los procesos productivos conforme a una muestra de empresas. La tercera aborda algunos de los efectos en el empleo y la composición de la fuerza de trabajo y, por último, se ofrecen una recapitulación de los principales resultados y algunas reflexiones generales.

1. Hark K. Pyo, "The Impact of Microelectronics on Employment and Indigenous Technological Capacity in the Republic of Korea", documento de trabajo núm. 172, Oficina Internacional del Trabajo (OIT), Ginebra, 1987, y José Ricardo Tauile, "Microelectronics and the Internalization of the Brazilian Automobile Industry", en Susumu Watanabe, *Microelectronics, Automation and Employment in the Automobile Industry*, John Wiley and Sons, Nueva York, 1987.

2. Este trabajo profundiza este punto, inicialmente analizado en un proyecto más amplio sobre las innovaciones basadas en la microelectrónica y sus efectos en la industria mexicana. Véase Lilia Domínguez, "Microelectronics-based Innovations and Employment in Mexican Industries", en *World Employment Programme Research*, documento de trabajo núm. 183, OIT, Ginebra, 1988.

3. Jorge Carrillo, "Transformaciones en la industria maquiladora de exportación: ¿una nueva fase?", en *Estados Unidos. Perspectiva Latinoamericana*, núm. 20, Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), México, 1986.

Marco general

Algunos autores han señalado que el avance del proceso de automatización en los países centrales implicará la relocalización o incluso la desaparición de la industria maquiladora, cuya principal ventaja radica en los bajos salarios. Con frecuencia se arguye que como resultado del considerable aumento de la productividad y el ahorro de mano de obra que se logran con la microelectrónica, los países desarrollados perderán el incentivo para invertir en países con menores niveles de salario.

La hipótesis anterior no corresponde a los avances reales y no puede aceptarse tal como se ha formulado. En primer término, el proceso de automatización en los países avanzados se ha enfrentado con diversas dificultades de orden financiero, tecnológico, administrativo y social. Por ejemplo, los robots para tareas de ensamble aún tienen muchas limitaciones; es bastante conocido el fracaso de la General Motors en Detroit.⁴ Así, la automatización no se ha difundido tanto como se esperaba en los países desarrollados.

En segundo lugar, es muy importante considerar que la decisión de invertir en la industria maquiladora no se explica exclusivamente por la existencia de salarios bajos en los países anfitriones. Más bien, la expansión de las maquiladoras responde a un proceso de reestructuración mundial de la producción, originada en la necesidad de reordenar, con un nuevo patrón, la competencia entre las grandes potencias económicas.

En efecto, al revisar la literatura empresarial se puede comprobar que los productores estadounidenses se enfrentan a las distintas reglas del juego que conforman "la nueva competencia industrial",⁵ la cual tiene dos características importantes. La primera es que tiende a globalizarse; es decir, las empresas compiten sobre una base mundial y coordinada, en especial las industrias electrónica, automovilística y de aparatos electrodomésticos. La segunda, que la competencia se ha agudizado y en este proceso la tecnología ocupa el lugar estratégico. La finalidad es asegurar una ventaja competitiva mediante el binomio de precio y calidad. En esta nueva competencia se han identificado algunos factores de superioridad en la planta manufacturera de las empresas japonesas frente a sus homólogas estadounidenses, sobre todo en lo que toca a sistemas de producción, control y administración de la fuerza de trabajo. El proceso de rediseño hacia los países de desarrollo medio —principalmente los del Sud-

4. "Como la General Motors y otras empresas se han dado cuenta, una persona puede realizar tales tareas más rápidamente que un robot. Aun cuando los robots incorporan innovaciones tecnológicas (como sistemas de videocámara y sensores de tacto), estos esquemas no han mejorado significativamente el funcionamiento de estas máquinas en el cumplimiento de estas tareas. En tanto queda mucha investigación por realizarse para determinar de qué forma el uso de sensores puede mejorar la capacidad de las máquinas dirigidas por computadora, ha quedado claro que los robots con características humanas no reemplazarán a los humanos en la manufactura de tareas que requieren un grado significativo de destreza." Véase W. Seering, "Robotics, Numerical Control and the Computer", en Susumu Watanabe, *op. cit.*

5. William J. Abernathy, Kim B. Clark y Alan M. Kantrow, "The New Industrial Competition", en Kantrow (ed.), *Survival Strategies for American Industry*, John Wiley and Sons, Nueva York, 1983.

este Asiático y Brasil y México— es una de las estrategias de la “nueva competencia” con que la industria estadounidense intenta recuperar su posición en el mercado mundial.

Las decisiones y los compromisos de largo plazo involucrados en esta estrategia hacen difícil pensar que las empresas reubicarán sus inversiones en los países centrales. Aquéllos ya han significado cambios internos en las empresas transnacionales y, en especial, inversiones importantes en las filiales de los países subdesarrollados.⁶ Asimismo, han llevado a cabo complejos procesos de negociación⁷ con los respectivos gobiernos, permitiéndoles obtener una serie de subvenciones que pueden significar una ventaja de costo tanto o más importante que la que otorga el nivel de salarios.⁸ En el caso de la economía mexicana, la proximidad con el mercado de Estados Unidos parece desempeñar un papel adicional importante, además de la facilidad de coordinarse con otras plantas de la frontera estadounidense. En conclusión, no parece probable que desaparezca la industria maquiladora, como sugieren los planteamientos citados. Lo que sí parece cierto es que este tipo de industrias experimenta un acelerado proceso de modernización.

Los cambios en la organización técnica y social que están ocurriendo en las maquiladoras deben ubicarse en el contexto de la nueva competencia. Podría pensarse que al llevarlos a cabo, las empresas multinacionales intentan asegurar la estabilidad de su inversión. Como se verá en este trabajo, el uso de maquinaria mi-

6. Como señala un estudio del tema: “Después de todo se han gastado considerables cantidades de esfuerzo y dinero para diseñar, fortalecer y consolidar las redes internacionales de producción y comercialización. Además, para acomodarse a estos cambios, la empresa matriz impuso a menudo dolorosas y costosas adaptaciones en las reglas de organización y en las estrategias de gestión, las cuales no son fáciles de modificar. Cualquier cambio en el patrón actual de manufactura podría significar costos sustanciales, tanto en términos del cierre de plantas, como en términos de sacrificios. Así, es probable que la movilidad del capital invertido durante rondas previas de internacionalización de la manufactura electrónica sea mucho más baja de lo originalmente se esperaba. En consecuencia, posiblemente las empresas incrementen su grado de internacionalización en vez de disminuirlo.” Véase Dieter Ernst, “Automation and the Worldwide Restructuring of the Electronics Industry: Strategic Implications for Developing Countries”, en *World Development*, vol. 13, núm. 3, marzo de 1985.

7. La actitud de los gobiernos de estas naciones es un factor fundamental en las decisiones de inversión, como puede apreciarse en los numerosos tratados de estrategia competitiva en donde se consideran tanto las ventajas económicas como la ausencia de “riesgo político”. Véase Michael Porter, *Estrategia competitiva en el análisis de los sectores industriales y de la competencia*, CECSA, México, 1985.

8. Diversos estudios recientes coinciden en señalar la importancia de las políticas gubernamentales de apoyo a la inversión (véase, por ejemplo, Jorge Carrillo, *op. cit.*, p. 177). En un trabajo de la industria automovilística se afirma que el paquete de subvenciones otorgadas por México permite una decisiva ventaja en costo, de un tercio por encima de Estados Unidos o Japón. Véase Jenkins Rhys, “La internacionalización del capital y los países semiindustrializados: el caso de la industria automotriz”, en Isaac Minian (ed.), *Transnacionalización y periferia semiindustrializada*, CIDE, México, mayo de 1984. Cabe señalar, por último, que la capitalización de pasivos ha resultado para algunas empresas una fuente de financiamiento costeable y benéfica. Según *Expansión* (vol. XX, núm. 491, México, 25 de mayo de 1988) 35 empresas han realizado operaciones de canje de la deuda pública externa por 112.4 millones de dólares, a una tasa de descuento de 8% en promedio.

croelectrónica ha dejado de ser un hecho aislado. Se la emplea cada vez con mayor frecuencia, sobre todo en la industria maquiladora, en la cual se combina con etapas muy intensivas en mano de obra. Además, se están implantando nuevas formas de organización social del trabajo, como los círculos de calidad. Antes de analizar este asunto se presentan algunos antecedentes de la industria maquiladora en México.

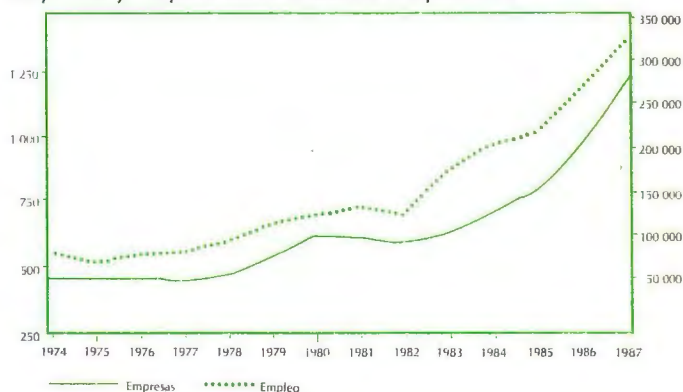
Antecedentes y evolución de la industria maquiladora en México

El importante crecimiento de la industria maquiladora data de 1966 y se basó en el Programa de Industria Fronteriza. En éste se estableció que las empresas podían importar de Estados Unidos materias primas y productos semiterminados y reexportar la totalidad de su producción sin pagar los impuestos habituales de importación y exportación. En la primera etapa, de 1966 a 1975, el número de empresas maquiladoras creció a una tasa promedio anual de 49.73% y el empleo a una de 40.71 por ciento.

El período de 1975 a 1982 se caracterizó por un crecimiento lento, tanto del número de empresas (3.76% anual), como del personal ocupado (8.95%). Las tasas de crecimiento fueron no sólo considerablemente menores que las del período anterior, sino inestables (véase la gráfica 1). La breve operación de muchas de ellas las hizo acreedoras al nombre de “empresas golondrinas”, pues regresaban a Estados Unidos con la misma facilidad con que se instalaban en México.

GRÁFICA 1

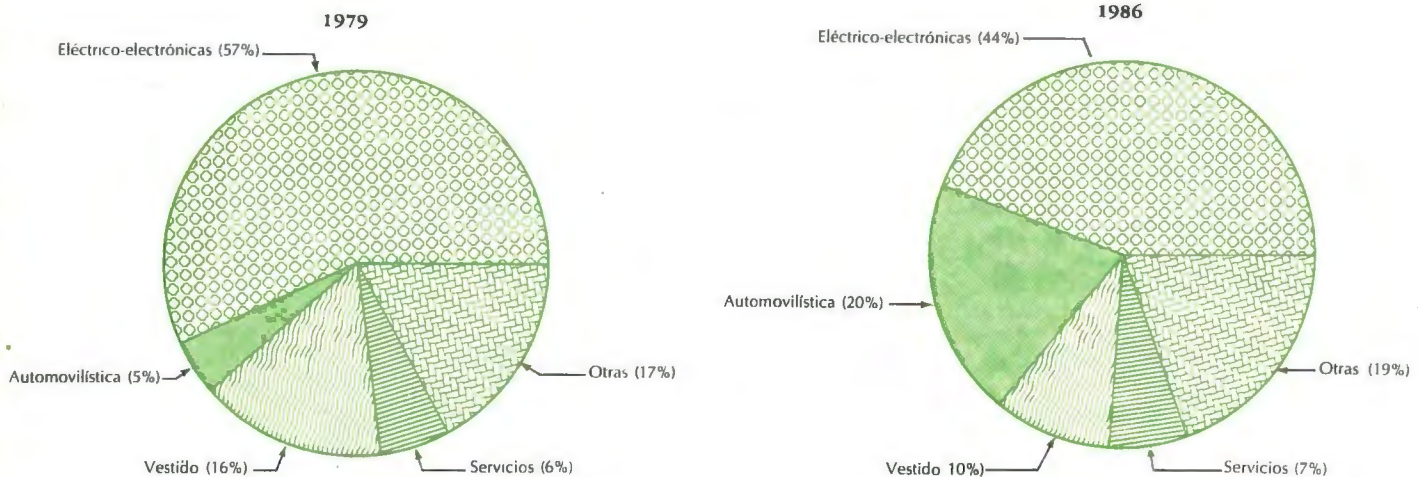
Empresas y empleo en la industria maquiladora



Esta situación empezó a cambiar en 1983, cuando en un decreto del 15 de agosto se planteó la necesidad de fortalecer la industria maquiladora con medidas como las siguientes: participación de un mayor número de secretarías de Estado y de las juntas locales de Conciliación y Arbitraje para mediar en los conflic-

GRÁFICA 2

Participación de las ramas en el empleo, 1979-1986



tos laborales, nuevos incentivos tributarios, facilidades arancelarias y aduaneras, creación de escuelas oficiales de capacitación media y tecnológica para formar personal calificado e inversiones importantes en paquetes industriales y en infraestructura de servicios.

Las maquiladoras se han convertido en importantes generadoras de divisas y empleo.⁹ De 1983 a 1986 su tasa de crecimiento fue de 16.3% anual, sólo superada por las exportaciones de la industria manufacturera, donde destaca la automovilística, por su creciente participación. Así, mientras en 1982 las maquiladoras representaban 2.94% de los ingresos totales de la cuenta corriente de la balanza de pagos, en 1986 dicha cifra aumentó a 5.4 por ciento.

Según datos del INEGI, el personal ocupado en la industria maquiladora durante 1982-1986 creció en promedio 21.7%, cifra elevada si se compara con la tasa de 6.15% del período anterior, pero sobre todo frente a la registrada por la industria nacional (-0.21%). Como resultado de este importante crecimiento del empleo, las maquiladoras aumentaron su participación en el total de la industria, al pasar de 3.9% durante el período 1974-1982 a 11.7% en el de 1983-1986.

La estructura sectorial de la industria también se ha modificada. La rama eléctrica-electrónica es, sin duda, la más importante, aunque su participación en el empleo se redujo de 56.98% en 1979 a 44.19% en 1986. Por su parte, la rama maquiladora de vehículos automotores incrementó su participación de 4.52 a 19.74 por ciento en los mismos años (véase la gráfica 2).

9. Para dar una idea de la importancia de las exportaciones bajo régimen de maquila a Estados Unidos, se ofrecen los siguientes datos: en 1983, 94% de las importaciones ingresadas a Estados Unidos bajo las fracciones 806.3 y 807 provinieron de diez países, de los cuales México ocupó el primer lugar (28.38%), seguido por Malasia (13.24%), Singapur (11.66%) y Canadá (11.44%).

Nuevas tecnologías de la industria maquiladora

No existen datos estadísticos agregados sobre el grado de difusión de nuevas tecnologías en la industria maquiladora. Por tanto, para cumplir el primer objetivo de este trabajo (analizar las modalidades específicas de incorporación de esta moderna maquinaria, sus determinantes y sus límites) se recurrió a una muestra de empresas en Ciudad Juárez.¹⁰ Si bien no pretende ser representativa del universo, la muestra en que se basa este estudio permite ilustrar el proceso en las maquiladoras más importantes y puede dar mayor profundidad al análisis.¹¹ Se incluyen 18 empresas (20 plantas en total) que absorben alrededor de 25% del empleo total generado por las plantas maquiladoras de Ciudad Juárez. Seis empresas se crearon en los años setenta y el resto a partir del siguiente decenio; 16 son completamente extranjeras y dos tienen capital nacional; 55% del total pertenece al sector electrónico, 28% al eléctrico y 12% al automovilístico; 18% tenía menos de 300 empleados, 43% menos de 1 000 y 38% más de 1 000.

El análisis del conjunto de las empresas permite observar en esta industria una gran heterogeneidad tecnológica que contrasta con la modernidad de las instalaciones, por lo que se pueden distinguir tres tipos de empresas:

a) Con largas líneas de ensamble manual y un mínimo de equipo. Estas empresas son las más cercanas a la concepción convencional de las maquiladoras de exportación.

10. Ciudad Juárez es la ciudad de mayor importancia en la industria maquiladora. En 1986 concentraba 35% del total de la mano de obra y aportaba 40% del valor bruto de la producción total.

11. Se solicitó a la Delegación Regional de la Secofi, a la Asociación de Empresas Maquiladoras y a Nafinsa en Ciudad Juárez, una lista de las 25 empresas más importantes de las ramas eléctrico-electrónica y automovilística. De éstas se logró entrevistar a 18.

CUADRO 1

Maquinaria microelectrónica por sectores

	Unidades	Porcentaje
Eléctrico	3	1.0
Electrónico	272	95.1
Automovillístico	11	3.9
Total	286	100.0

Fuente: Lilia Domínguez, "Microelectronic-based Innovations and Employment in Mexican Industries", en *World Employment Programme Research*, OIT, documento de trabajo núm. 183, Ginebra, enero de 1988, p. 43.

b] Empresas cuyo equipo viejo se ha reconvertido mediante controles electrónicos regidos por computadoras, lo que ha propiciado transformaciones en la organización del proceso de trabajo.

c] Empresas con maquinaria microelectrónica moderna.¹²

Los dos últimos tipos —casi inexistentes en la década pasada— han ganado terreno al primero, sin que ello signifique que haya desaparecido.

Mediante las entrevistas se detectaron 286 unidades de maquinaria microelectrónica ubicadas en 12 de las 20 plantas que por sus características se ubican en los grupos b] y c]. Este acervo de maquinaria es elevado, sobre todo si se compara con las estimaciones realizadas en distintos estudios para empresas de la industria nacional.¹³ En el cuadro 1 se muestra el número de unidades por rama.

En cuanto al tipo de maquinaria, poco más de la tercera parte (37.5%) se integra por máquinas de control numérico computarizado para soldar, moldear o inyectar plásticos, 40.2% por robots de ensamble y el resto por robots de prueba y, en menor grado, de manejo de materiales.

Desde otro punto de vista, al clasificar las empresas de la muestra por su tamaño según el número de trabajadores, se aprecia una relación entre el tamaño y la intensidad de uso de esta maquinaria. Así, las empresas grandes¹⁴ tienen 81% del acervo, las medianas 11% y las chicas 8 por ciento.

El proceso de tecnificación de la industria maquiladora electrónica se observa no sólo en Ciudad Juárez. Mertens menciona

12. La heterogeneidad tecnológica existe también en el interior de las empresas que cuentan con nuevas tecnologías, coexistiendo la automatización con procesos muy intensivos en mano de obra.

13. Alfonso Mercado calculó, con base en estimaciones de nueve oferentes nacionales de máquinas de control numérico, que de 1977 a 1983 se importó un total de 350 máquinas; véase Alfonso Mercado, "Difusión de tecnología basada en la microelectrónica en la industria metalmeccánica mexicana", mimeo., El Colegio de México, s.f. Domínguez estimó 247 máquinas de control numérico, 31 centros de maquinado, nueve sistemas de ingeniería, y de ingeniería y control por computadora (CAD y CAD-CAM) y 37 robots en una muestra de 42 empresas. Véase Lilia Domínguez, *op. cit.*, noviembre de 1987.

14. Se clasificaron como chicas las empresas que tienen de 1 a 299 trabajadores; medianas, de 300 a 999, y grandes, más de 1 000.

el caso de la planta de la Zenith en Reynosa.¹⁵ A principios de los ochenta esta empresa automatizó su línea tradicional de ensamble para inserción de componentes electrónicos. Hay casos similares en Tijuana, Mexicali y algunos municipios de Sonora. Datos obtenidos por entrevistas informales con funcionarios de la Secofi y la Nafin permiten estimar que en Tijuana existe un acervo de maquinaria microelectrónica similar al encontrado en las empresas electrónicas de la muestra de Ciudad Juárez. Por su parte, la planta Ford-Mazda en Hermosillo¹⁶ (no está bajo el régimen de maquila pero exporta 90% de su producción) cuenta con más de 90 unidades de máquinas de control numérico computarizado, robots y sistemas ingenieriles de diseño. Estos sistemas se emplean en la pintura, la soldadura, el estampado y la fabricación de las carrocerías.

La pregunta obligada es por qué, dados los bajos salarios en términos relativos, dichas empresas siguen esta política. Esto se analiza en el siguiente apartado.

Motivos para introducir maquinaria microelectrónica

Las empresas de la muestra dieron varias razones para usar maquinaria microelectrónica.¹⁷ La más frecuente se refiere a la necesidad de tener un mayor control del proceso de producción con el fin de asegurar mejor calidad y regularidad del trabajo, así como perfeccionar los sistemas de control de calidad. En efecto, se requiere mayor precisión, confiabilidad y homogeneidad debido al alto nivel de exigencia del subcontratista en el mercado estadounidense, que por lo general es parte de la misma corporación a que pertenece la empresa maquiladora.

Otras respuestas mencionaron otros objetivos. En orden de importancia son los siguientes:

a] Disminuir costos no salariales, gracias al ahorro de mermas, herramientas o inventarios.

b] Reducir costos salariales.

c] Garantizar la seguridad industrial.

d] Aprovechar la flexibilidad propia de estas técnicas.

Desde luego que la incorporación de nuevas tecnologías se relaciona con las necesidades de los distintos procesos productivos. Esta afirmación general se ilustra con la descripción y el análisis obtenidos de la muestra de Ciudad Juárez. Primero se consideran las empresas usuarias y después las no usuarias. Ello permite establecer algunas conclusiones más precisas sobre las nuevas tecnologías y los procesos productivos.

15. Laura A. Palomares y Leonard Mertens, "El surgimiento de un nuevo tipo de trabajador en la industria de alta tecnología: el caso de la electrónica", en Esthela Gutiérrez, *Testimonios de la crisis*, tomo I, Siglo XXI Editores, México, 1985.

16. Sergio Sandoval, *Los enlaces económicos y políticos de la Ford Motor Company en Hermosillo, Son. Internacionalización productiva y nuevas tecnologías*, tesis de grado, El Colegio de Sonora, México, 1986.

17. Para examinar las fuerzas que aceleran e inhiben este proceso se pidió a las empresas jerarquizar los motivos que las llevaron a introducir este tipo de maquinaria especificando en "otros" los no considerados en el cuestionario.

Procesos productivos y nuevas tecnologías

Sector electrónico

Las empresas usuarias de maquinaria microelectrónica en este sector producen o ensamblan microcircuitos, capacitores de cerámica, resistencias, tablillas de circuitos impresos, y chasis para televisores.¹⁸ Con las entrevistas se detectaron varias empresas interesantes, tanto por su elevado número de maquinaria microelectrónica como por el modo en que aplican esta tecnología.

Se visitaron dos empresas para observar el ensamble de circuitos integrados. En una de ellas, el proceso consiste en revisar con microscopios electrónicos los circuitos integrados, antes de colocarlos en porcelana, así como hornear el producto y revisarlo posteriormente. Sólo la última fase se encuentra altamente tecnificada, ya que la soldadura y la revisión final se efectúan con robots. En cambio, en la fase inicial de revisión se utiliza un gran número de empleados, ya que ésta se realiza visualmente, aunque con ayuda de microscopios electrónicos. Es decir, esta fase, muy intensiva en empleo, también requiere de instrumentos de trabajo muy modernos. En la segunda empresa existen dos procesos: uno manual (*bold bond*) y otro automático (*auto die bonding*). En el primero se hacen las conexiones de hilos, se sella herméticamente y se moldea en plástico; en el segundo, un robot realiza toda la operación, con la presencia de un obrero por máquina para supervisar problemas y evitar paros.

Se visitó una tercera empresa para examinar la electrónica de consumo, específicamente el ensamble de chasis para televisores. El proceso de producción es el siguiente: insertar los componentes en las tarjetas de circuitos impresos y soldarlos, así como colocar las tarjetas electrónicas y alambrear y conectar el cinoscopio. Tiene más de 2 000 empleados y una elevada cantidad de unidades de maquinaria microelectrónica. Al iniciar sus operaciones hace más de 15 años el ensamble de algunos componentes era manual; al incrementar su escala de operaciones se introdujeron robots, que han generado, a su vez, la necesidad de incorporar secuenciadoras y soldadoras automatizadas. Las primeras adquisiciones de esta clase de equipo datan de 1973, pero la gran mayoría se incorporó en los últimos seis años. Al momento de la entrevista el acervo de maquinaria electrónica estaba formado por secuenciadoras, insertadoras automáticas, soldadoras y equipo de prueba computarizado; todo ello suma 108 máquinas microelectrónicas (40% de la muestra). La empresa ha modernizado su equipo conforme lo ha requerido el diseño del producto, pues la magnitud de la producción lo justifica. En este sentido, es importante señalar que para la casa matriz ha resultado rentable establecer en la planta de Ciudad Juárez la inserción de componentes miniaturizados, lo que requiere necesariamente de este tipo de maquinaria y de equipo de prueba computarizado. Para el ensamble de chasis se realizan tareas tales como cortar arneses, colocarles la terminal, y alambrear y soldar las partes que lo requieren. Esto se realiza de manera manual, para lo cual se emplea a la mayor parte de los trabajadores. Aunque la empresa ha introducido, con carácter experimental, máquinas de control numérico para automatizar algunas operaciones simples de este proceso (como el corte y el enchufe de arneses), el en-

18. Es necesario señalar, en relación con estos procesos productivos, que la fase de diseño del producto completo se realiza en Estados Unidos y sólo fases específicas de transformación o manufactura se efectúan en México.

samble final implica en general el manejo meticuloso de partes no estandarizadas que dificultan la automatización de otras tareas. La prueba final se realiza con equipo electrónico.

Una empresa productora de resistencias constituye un ejemplo ilustrativo de la reconversión descrita en el inciso b) de la tipología citada. En el momento de la encuesta contaba con 60 máquinas moldeadoras de control computarizado y 12 robots. Durante los primeros años de operación trabajó con equipo viejo, de más de 30 años, transferido de su planta de origen. En 1987 transformó sus máquinas, adaptándoles sistemas electrónicos de control para coordinar las distintas etapas, regular la velocidad del proceso, detectar el desgaste de las herramientas y disminuir las interrupciones motivadas por la rotura de éstas. A su vez, cada máquina es controlada centralmente por una computadora. Las principales ventajas de esta transformación fueron: la disminución de los costos de capital de trabajo por menos mermas y el ahorro en herramientas; el mayor control del proceso productivo y la disminución de los costos salariales. En este proceso se alternan fases intensivas en capital, como la descrita de moldeo, con tareas muy intensivas en mano de obra, como la colocación y la revisión del horneado y el manejo de materiales. En cambio, el equipo de prueba es moderno, ya que las normas de calidad son muy estrictas.

Sector automovilístico

Un caso ilustrativo del uso de nuevas tecnologías en las maquiladoras de autopartes de Ciudad Juárez, aunque con menor grado de automatización que el de la Ford-Mazda, es el de una empresa que fabrica enfriadores de aire ("climas artificiales") y radiadores para autos. Se combinan fases de producción que requieren capital y mano de obra de manera intensiva. El plástico se moldea con inyectoras de control numérico y las partes de metal se estampan con prensas tradicionales controladas por medios electrónicos. El ensamble del producto final se realiza a mano, pero se suelda con un equipo de control numérico computarizado. Sus ventajas son la seguridad en el trabajo, el ahorro de mermas y el mejoramiento de la calidad.

Procesos productivos en las no usuarias

Las empresas no usuarias de maquinaria microelectrónica se caracterizan por tener un proceso productivo que consiste principalmente en el ensamble de partes no estandarizadas. Entre los productos que se ensamblan en estas empresas destacan: baterías, aspiradoras, arneses para automóvil, bobinas, interruptores, bobinas industriales y fuentes de poder. Se trata de un proceso minucioso y laborioso, difícil de programar para que lo efectúe una máquina o un robot. Por ejemplo, en el caso de las baterías es necesario probar las celdas con aparatos eléctricos de forma manual; después cargarlas y descargarlas con equipo eléctrico también manual, ensamblar las baterías y colocarlas en cajas para realizar varias pruebas eléctricas. Este proceso es un buen ejemplo de una elevada utilización de mano de obra. La empresa no tiene planeado incorporar nuevas tecnologías, dados el bajo costo salarial y la inexistencia de otras opciones.

El ensamble de arneses para automóvil constituye otro ejemplo para el cual no se ha diseñado todavía algún robot o maquinaria electrónica. En una de las plantas visitadas se observó que

se seleccionan y clasifican los cables, se colocan en distintos tableros para cada uno de los diferentes arneses y se enredan según las especificaciones requeridas. Este es un caso típico de empresas con largas líneas de ensamble manual. El arnés no se termina en la planta, sino que se envía a Estados Unidos para la conclusión del proceso. En México, por tanto, sólo se realiza la parte que requiere de mayor cantidad de mano de obra: la clasificación y la colocación de los cables. Debido al uso intensivo de mano de obra, la empresa cuenta con 1 600 trabajadores y aseguró no tener, por el momento, ningún incentivo para utilizar otras técnicas productivas, dado el bajo costo salarial.

Conclusiones preliminares

Con base en los casos anteriores pueden formularse algunas observaciones generales sobre las características específicas del uso de nuevas tecnologías en la industria maquiladora.

En primer lugar, se comprueba que la automatización de los procesos productivos en estas empresas es parcial y selectiva. Las usuarias de estas tecnologías combinan procesos intensivos en capital con aquellos intensivos en mano de obra. En algunos casos ocurre así porque la revisión ocular humana es insustituible; en otros, debido a que algunos componentes requieren insertarse manualmente y en los demás, si bien existe la posibilidad de automatizar, es más rentable emplear a un obrero. Al parecer, la decisión de automatizar se toma con mucho cuidado y de manera muy selectiva. Cabe señalar que no suele ser el caso de muchas empresas (incluso transnacionales) que producen para el mercado interno y que tienen maquinaria subutilizada. Esto podría asociarse con las menores exigencias de costo y competitividad que plantea el mercado interno frente al internacional.

En segundo lugar, la existencia de empresas que no utilizan equipo microelectrónico se debe, además de que el bajo nivel de los salarios no lo justifica, a que aún no existe la maquinaria adecuada para sus procesos específicos. (Incluso una empresa informó que su subcontratista había creado e instalado un robot que resultó un fracaso económico.)

En tercer lugar, se puede prever la posibilidad de que aumente el uso de maquinaria microelectrónica entre las empresas maquiladoras; empero, existen razones para suponer que en aquellas donde predominan métodos de ensamble manual, éstos continuarán existiendo durante un tiempo más bien largo.

En cuarto lugar, la automatización de los procesos productivos en la maquiladora no necesariamente se realiza con maquinaria de última generación. Esto se observó en la mayor parte de las empresas visitadas y no sólo en el caso de reconversión de maquinaria vieja mencionado en el punto anterior, lo cual refleja las posibilidades de "modernización selectiva" de la industria nacional (que tal vez no sería rentable en un país central). En general, las distintas unidades de equipo de control numérico y robots fueron transferidos desde las fábricas de origen con algunos años de uso, lo que indica que existen modelos más modernos y automatizados cuyo empleo no se ha considerado para las plantas de México. Cabe pensar que se trata de modalidades de adaptación para aprovechar las condiciones específicas de bajos salarios, paquete de subsidios y proximidad con el mercado estadounidense en condiciones rentables.

El uso de maquinaria microelectrónica en la industria maquiladora y el empleo

La industria maquiladora muestra tasas de crecimiento muy superiores a las de la industria nacional, como se señaló. La tasa de aumento del empleo en las empresas de la muestra durante 1984-1986 fue de 13.7%, cercana a la de la industria maquiladora. Sorprende este elevado crecimiento precisamente en la etapa en que se ha intensificado la automatización. Ahora bien, ¿en qué medida la automatización afectará el ritmo de crecimiento del empleo de las plantas maquiladoras?

Con respecto a la creación de empleos, los datos de la muestra registran comportamientos diferentes entre empresas usuarias y no usuarias de nuevas tecnologías. En términos absolutos las primeras tienen más trabajadores (67% del total de la muestra).¹⁹ Sin embargo, el dinamismo del empleo es menor. Así, la tasa media anual de crecimiento (1984-1986) fue de 6% en las empresas usuarias y de 22% en las no usuarias. Es preciso advertir que el proceso es todavía reciente y no es posible observar en forma integral sus consecuencias. Además, el crecimiento del empleo depende de otros factores, como la situación de la demanda de la empresa en el mercado estadounidense, por lo que difícilmente podría explicarse ese comportamiento diferencial en el crecimiento del empleo sólo por la presencia de las nuevas tecnologías.

En las entrevistas, varias empresas proporcionaron una estimación del ahorro de trabajadores que les permite la utilización de maquinaria microelectrónica. Los resultados pueden ser útiles para esbozar las posibles tendencias en el ahorro de mano de obra directa (véase el cuadro 2).

CUADRO 2

Incremento de la productividad del trabajo por máquina

Ahorro de trabajadores por máquina	Porcentaje de respuestas
Ninguno	12.50
3-6	31.25
7-10	12.50
11-20	6.25
No se puede estimar	38.00
Total	100.00

Fuente: Datos primarios del cuadro 5.2 de la obra de Lilia Domínguez, "Microelectronics-based Innovations and Employment in Mexican Industries", en *World Employment Programme Research*, OIT, documento de trabajo núm. 183, Ginebra, 1988, p. 44.

La diversidad de respuestas que se observaron en el cuadro 2 se explica por las distintas condiciones en que se emplea la maquinaria y por el tipo de producto que se produce. Destaca el rango de 3 a 6 trabajadores, que concentra 31.25% de las respuestas; 38% no pudo dar estimación porque apenas empezaba a trabajar con el equipo, o bien, por considerarlo imposible; 19%

19. Entre las empresas usuarias predominan las que ocupan a más de 1 000 empleados y entre las no usuarias, las de menos de 1 000 empleados.

calculó un ahorro de 7 a 20 trabajadores, y 12.5% juzgó que no había ahorro de mano de obra. Estos datos muestran que la maquinaria permite importantes incrementos en la productividad del trabajo.

Con el fin de tener una idea de la disminución de trabajadores motivada por la introducción de maquinaria microelectrónica, se calculó, con base en las respuestas de las empresas, el promedio de trabajadores sustituidos por máquina (3.5) y el resultado se multiplicó por el número de máquinas (286). Así se sustituyen directamente 1 001 trabajadores. De esta cifra se restaron los 249 ingenieros y técnicos contratados a raíz de la introducción de nuevas tecnologías, lo que da una pérdida neta de 752 trabajadores. De acuerdo con estas cifras se puede afirmar que en relación con el empleo total de estas empresas, la disminución no es muy importante, ya que representa 5% de la ocupación registrada en la muestra. Esto es explicable si se toma en cuenta que la introducción de nuevas tecnologías es reciente y parcial.

En general, no puede afirmarse que la maquinaria microelectrónica disminuye necesariamente el empleo, pues conviene considerar una serie de efectos indirectos que contrarresta el ahorro de mano de obra directa, como la demanda de bienes y servicios relacionados con su uso, el estímulo a la producción de maquinaria de este tipo y la demanda derivada de la expansión de las empresas que la utilizan. Sin embargo, lo preocupante del caso es que la industria nacional no está integrada a la maquiladora. En consecuencia, de avanzar este proceso, el dinamismo del empleo se vería afectado, sobre todo en la medida en que dichos efectos indirectos no se encaucen internamente.²⁰

Otro efecto importante de la incorporación de nuevas tecnologías es el cambio en la composición de la demanda de trabajo. Ésta es notable en el caso de personal calificado (ingenieros, técnicos y personal de mantenimiento) para las empresas que han incorporado nuevas tecnologías. En cambio, el aumento de ingenieros y técnicos en las empresas que no las utilizan fue de sólo 3.5% y en las usuarias, de 33.7%. El 40% de las empresas demandó de 20 a 50 nuevos especialistas en electrónica y 10% incorporó más de 50. Por otra parte, 20% incorporó de 5 a 10 técnicos e ingenieros y 30% de 10 a 20. Dos casos ilustran estos cambios en el empleo. El primero es el de una empresa que estima que sus robots de ensamble ahorran de 4 a 6 trabajadores por máquina, por lo que dejan de ocupar directamente de 400 a 600 trabajadores; sin embargo, tuvo que contratar a 108 especialistas en electrónica. El otro caso es el de una empresa que al transformar sus máquinas de moldeo a control numérico evitó la contratación de cinco trabajadores directos por máquina, pero tuvo que incorporar a 21 ingenieros más.²¹ Este cambio en la composición de la fuerza de trabajo ha generado una mayor demanda de cur-

sos de capacitación y de formación de cuadros técnicos que hasta ahora han sido cubiertos por instituciones públicas. En este sentido, las empresas destacaron el papel del Tecnológico de Ciudad Juárez, tanto en la formación de la mayor parte de sus técnicos e ingenieros como en el proceso de capacitación del personal calificado de la planta.

Desde otro punto de vista, también en torno del empleo, cabe mencionar que la automatización de las plantas maquiladoras no sólo ha iniciado modificaciones importantes en la estructura de la fuerza de trabajo, sino que también empiezan a observarse cambios significativos en la actitud ante el trabajo tanto de los obreros como de las empresas. En las entrevistas se corroboraron distintas tesis recientes en torno al surgimiento de un nuevo tipo de trabajador como consecuencia del uso de nuevas tecnologías.²² El trabajador se encarga de preparar y controlar el equipo o interviene en el flujo de producción cuando hay problemas. La labor de mantenimiento incrementa su importancia porque el costo de las roturas y el mal funcionamiento del equipo es muy alto. Ello exige del obrero mayor atención y limpieza en el proceso de trabajo y capacidad de abstracción. Para los encargados de estas nuevas tecnologías, se vuelve rutinaria la lectura de manuales y la interpretación de planos. La gran delicadeza del producto y lo minúsculo de las estructuras fabricadas exigen una actitud de responsabilidad del trabajador. Al respecto, en una empresa cuyo grado de robotización es importante, se detectó que el incremento de presión provocado por la implantación de un nuevo proceso productivo puede ser causa de la alta rotación de trabajadores.

Las nuevas tecnologías facilitan una distinta organización del trabajo: mayor flexibilidad de puestos y el establecimiento de los círculos de calidad que demandan mayor participación de los trabajadores. La disposición de las máquinas (*lay out*) se ha adecuado y las largas líneas de producción han dejado de ser la regla. Las máquinas se organizan en células que conjugan distintos procesos de un producto. Estos últimos no sólo se implantan en empresas automovilísticas; también en las electrónicas y de productos eléctricos, donde observamos cambios en la organización social del proceso de trabajo.

Conclusiones

La evidencia empírica muestra que la introducción de maquinaria microelectrónica en la industria maquiladora es un fenómeno relativamente reciente. Sin embargo, es sorprendente el ritmo de su difusión, el cual es mayor, incluso, que en la industria nacional. Por otro lado, se observa que la incorporación de esta maquinaria es paulatina y con base en las necesidades tecnológicas de los distintos procesos productivos, en la dimensión de la escala de producción y en los requerimientos del diseño del producto especificados por el cliente. Puede decirse que el grado de automatización es parcial, aun en aquellas plantas donde es elevado el número de unidades de maquinaria, pues se combinan las nuevas tecnologías con procesos muy intensivos en mano de obra.

La introducción de las nuevas tecnologías está vinculada a la necesidad de alcanzar los siguientes objetivos: a) asegurar un ma-

20. Como se recordará, la derrama de las industrias maquiladoras en términos de demanda es insignificante. Los datos de la SPP muestran que la participación de los insumos nacionales en el valor agregado de la industria maquiladora ha mantenido un promedio alrededor de 3 por ciento.

21. Datos del INEGI. Este proceso de cambio en la estructura de la fuerza de trabajo empieza a manifestarse también en las estadísticas generales de la industria maquiladora ya que, como se dijo, el proceso de incorporación de nuevas tecnologías se ha difundido en varias entidades de la República. Mientras que en el período 1982-1985 la proporción de los obreros en el total del empleo era de 86%, ésta descendió a 79%, y la de los técnicos y administrativos pasó de 14 a 18 por ciento.

22. Véase Laura A. Palomares y Leonard Mertens, *op. cit.*

yor control del proceso de producción con el fin de lograr alta calidad y regularidad del trabajo, así como el perfeccionamiento de los sistemas de control de calidad, ya que existe un alto nivel de exigencia por parte del subcontratista; b] disminuir costos no salariales, gracias al descenso de mermas y al ahorro de herramientas o inventarios; c] reducir costos salariales; d] garantizar seguridad industrial, y e] aprovechar la flexibilidad propia de estas técnicas.

La difusión de maquinaria microelectrónica en la industria maquiladora se está realizando en el marco de una gran heterogeneidad tecnológica. Es decir, coexisten empresas con procesos muy intensivos en mano de obra y equipo rudimentario y otras que emplean equipos tecnológicamente avanzados. A la vez, en las propias empresas hay heterogeneidad, al combinarse procesos muy intensivos en capital con otros que lo son en mano de obra. Por otro lado, a pesar de la creciente difusión de las nuevas tecnologías, puede preverse que esta heterogeneidad subsistirá en la medida en que la automatización no sea redituable en ciertos procesos industriales.

Los datos sobre el ahorro de mano de obra directa muestran que no es muy importante el descenso del empleo que resulta de la introducción de estas nuevas tecnologías para sustituir procesos manuales o maquinaria convencional. Ello puede explicarse al considerar que la introducción de estas tecnologías es reciente y parcial. Sin embargo, en el caso de la industria maquiladora, como los efectos indirectos positivos que contrarrestan el ahorro de mano de obra directa son prácticamente inexistentes para la industria nacional, cabe pensar que, de avanzar el proceso, el dinamismo del empleo se afectará.

La incorporación de nuevas tecnologías tiene también efectos cualitativos de importancia en el aspecto laboral. En particular, podemos señalar: a] un cambio en la composición de la fuerza de trabajo en la industria maquiladora en favor de personal calificado, sobre todo técnicos e ingenieros; b] un cambio en el perfil del trabajador demandado, exigiéndose al obrero mayor atención y limpieza en el proceso de trabajo y mayor capacidad de pensamiento abstracto.

La evolución de la industria maquiladora hacia una nueva etapa en sus características tecnológicas y laborales es congruente con la restructuración de los patrones de competencia que se está dando entre las naciones industrializadas. En este contexto, debe anotarse en particular que la competencia tiende a globalizarse, en el sentido de que las empresas transnacionales se enfrentan entre sí en escala mundial y no en mercados específicos. Puede afirmarse también que la competencia tiende a dinamizarse, otorgándole a la tecnología una dimensión estratégica en esta etapa. Por tanto, las empresas transnacionales han debido recurrir a estrategias más complejas; la segmentación de los procesos productivos, con el fin de aprovechar un nivel más bajo de salarios, es insuficiente para ganar una ventaja competitiva en esta lucha. De ahí que sus plantas maquiladoras se sometan a transformaciones importantes, tanto en su tecnología de proceso, como en la organización social del proceso de trabajo. Así pues, la creciente utilización de maquinaria microelectrónica en la industria maquiladora no apoya las tesis acerca de que la futura distribución geográfica de los procesos productivos seguirá una lógica de buscar sólo bajos salarios: las nuevas tecnologías son un elemento de la nueva división internacional del trabajo.

La proximidad, no sólo del mercado estadounidense, sino de otras plantas de la misma empresa con el fin de establecer complementariedades, como ocurre en el caso de las plantas gemelas dentro de la frontera de Estados Unidos, constituye un factor estimulante para la ubicación de las maquiladoras en territorio mexicano, además de los bajos salarios, de la disponibilidad de infraestructura adecuada y del paquete de subvenciones que proporciona el Gobierno.

Lo anterior sugiere que la modernización tecnológica de la industria maquiladora debe considerarse como un rasgo positivo en términos de la continuidad de la inversión, por este concepto, dentro de las fronteras nacionales. En principio, la política hacia la industria maquiladora debiera dar preferencia a proyectos de inversión que combinen tecnologías de punta en sus procesos productivos con el empleo intensivo de mano de obra.

Es preocupante, sin embargo, que en esta nueva etapa no se haya dado un cambio correspondiente en el entrelazamiento de las plantas maquiladoras de exportación con la industria nacional. En nuestra opinión, el debate acerca de las bondades de dicha industria no debe centrarse sólo en el efecto en el empleo directo y la generación de divisas, con todo lo importante que éstos sean. Debiera dársele más relevancia a su desintegración con la industria nacional, pues tal deficiencia no sólo se expresa en una débil demanda de insumos, sino también en la precariedad de los efectos indirectos que puede generar en cuanto al proceso de aprendizaje tecnológico.

Es decir, la capacidad de arrastre de la industria maquiladora de exportación, además de sus efectos en el empleo directo de mano de obra y la generación de divisas, que son los más notorios en el corto plazo, depende de otros dos factores que han sido muy relegados: a] las inversiones en la industria nacional inducidas por medio de la demanda de insumos, y b] la modernización que estimule por el aprendizaje tecnológico.

Con las exposiciones y ferias industriales realizadas en la zona fronteriza con la participación de maquiladoras y empresas nacionales se ha buscado impulsar la precaria demanda de insumos nacionales, aunque los resultados no han sido los esperados. Nos parece, sin embargo, que el último factor de arrastre, es decir, la inducción potencial de un proceso de modernización, no ha recibido la atención debida.

En torno a este último aspecto existen algunos casos muy interesantes aunque escasos, que constituyen una verdadera lección de avance en la curva de aprendizaje tecnológico, como producto de la subcontratación en escala internacional. Se trata de un núcleo de empresas mexicanas, o con participación importante de capital nacional, que han penetrado en los procesos industriales de sus clientes en el mercado estadounidense con el fin de reducir costos y minimizar rechazos trabajando con las normas internacionales. El aprendizaje tecnológico logrado les ha permitido, paulatinamente, aumentar las fases de producción a subcontrato en un producto dado, así como abrir nuevas plantas en otras líneas. En nuestra opinión, estimular la creación de este tipo de empresas con un paquete de incentivos fiscales y crediticios adecuados permitiría captar beneficios, tanto o más importantes que la obtención de divisas y la creación de empleo, asociados a la difusión tecnológica y a la promoción de una dinámica inversionista nacional. □