

NUEVAS TECNOLOGIAS,
CALIFICACION OCUPACIONAL
Y NECESIDADES DE FORMACION
EN LA SECUNDARIA

MARGARITA PEÑA BORRERO*

Introducción

Durante los últimos años, como resultado de los avances en el campo de la microelectrónica, han estado ocurriendo importantes transformaciones en el mundo del trabajo. Gracias a la miniaturización y abaratamiento de componentes electrónicos, la tecnología de la información o **informática**, se ha desplazado de los centros de cómputo a los ambientes laborales tradicionales de los talleres industriales y de las oficinas. Lo que antes era objeto de manipulación por parte de personal especializado (ingenieros, programadores, etc.) está ahora al alcance de trabajadores con diversos grados de calificación.

Estos cambios han afectado y continuarán afectando el trabajo de miles de personas. Los computadores reducen el número de trabajadores requeridos y generan desempleo, sin duda la consecuencia más temida de la revolución informática. Un segundo aunque no menos

* Facultad Artes y Ciencias, Recinto Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

importante efecto, tiene que ver con los cambios ocurridos en la manera como los trabajos son ejecutados y, en particular, en las calificaciones requeridas para desempeñarlos. La comprensión de estos efectos es fundamental para afrontar adecuadamente los problemas relacionados con la educación de los futuros trabajadores, así como con la recalcificación de aquellos que ya están siendo afectados por estos cambios.

El propósito de este artículo es discutir los efectos de la informática en la calificación ocupacional, tomando como referencia las aplicaciones industriales de los microcomputadores, concretamente el caso del control numérico computarizado (CNC), y derivar algunas conclusiones relacionadas con el tipo de educación necesaria para el control democrático de las nuevas tecnologías. Los casos aquí presentados ofrecen suficiente fundamentación para abandonar el determinismo tecnológico que ha caracterizado en gran parte la controversia en torno al impacto de las nuevas tecnologías en el mundo del trabajo. Ellos nos permiten, por el contrario, pensar en la tecnología como un fenómeno cuya evolución y aplicación está subordinada a decisiones que reflejan intereses sociales y económicos concretos. Corolario de esta afirmación es que la cantidad y calidad de educación requerida para que los futuros trabajadores se desempeñen en ambientes laborales informatizados no depende tanto de la tecnología como de los objetivos de la educación en una sociedad concreta. Así pues, existen amplias posibilidades para que los sistemas educativos tomen la iniciativa y no se limiten a formar trabajadores para que se adapten pasivamente a un mundo tecnológico cambiante, sino para que sean capaces de asumir el control de dichos cambios.

1. La informática como "nueva tecnología"

Automatización es el término utilizado más frecuentemente para referirse a la transferencia de calificaciones y esfuerzos de personas a máquinas. Con la evolución de la microelectrónica, el término automatización ha sido asociado al uso de los computadores en el puesto de trabajo. La automatización de base microelectrónica representa un paso adelante en la sustitución de la intervención humana en la producción, pero su naturaleza es diferente. En contraste con la producción a gran escala, la automatización de base microelectrónica, adiona a las máquinas las capacidades de los computadores y las hace flexibles; esto es, adaptables a aplicaciones diversas.

Las características particulares de esta nueva tecnología son a) la capacidad de procesar información y para ejecutar trabajo físico, en conexión con procesos de planeación, diseño, fabricación, ensamblaje, monitoreo y diagnóstico de fallas; b) la posibilidad de aplicaciones múltiples gracias a la reprogramabilidad y c) la posibilidad de integrar entre sí los equipos de producción, así como con diseño, inventario y otros aspectos de la producción industrial.¹

En la actualidad, los usos de la automatización de base micro-electrónica en las oficinas y en los talleres industriales pueden agruparse en cinco diferentes categorías.²

a. El uso de microprocesadores en productos, lo que tiende a reducir el número de componentes de los mismos y a simplificar los procesos de ensamblaje.

b. Robots, restringidos hasta ahora a tareas tales como soldadura y pintura, pero con un gran potencial para ser utilizados en el ensamblaje de productos industriales ligeros y de consumo, así como en empaque.

c. Control de procesos; es decir, el uso de los computadores para cerrar el ciclo de control en procesos industriales en los que varios procesos han sido ya automatizados, o en ambientes productivos subautomatizados, como en el caso de la producción a pequeña escala.

d. Equipos electrónicos de oficina, o integración de procesadores de palabras a sistemas más sofisticados que integran una amplia variedad de servicios.

e. La telemática o la informatización de transacciones ya no únicamente dentro, sino también entre, distintas oficinas en localizaciones geográficas diversas.

Es fácil comprender entonces por qué no existe ningún campo en el cual la automatización programable no pueda ser aplicada en el futuro. Limitaciones provienen no ya de dificultades para identificar las áreas en las cuales puede aplicarse la microelectrónica, sino en la habilidad para desarrollar y explotar las múltiples aplicaciones existentes.³

2. Efectos de la revolución microelectrónica en las calificaciones ocupacionales

2.1 El concepto de calificación

La calificación ocupacional puede ser considerada bien como un insumo necesario para la producción eficiente de bienes, o como un

concepto social resultante de la delimitación de ciertos trabajos como calificados y del status a ellos reservado.⁴ En este artículo, calificación es definida como la combinación del conocimiento sobre materiales y procesos con la destreza manual requerida para llevar a cabo una tarea productiva específica⁵ y desarrollada formalmente (capacitación), o informalmente (experiencia). Esencial a la definición de calificación es la cuestión de si son las personas las portadoras de determinada calificación, o si son los trabajos los que son calificados.⁶ El concepto que subyace a la anterior definición es que la calificación reside en las personas y no en los trabajos. En otras palabras, el trabajador posee capacidades, conocimientos y experiencia y los aplica en procesos productivos concretos, bajo determinadas condiciones de organización laboral.

Esta definición "subjetiva" de calificación ocupacional dificulta la identificación, y hace imposible la cuantificación de los factores que diferencian un nivel de calificación de otros, ya que invalida el supuesto de que la calificación ocupacional corresponde a la descripción del puesto de trabajo. Algunos estudios han pretendido superar esta dificultad mediante un enfoque indirectamente cuantitativo que toma como indicadores los distintos niveles de escolaridad y los salarios de los distintos grupos ocupacionales. Este enfoque tampoco define la naturaleza de la calificación puesto que en la mayoría de los casos la certificación no guarda ninguna relación con el nivel real de calificación de un trabajador. En la realidad, esta relación está distorsionada por factores tales como el aumento global de educación formal de la población y su desempeño creciente en puestos de trabajo que no requieren tales niveles educativos, o viceversa, cuando la calificación real del trabajador desarrollada informalmente a través de la experiencia, sobrepasa aquella "acreditada" por el sistema educativo.

Una tercera estrategia es descomponer el concepto de calificación en sus partes constitutivas, para hacer posible alguna cuantificación. Estos componentes podrían ser **complejidad** y **control**. El primero encierra la noción de esfuerzo físico y mental y de destreza manual y el segundo se refiere a aspectos tales como la responsabilidad y la toma de decisiones. Estos componentes no son independientes. En la práctica, la autonomía del trabajador es una función del grado de complejidad del trabajo en cuestión.

2.2 Avance tecnológico y calificación

La literatura reciente sobre los efectos de la tecnología de la información en la calificación ocupacional no es homogénea. Algunos

autores sostienen que la calidad del trabajo mejorará como resultado de la eliminación de tareas rutinarias y repetitivas y que mayores niveles de calificación serán requeridos para ejecutar tareas cada vez más complejas. Otros, en cambio, aseguran que la automatización de base microelectrónica terminará por requerir para su operación un número cada vez menor de trabajadores "descalificados" y que únicamente retendrán y utilizarán sus calificaciones aquellos que se encuentran vinculados a tareas de diseño de hardware y de software, aunque ya es posible observar algún grado de de descalificación personal aun a este nivel. Una última tendencia afirma que los efectos de las nuevas tecnologías sobre la calificación ocupacional no pueden determinarse aisladamente de las condiciones específicas de organización del trabajo en las cuales se aplican estas tecnologías.

El primer argumento sostiene que la automatización, en su sentido más amplio, está asociada con el mejoramiento de la calidad del trabajo y con un incremento de los requisitos de calificación. La obra de Blauner⁸ representa uno de los escasos estudios empíricos que respalda esta hipótesis. Afirma Blauner que la evolución hacia la automatización está acompañada por una reducción en la alienación de los trabajadores: en la medida en que las tareas rutinarias son absorbidas por las máquinas, los trabajadores requieren un gran repertorio de calificaciones más sofisticadas, lo cual se traduce en un mayor grado de autonomía y de iniciativa por parte de la fuerza laboral.

La posición contraria asegura que la calidad del trabajo se deteriora como resultado del cambio tecnológico. Este problema fue por primera vez estudiado sistemáticamente por Bright⁷ quien, basado en análisis empíricos, concluyó que el aumento en niveles de automatización no sólo reduce la necesidad de mano de obra calificada, sino que terminará por sustituir la calificación de toda la fuerza laboral. Su descripción de 17 niveles de mecanización a través de los cuales la intervención humana es progresivamente eliminada, sugiere un tipo de desarrollo tecnológico autónomo, independiente de las fuerzas históricas que dan forma a los sistemas productivos, y una visión de la tecnología como determinante "desde afuera" de cambios sociales.⁹

De acuerdo con esta interpretación, la tecnología tiene una dinámica propia de evolución, aislada del entorno socioeconómico en el cual se desarrolla, y las innovaciones exitosas son "difundidas" y "adoptadas". Esta difusión produce "impactos", que pueden o no ser intencionados y

que pueden ser "benéficos" o "perjudiciales". Descalificación y desplazamiento laboral son pues consecuencias inevitables del avance tecnológico y los trabajadores tienen que adaptarse a las nuevas condiciones laborales. Un ejemplo reciente de investigación dentro de este marco de referencia lo constituyen los estudios llevados a cabo en la Universidad de Sussex, concretamente en la Unidad de Investigación y Política Científica (SPRU), a comienzos de la década de 1970.¹⁰

Desde una perspectiva diferente, Braverman⁵ afirma que la división del trabajo típica del modo de producción capitalista, al descomponer el proceso productivo en las partes que lo constituyen, destruye las calificaciones de los trabajadores. **Descalificación** es el término utilizado por Braverman para describir la eliminación de las calificaciones tradicionales y el surgimiento de una masa de trabajadores no calificados y semicalificados. La automatización computarizada no es sino un paso más en el proceso de degradación y descalificación de la fuerza laboral, resultante de los esfuerzos científicos de parte de la administración para controlar el proceso laboral mediante una separación aún mayor entre concepción y ejecución, entre trabajo mental y trabajo manual. La racionalidad detrás del diseño de las máquinas y de los procesos no es estrictamente técnica sino política. El propósito final es excluir la necesidad de trabajadores calificados, y en consecuencia la posibilidad de que ellos alcancen el control total de los procesos productivos. El resultado es la polarización de la distribución de las calificaciones, es decir, la existencia de una masa creciente de trabajadores descalificados en la base y de un pequeño número de trabajadores calificados en los niveles superiores.

Literatura más reciente se centra concretamente en el caso de la automatización de base microelectrónica y se caracteriza por ser menos determinista.¹¹ La mayoría de los investigadores reconocen que la estructura de calificaciones de cualquier organización es una función del diseño de los procesos, así como de la organización del trabajo, y no tanto de la lógica incontrolable de la tecnología o del sistema capitalista. Concretamente el trabajo de Wilkinson^{12,13} ofrece una interesante crítica al determinismo que ha caracterizado la literatura sobre tecnología y trabajo, y propone un enfoque alternativo, basado en el análisis de la manera como los diferentes actores del proceso productivo interpretan y controlan las condiciones al interior de las organizaciones. Los administradores y los ingenieros no son necesariamente los

mensajeros de un sistema económico dado, sino más bien los mediadores creativos entre las aplicaciones reales y potenciales de la tecnología. Por su parte, los trabajadores están en posición de exigir sus derechos con relación al uso y desarrollo de sus calificaciones ocupacionales, aspectos tradicionalmente considerados como una prerrogativa de la gerencia.

2.3 El caso del control numérico computarizado (CNC)

2.3.1 Características del CNC

Son abundantes los estudios empíricos sobre los efectos de la automatización en el medio laboral, pero únicamente un reducido número de ellos se refiere a las etapas más recientes de la automatización programable. Mucho se ha escrito, sin embargo, sobre los posibles efectos de esta "segunda revolución industrial", y la literatura refleja las tendencias discutidas en la sección anterior.

En esta sección se presentan algunos ejemplos, tomados de recientes estudios sobre los cambios observados en la estructura de calificaciones en los talleres de diferentes industrias, como resultado de la adopción de la automatización de base microelectrónica. La descripción analítica de los casos ha sido desarrollada de acuerdo con los siguientes criterios: a) sustituibilidad de la intervención humana [calificada]; b) polarización de calificaciones y c) obsolescencia y necesidad de nuevas calificaciones. Aunque los casos presentados se refieren únicamente a la manera como la revolución microelectrónica ha afectado el trabajo de los obreros en la industria manufacturera (blue-collar workers), algunas de las principales conclusiones pueden extenderse a otros contextos ocupacionales, dentro y fuera del sector industrial.

El desarrollo de la automatización programable en la industria manufacturera ha sido asociada principalmente a la aplicación de la electrónica al control de máquinas-herramientas. Se inició después de la II Guerra Mundial con el control numérico (NC) de máquinas-herramientas en la industria metalmecánica, y su evolución más reciente es el control numérico computarizado (CNC) mediante el cual un poderoso mini o microcomputador se instala en las máquinas mismas, transfiriendo así las capacidades de procesamiento de información de un computador central directamente al taller. Dispositivos electrónicos de control son igualmente aplicables a equipos similares, lo que significa que virtualmente todos los sectores de la industria se encontrarán en

algún momento bajo la presión competitiva de hacer usos de las nuevas formas de automatización. Los últimos desarrollos apuntan a sistemas flexibles (en inglés conocidos como "flexible manufacturing systems" o FMS) consistentes en un número determinado de máquinas con NC o con CNC y robots industriales conectados entre sí mediante un sistema también automatizado de transporte de piezas¹⁴ y con la unidad de diseño computarizado (CAD/CAM).

2.3.2 Efectos observados en las calificaciones ocupacionales

a) Sustituibilidad de la fuerza de trabajo calificada

Uno de los temas más frecuentes en la literatura es el énfasis en la automatización total como el resultado final de los cambios en el mundo de la producción. El taller completamente automatizado es concebido idealmente como un sistema flexible que sólo requiere intervención humana para monitorear los procesos.

Esta concepción del "despoblamiento" de los talleres es distorsionada.¹⁵ La fase actual del avance técnico se caracteriza no tanto por la existencia de mercados masivos estables y especializados, como por patrones diferenciados y cambiantes que siempre van a requerir intervención humana directa en los procesos de producción, ya que las soluciones estándar son demasiado costosas, complejas y susceptibles de fallar. Por otra parte, aunque la maquinaria es predecible, rápida y precisa, y las personas tienden a desempeñarse pobremente en estos aspectos, esta últimas son flexibles y capaces de actuar en situaciones inesperadas. Es tan elevado el número de situaciones que tendrían que preverse para una operación completamente automática que es mejor dejarlas bajo el control de las personas antes que intentar predecirlas todas.¹⁶ Así pues, puede esperarse que una mayor informatización va a estar acompañada de la continua presencia de los operarios **en el taller**.

La sustitución del operario calificado está excluida tanto en la teoría como en la práctica. La evidencia indica que la automatización tiene el potencial de eliminar absolutamente la necesidad del esfuerzo físico. Otros componentes de la calificación del operario, concretamente aquellos relacionados con la planeación y el monitoreo del trabajo, son disminuidos pero existe la posibilidad de diversos niveles de intervención por parte del trabajador calificado.¹⁷ La planificación del trabajo, ahora vinculada a la noción de programación, siempre va a requerir intervención humana. El problema aquí es quién programa y en dónde.

En cuanto a las habilidades relacionadas con el monitoreo del trabajo, operar una máquina CNC es como conducir un automóvil a control remoto: siempre ocurren imprevistos que exigen la respuesta flexible que sólo los humanos están en capacidad de producir. Esta respuesta es particularmente importante en la prevención y solución de daños en los equipos, indiferente de la existencia de sofisticados y baratos dispositivos para diagnóstico automático de fallas, que en la mayoría de los casos no funcionan adecuadamente.¹⁸

El potencial de una total sustitución de la intervención humana en un número significativo de tareas productivas reside en la robótica. Encuestas llevadas a cabo en países industrializados con el fin de evaluar los factores conducentes a la aplicación de soluciones micro-electrónicas demuestran que la robótica es particularmente adecuada para automatizar procesos caracterizados por tareas repetitivas o secuencialmente repetitivas.¹⁹ Los robots industriales son fundamentalmente brazos capaces de moverse tridimensionalmente²⁰ y de ejecutar tareas repetitivas tales como soldadura, pintura, transporte y empaque, tareas tradicionalmente ejecutadas por trabajadores semicalificados y no calificados. La dimensión del desplazamiento laboral como consecuencia de la robotización depende de factores como el nivel de calificación y la estructura ocupacional a las capacidades de los robots, la disminución de costos de producción que ellos representen y finalmente, de las convenciones colectivas así como de las políticas gubernamentales de empleo. Pero las posibilidades de una creciente sustitución de trabajadores por robots son técnica y económicamente factibles.²¹

b) Distribución de las calificaciones ocupacionales

La necesidad de intervención humana en los procesos productivos no siempre significa que se requiera trabajo calificado. En efecto, la adopción de equipos computarizados hace posible una separación aún mayor entre la concepción y la ejecución de las tareas, así como la eliminación de las calificaciones del operario, ahora incorporadas en las máquinas por medio del software.

Este fenómeno puede observarse con toda claridad en el caso de las máquinas de control numérico (NC), que **añade** a las máquinas convencionales capacidades de programación. Con NC el trabajador calificado es utilizado para desarrollar el programa y preparar la cinta o programa que se utilizará para la producción múltiple de partes

prototipo. Al registrar y memorizar el conocimiento básico del operario, el programa incorpora un alto nivel de calificación, el cual deja de ser propiedad del trabajador y no puede ya ser utilizado a su discreción.¹⁷ La descalificación ocurre cuando la operación de la máquina se convierte en algo tan simple que desplaza al operador calificado o lo mantiene ejecutando un trabajo que no exige su intervención calificada. El corolario de la descalificación es la polarización de las calificaciones: en la medida en que la planificación y la ejecución del trabajo se convierten en dos etapas diferentes, tanto en tiempo como en espacio, las habilidades de programación se convierten en propiedad exclusiva de un pequeño grupo de técnicos (white-collar workers) y los programas son desarrollados y editados en la oficina y aplicados en el taller.

La última generación de máquinas computarizadas (CNC) **integra** las posibilidades de programación a las máquinas mismas, esto es, provee los medios para que el programa sea desarrollado, almacenado y editado en la misma máquina. De esta manera, la planificación y ejecución del trabajo pueden llevarse a cabo nuevamente en el taller. A primera vista, este avance ofrece a los obreros la posibilidad de recuperar el control sobre el proceso productivo y de enriquecer la calidad del trabajo. La evidencia a este respecto conduce, sin embargo, a conclusiones contradictorias.

Las posibilidades que ofrece el CNC para enriquecer el proceso productivo y elevar la calificación de los trabajadores han sido reconocidas, con reservas, por algunos investigadores radicales. De acuerdo con Noble,²² debido a que las realidades del poder no han cambiado, sería ingenuo creer que el CNC promete invertir la tendencia hacia la total descalificación de la fuerza de trabajo. Noble respalda su punto de vista con el ejemplo de una compañía norteamericana que anunciaba sus sistemas CNC como máquinas que hacían posible el control por parte del operador al mismo tiempo que promovía sus equipos entre gerentes de grandes firmas en nombre de una mayor seguridad y control por parte de la gerencia.

Shaiken¹⁷ insiste en la naturaleza descalificadora de la nueva tecnología pero reconoce las posibilidades que ofrece para elevar las calificaciones ocupacionales. Los sistemas de entrada manual de datos en los cuales los programas son entregados a la máquina a través del teclado, requieren por parte del operario una capacidad no mayor que aquella que se necesita para registrar una reservación aérea en un

computador. En sistemas complejos, la capacidad del controlador de las máquinas se aproxima a la programación en algún lenguaje NC pero exigen menos esfuerzo calificado por parte del operario. Estos sistemas están siendo anunciados como "sistemas de programación que permiten a operarios sin ningún conocimiento de NC generar un programa simplemente oprimiendo teclas; todo lo que el operador debe hacer es responder a las preguntas que aparecen secuencialmente en la pantalla" (p. 108). Así, pues, la nueva tecnología permite que las funciones de programación se lleven a cabo en el taller. Corresponde a la gerencia decidir quién y dónde se llevará a cabo la programación de las máquinas. Shaiken cita casos en los que la edición de un programa era delegada a un operador "para hacerle sentir que ha logrado algo" (p. 100), aunque la prerrogativa gerencial está simbolizada por la llave del panel de control de la máquina CNC, la cual se utiliza cuando se quiere evitar el uso desautorizado de la máquina. El control gerencial en los talleres se ha mantenido aun a expensas de la productividad: cuando los trabajadores de una planta de piezas para aviones en los Estados Unidos incrementaron el número de partes producidas después de haberse "tomado" informalmente la programación de una taladradora CNC, la compañía instaló un interruptor para impedir la programación manual de la unidad. En palabras de uno de los operarios de la máquina, "ellos [los gerentes] pierden dinero a propósito, sólo para mantener el control".²³

Wilkinson¹¹ ofrece, sin embargo, ejemplos opuestos al describir cambios en la estructura de calificación en algunas firmas del Reino Unido, como resultado de la adopción de tecnología microelectrónica. Los gerentes de una compañía óptica consideraron desafortunada la degradación de sus operarios semicalificados y en vez de tomar ventaja de las posibilidades de control ofrecidas por la nueva tecnología, establecieron un sistema de rotación de puestos que hizo posible que las calificaciones y el conocimiento necesarios para la producción permanecieran en el taller. La decisión fue justificada por la gerencia en términos de eliminar el aburrimiento e incrementar la satisfacción de los trabajadores, pero también en términos de las ventajas que representa mantener una fuerza de trabajo calificada y flexible.

En el caso de una firma de máquinas-herramientas en Gran Bretaña, la estructura de calificaciones resultante de la adopción de las nuevas tecnologías estuvo fuertemente influenciada por las presiones

sindicales para mantener los puestos y grados existentes y para asegurar que la fuerza de trabajo calificada fuera utilizada en la operación de las nuevas máquinas. La batalla por el control tuvo lugar en el taller, entre los programadores -una pequeña élite de técnicos que planificaban los trabajos de acuerdo con instrucciones impartidas por la oficina de planeación- y los operarios calificados quienes, pese a haber tenido acceso solamente a un entrenamiento muy corto sobre operación de máquinas CNC, comenzaron a llevar a cabo algunas tareas de programación, obligando así a los programadores a bloquear el tablero de edición. Sin embargo, las llaves de acceso a los paneles de programación nunca salieron del taller y la división real de tareas dependía, de acuerdo con un operario, "de las circunstancias del trabajo en cuestión, de la disponibilidad de programadores y también de las características personales (p.61). Esta ambigüedad demuestra que hubo una negociación ad hoc de la división de las tareas y que los operarios calificados siempre mantuvieron la iniciativa en estas negociaciones.

Es interesante ver cómo la racionalidad detrás de la batalla en torno a quién corresponde la edición de los programas en el taller no fue económica. La firma descrita anteriormente no ofrecía ventajas especiales a los operadores capaces de ejecutar tareas de programación y edición. Simplemente, se trataba de trabajadores que no querían ceder el control al cual estaban acostumbrados. En sus propias palabras los operadores querían "mantener la autoestima", "utilizar sus calificaciones" y "ganar satisfacción laboral" si estaban obligados a interactuar con una tecnología que "corta las manos [de los trabajadores] los hace ciegos y elimina su sensibilidad" (p. 61). Para ellos, tomar parte en el proceso de programación significaba devolver al trabajo el interés perdido.

Un estudio comparativo de los cambios en las calificaciones ocupacionales en industrias manufactureras en Gran Bretaña y Alemania¹⁵ indica que no existe una relación predeterminada entre la estructura y utilización de las calificaciones ocupacionales y el uso de maquinaria CNC. Las especificaciones técnicas de los equipos CNC adoptados reflejaron factores tales como las estrategias corporativas, procedimientos ingenieriles y organizacionales, así como políticas con relación a la mano de obra, todo lo cual varía dentro de una sociedad determinada, así como de país a país. El mencionado estudio indica que CNC no sólo tiene diferentes efectos según sea la escala de la

producción sino que se adapta a diferentes entornos sociales, a instituciones nacionales y prácticas culturales.

Así pues, las compañías alemanas establecieron menos distinciones entre las funciones especializadas y departamentos de producción, gerencia, ingeniería, planificación del trabajo y ejecución. En Alemania se hace un uso mayor de los operadores en tareas de programación y esta tarea es vista como el núcleo que integra el personal de la compañía, a saber gerentes, ingenieros planificadores, supervisores y operarios. En Gran Bretaña la mayor separación entre planeación y programación refleja la creciente diferenciación entre técnicos y obreros. Además, mientras que en Gran Bretaña estas tareas confieren a quien las ejecuta el status de "técnico" (white collar), en Alemania los obreros (blue-collar) son utilizados más extensivamente tanto en la programación directa de la máquina, como en el departamento de planeación.²⁴

Los resultados del estudio de Sorge et al son consistentes con los de otros estudios comparativos en países industrializados. Numerosos estudios demuestran que no existe en ellos una estructura ocupacional homogénea, ni una misma estructura de formación. Estas varían significativamente entre países en función de sus diferencias culturales y políticas. Por ejemplo, en países vecinos como Francia y Alemania se observa que industrias similares en capital, producción y tecnología, difieren radicalmente en sus estructuras ocupacionales y en el perfil educativo de la fuerza laboral.²⁵

Las diferencias existentes en los ejemplos citados anteriormente pueden explicarse parcialmente por la naturaleza de la automatización de base microelectrónica. El diseño de sistemas automatizados está basado en los principios de integración y flexibilidad: integración porque los controles regulan las divisiones entre las partes en el proceso productivo y flexibilidad porque estos mismos controles crean sistemas que responden a condiciones cambiantes. Estos dos principios de diseño pueden apuntar en distintas direcciones según sea la concepción del trabajo. Un énfasis en integración refuerza el poder de aquellos a cargo del diseño y control del sistema (ingenieros), en tanto que el énfasis en la flexibilidad resulta de una concepción del trabajo en la que las capacidades de los trabajadores para adaptarse, aprender y regular los controles cambiantes es esencial al desarrollo de los sistemas.²⁶

El estudio de Sorge et al, también indica que existe un patrón general en lo que se refiere a la polarización de las calificaciones y la

burocratización de la organización laboral, de acuerdo con la escala de producción de las firmas estudiadas. Plantas grandes están asociadas con una mayor diferenciación de las áreas de programación y su asignación a distintos departamentos. Producción a gran escala, por otra parte, está relacionada con una mayor separación entre la programación y la operación de las máquinas, pero no su división en departamentos o su ejecución en las oficinas. En otras palabras, en compañías de producción a gran escala se observó una mayor tendencia hacia la programación por parte del programador y no del operador. El resultado fue una gran polarización de calificaciones, aunque no necesariamente la burocratización del proceso. De otra parte, entre más pequeña la escala de producción, mayor fue la necesidad por convertir máquinas con nuevas herramientas y programas y menor la diferenciación entre los programadores y operadores.

c) Obsolescencia y necesidad de nuevas calificaciones

La necesidad de nuevas calificaciones ocupacionales es un lugar común en la literatura sobre los efectos de la microelectrónica en el mundo del trabajo. El énfasis es en la demanda creciente de capacidad ingenieril, especialmente en el campo de la electrónica, con una comprensión de mecánica y control.¹⁹ También se ha enfatizado la necesidad de personal de mantenimiento con múltiples calificaciones, debido a la interacción entre los sistemas electrónicos y mecánicos con otros sistemas.²⁷ En cuanto al taller, las afirmaciones son todavía muy generales pero parece existir un acuerdo en torno a la obsolescencia de las habilidades manuales y la creciente necesidad de capacidades cognitivas por parte de los trabajadores. La proporción en la cual la nueva tecnología produce la obsolescencia de las calificaciones tradicionales de los operadores en favor de calificaciones relacionadas con los computadores, se ha constituido en otro aspecto del debate.

De acuerdo con Ebel,¹⁴ la devaluación de las habilidades manuales de los operadores va de la mano con el cambio de información táctil a información visual. Así, la solución de problemas, la planeación y codificación de tareas y la comunicación técnica ganan significado. Sin embargo, sería un error asumir que todo el know-how de los operadores cae en la obsolescencia con los sistemas de manufactura asistidos por computador. La elaboración y prueba de nuevos programas sigue siendo una tarea compleja que requiere conocimiento y experiencia con las máquinas. Aun así los operadores en sistemas automatizados no pueden

cambiar la secuencia de las operaciones, ellos sí intervienen en la modificación de los parámetros para maquinado de las piezas, en tanto que supervisan y evalúan el proceso. Para ejecutar estas funciones, los operadores deben tener conocimientos teóricos y prácticos tanto sobre los materiales como sobre las máquinas.

Sorge et al¹⁵ aseguran que el consenso existente en torno a la necesidad de especialistas en computadores y a la pérdida de importancia del operario calificado es una manera muy simplista de analizar los efectos de la nueva tecnología en el empleo y la calificación. En su lugar, ellos proporcionan una interpretación basada en las diferencias entre electrónica convencional y aplicaciones microelectrónicas: la primera fomenta la polarización de calificaciones porque centraliza el procesamiento de datos en departamentos especializados. La segunda se caracteriza por su simplicidad y no requiere muchos conocimientos en informática, gracias a los esfuerzos de diseño de los ingenieros de software, que hacen el procesamiento de datos simple para el no especialista. El CNC puede conducir incluso a un énfasis creciente en el uso de herramientas y de maquinaria, así como en la habilidad para el corte. De la misma manera como el CNC centra su atención en cambiantes habilidades para el maquinado de piezas, otras aplicaciones electrónicas se distinguen por elevar el nivel de los conocimientos dentro de cada especialidad.

De alguna manera, ésta es una reformulación de la hipótesis de que la microelectrónica eleva las calificaciones de la fuerza laboral. La expansión de sistemas de procesamiento de información trae consigo su incorporación a un mayor número de ocupaciones. La atención no debe centrarse, sin embargo, en las tareas relacionadas con el procesamiento de información como un componente más de determinada ocupación. Por el contrario, la tecnología de la información hace posible la evolución de las calificaciones tradicionales hacia nuevos niveles de pericia y contenidos laborales. Así, en vez de un obrero degradado por el computador, puede aparecer un obrero asistido por computador, bajo condiciones favorables de organización del trabajo.¹³

El párrafo anterior sugiere la posibilidad de un mejoramiento de la calidad del trabajo. Para Mumford²⁸ la aceptación de esta ideología no es sólo un problema de moralidad, o del derecho de los trabajadores a alcanzar satisfacción laboral. Es también un problema de productividad: trabajos más interesantes y atractivos pueden conducir a niveles más

altos de productividad. Como lo indica Howard,²³ los gerentes son conscientes de que la automatización de base microelectrónica puede conducir a una mayor alienación y causar altos niveles de insatisfacción laboral, factores que combinados pueden afectar significativamente la eficiencia y productividad de los trabajadores. Aunque esta afirmación tendría que comprobarse empíricamente, no cabe duda de que la creencia en que es posible combinar satisfacción laboral y productividad es la base, explícita o implícita, de la literatura que considera que el futuro del trabajo como resultado de los cambios introducidos por la microelectrónica no está determinado de antemano y que existen múltiples opciones.

3. Implicaciones educativas

Como puede concluirse de la discusión anterior, la controversia sobre los efectos del cambio tecnológico en la calificación de los trabajadores se ha alejado del determinismo tecnológico, hacia una visión del medio productivo como el lugar donde se toman decisiones relacionadas con el uso de la tecnología, de acuerdo con intereses socioeconómicos concretos, explícitos o implícitos. Por otra parte, contrariamente a otras tecnologías, la automatización de base microelectrónica es extremadamente flexible: puede también ofrecer grandes posibilidades para elevar el nivel de calificación y para devolver a los trabajadores el control sobre el proceso productivo, mediante la integración del trabajo mental y manual. El resultado final depende no tanto de factores técnicos como sociopolíticos.

Similares afirmaciones pueden hacerse con relación a la capacitación necesaria para desempeñar oficios y ocupaciones relacionadas con la informática. No existe un consenso definitivo sobre el nivel mínimo de calificación requerida por los usuarios de la tecnología de la información. Sin embargo, como puede apreciarse en los casos presentados a lo largo de este artículo, **en condiciones favorables** un trabajador calificado no sólo aprende informalmente a utilizar las nuevas tecnologías; también puede mejorarlas, introduciendo cambios menores a los procedimientos establecidos inicialmente, e iniciar procesos de innovación incremental, a través de los cuales las innovaciones generadas por los trabajadores son "formalizadas" por ingenieros y tecnólogos.³⁴

La adaptabilidad y la creatividad de un trabajador calificado son en gran parte el resultado de la calidad de su formación inicial y es un hecho que ni las empresas ni las escuelas de formación profesional, tal como existen en este momento, están en capacidad de desarrollar estas capacidades. Las empresas fomentan únicamente la adquisición de aquellas habilidades específicamente ligadas a la producción y que son utilizadas de manera inmediata. Por su parte, las escuelas de formación profesional, en la medida en que sigan orientadas hacia la capacitación de personal de bajo nivel de calificación, tienen poco que ofrecer en términos de una sólida educación general. La responsabilidad recae entonces en el sistema educativo formal, en particular en la educación secundaria. Es a este nivel donde debe proporcionarse una cultura científica y tecnológica común a toda la población y no únicamente a aquellos que tienen aspiración de ingresar a la educación superior o de seguir carreras técnicas.^{30,31} Esto implica una profunda reestructuración de este nivel educativo, en el sentido de un fortalecimiento de la formación básica general y de un replanteamiento de los distintos modos de formación para el trabajo, particularmente de la formación profesional extraescolar y de aquella que tiene lugar en el sistema formal y que duplica innecesaria e ineficientemente la formación extraescolar.³²

Reformas en este sentido son prioritarias en la medida en que se hacen más evidentes los desfases entre el nivel educativo de la fuerza laboral y su posición en la estructura ocupacional. Como puede concluirse de estudios sobre la relación entre la educación y el mercado de trabajo^{32,33} la formación profesional especializada no parece ser una condición necesaria para el adecuado desempeño de un puesto de trabajo, pues buena parte de la capacitación para el trabajo puede adquirirse fuera del sistema educativo, **a partir de una formación inicial**, a través del entrenamiento provisto por las empresas-capacitación en el puesto de trabajo- y/o a través del trabajo mismo.

En el caso concreto de la tecnología de la información, las previsiones en cuanto a las necesidades de mano de obra con una capacitación específica son mucho más complejas, si no imposibles. Como lo demuestran los casos analizados en la primera parte de este artículo, la flexibilidad de la tecnología misma y la rapidez con que evoluciona, unidos a los distintos factores socio-políticos que determinan la organización del trabajo en cada empresa, hacen imposible definir de

antemano el contenido de los nuevos trabajos, así como definir requisitos específicos de formación requeridos para su desempeño. Lo que sí es posible prever con certeza es que la informática penetrará la totalidad del mundo de la producción, inclusive aquellos ambientes laborales caracterizados hasta ahora por su bajo nivel tecnológico y que la totalidad de la fuerza laboral deberá poseer una sólida formación básica que le permita la flexibilidad suficiente para integrarse a la producción y adaptarse a condiciones tecnológicas cambiantes, lo cual es imposible cuando el trabajador posee únicamente calificaciones muy específicas que son o pueden llegar a ser sustituidas por las máquinas.

Los argumentos anteriores son suficientes para cuestionar el "enfoque vocacional" que ha caracterizado en algunos países la respuesta de los sistemas educativos a las presiones del sistema productivo por mano de obra especializada en electrónica y en sus distintas aplicaciones.³⁴ El problema de adecuar la oferta educativa a las necesidades de una nueva sociedad informatizada va más allá de proporcionar instrucción sobre manejo de equipos y aplicaciones. De acuerdo con algunos observadores, el manejo de la tecnología de la información requiere principalmente pensamiento abstracto, creatividad, habilidades de comunicación y voluntad para trabajar en equipo, capacidades que se desarrollan mejor a través de la educación básica general que de la educación técnica vocacional.³⁵ Una educación de esta naturaleza exige no solamente la integración de las vertientes académica y vocacional con el fin de proporcionar a todos los jóvenes la oportunidad de recibir la misma formación básica, sino una reflexión sobre lo que se entiende por formación básica, y del lugar que dentro de esta formación corresponde a las habilidades concretas ligadas a la tecnología de la información.

3.1 El mito de la "alfabetización en computadores"

En general, puede decirse que los esfuerzos encaminados a adecuar la oferta educativa a los avances tecnológicos en el campo de la informática se han visto afectados por una confusión generalizada en torno a lo que es la tecnología de la información y de las transformaciones que pueden ocurrir como consecuencia de su introducción en todos los aspectos de la vida social. Debido quizá a una concepción demasiado limitada de lo que constituye la tecnología de la información, restringida en la mayoría de los casos a los equipos, concretamente a los computadores, se ha generalizado la creencia de que es necesario que toda persona educada sea "alfabetizada en computadoras". Con frecuencia,

"alfabetización en computadores" es asociada con el manejo de aplicaciones o software y/o con el conocimiento de por lo menos un lenguaje de programación.³⁶

En cuando al manejo de equipo y aplicaciones, es necesario preguntarse si éste no constituye un conocimiento demasiado simple como para merecer atención por parte de los educadores. De acuerdo con Weizembawm³⁷ la presencia del computador es tan generalizada en la sociedad contemporánea que es irrelevante preguntarse si un individuo está o no familiarizado con su manejo. Computadores pequeños y muy especializados están incorporados en artefactos con los que la mayoría de los individuos interactúan diariamente: en los relojes, en los receptores de radio y de televisión, en los automóviles, en los más simples aparatos domésticos. Máquinas más complejas o "computadores" propiamente dichos han evolucionando hasta el punto de poder ser utilizados para ejecutar tareas muy complejas sin necesidad de un conocimiento profundo sobre la máquina o las aplicaciones. El microcomputador Apple Macintosh es sólo un ejemplo de como estos nuevos desarrollos simplifican el acceso por parte de quienes no tienen instrucción especializada. La industria y los servicios, por otra parte, ofrecen múltiples ejemplos de cómo gracias a la tecnología de la información trabajadores con poca o ninguna instrucción pueden operar, con o sin supervisión, equipos computarizados calificados en algunos casos como "stupid proof" o "a prueba de estúpidos".

El debate en torno a incorporar algún lenguaje de programación, en el currículo escolar es más complicado. Aunque parece existir un acuerdo en torno a la irrelevancia de aprender a programar dados los recientes desarrollos en el campo de la ingeniería de software, muchos insisten en las ventajas de aprender un lenguaje de programación, como medio para desarrollar la inteligencia y enseñar a pensar sistemáticamente. La programación de computadores es una habilidad cognitiva compleja desde el punto de vista de sus prerrequisitos y de sus consecuencias, pero sus bondades desde el punto de vista del "desarrollo del pensamiento" requieren ser documentadas más ampliamente. La naturaleza de esta habilidad y sus posibles beneficios en el aprendizaje no se conocen suficientemente; menos aun se sabe sobre su valor en términos de "transferibilidad" a otras áreas del conocimiento.³⁴

Las experiencias en LOGO constituyen el argumento más fuerte en favor de la programación como medio para desarrollar otras aptitudes.

De acuerdo con Papert,³⁵ LOGO puede ser utilizado para enseñar cualquier cosa, pues convierte al computador en una máquina con la cual se puede pensar, y pensar sobre el proceso mismo de pensar: al responder inmediatamente a las instrucciones dadas a través de comandos, el computador permite que el estudiante corrija sus errores a medida que desarrolla el programa. La acción de corregir errores hace que el estudiante piense retrospectivamente y encuentre las inconsistencias del programa. Es en este proceso donde reside el mayor potencial educativo de los computadores: programar permite al estudiante aprender a solucionar problemas a través de un procedimiento sistemático; en otras palabras, hace posible que el estudiante aprenda a pensar de manera procedimental.

Es fácil entender por qué la promesa de LOGO o de la idea de la programación como "habilidad básica" fundamental junto con la lectura y la escritura, ha resultado tan atractiva para los educadores. Las enormes limitaciones del software educativo de carácter tutorial son demasiado evidentes y existe un interés general por encontrar cuál es la "contribución única" del computador a la educación de futuras generaciones para un mundo dominado por los computadores. La pregunta que hay que hacerse aquí es hasta qué punto la solución a este dilema reside en el computador o en un concepto más comprensivo de lo que debe ser el currículo escolar básico. Ciertamente, el computador puede enseñar a pensar procedimentalmente, pero esta forma particular de pensar no se aplica necesariamente a todas las áreas de la actividad humana -las artes, para mencionar un ejemplo extremo, o la comprensión de los fenómenos sociales y a la forma como ellos afectan a todos y cada uno de los miembros de la sociedad.

El computador es básicamente un "procesador de información". Estas dos palabras se refieren a dos funciones separadas y distintas que han sido unificadas en una sola máquina. El computador no sólo **almacena** información sino que la **procesa**, esto es, manipula los datos para alcanzar diversos resultados, bien sea para comparar, contrastar, clasificar o deducir, y los entrega al usuario a la velocidad de la luz. Este extraordinario logro tecnológico no altera el hecho de que la información no es más que eso: datos, hechos triviales o útiles que no constituyen la esencia del pensamiento. Esta aclaración es de especial importancia para desvirtuar la visión que de alguna manera subyace a la creencia en las bondades educativas de la programación, de que la

información se convierte automáticamente en conocimiento gracias a la intervención de otro poderoso procesador de información: el cerebro humano. Esta concepción demasiado limitada del pensamiento humano oculta el hecho de que la mente piensa con ideas y no con información y que son las ideas las que definen, continen y eventualmente producen la información. En consecuencia, el principal propósito de la educación en un mundo inundado de información es enseñar a los jóvenes a manejar ideas: a evaluarlas, asociarlas con otras ideas, adaptarlas a nuevas situaciones. Este aprendizaje no requiere máquinas procesadoras de información. Por el contrario, se trata de evitar que la educación se concentre más que nunca antes, en transmisión de datos y de hechos aislados e informes.³⁹

3.2 Hacia una agenda para la educación secundaria

La discusión anterior deja más preguntas que respuestas sobre la responsabilidad del sistema educativo en lo que concierne a la educación de los futuros trabajadores en un mundo "revolucionado" por los más recientes avances en la tecnología de la información. Pero, si como afirma Weizenbaum, es cierto que el computador se ha convertido para los educadores en una solución en busca de problemas, esta no es una reflexión estéril: es necesario hacer una pausa y abandonar por un momento los interrogantes en torno a "cómo aplicar los computadores en la educación" o "cómo adaptar los currículos escolares para que respondan adecuadamente a las exigencias de una sociedad informatizada" y volver sobre interrogantes fundamentales respecto a los propósitos mismos de la educación.

Esto no es ninguna novedad. En cierta forma, por lo menos en teoría, la definición de una persona educada sigue siendo la misma ahora que cuando la tecnología de la información no se había convertido en un hecho cotidiano para millones de personas. Pero cambios muy profundos han ocurrido en la manera como el conocimiento humano evoluciona y se aplica, y esto es lo que hace que nos preguntemos ahora, con especial preocupación, sobre cuál es la mejor educación para el futuro. La transformación de una sociedad industrial basada en materias primas, capital y producción a una sociedad basada en el saber y en la capacidad de los recursos humanos para manipularlo es un proceso irreversible con enormes consecuencias para los sistemas educativos. Tal como existen en este momento, los sistemas educativos concentran sus esfuerzos en mantener y transmitir un conocimiento que hasta hace

muy poco evolucionaba con la suficiente lentitud para permitir que los sistemas educativos se adaptaran progresivamente. Esto ya no es posible en la sociedad contemporánea que exige, por el contrario, una educación no para el mantenimiento, sino para la innovación.⁴⁰

Más que enseñar sobre computadores o con computadores, lo que se requiere es un replanteamiento de lo que se concibe como educación básica general. De acuerdo con Riquelme,⁴¹ es necesario identificar cuál es la estructura de conocimiento más adecuada para la educación actual de los futuros trabajadores, esto es, establecer cuáles son los conocimientos y habilidades necesarios para hacer frente a procesos productivos con distintos niveles de complejidad tecnológica. En consecuencia, la educación de la población a nivel secundario debe proporcionar a los jóvenes una sólida formación científico-tecnológica que constituya un punto de partida para integrarse a la fuerza laboral y moverse horizontal y verticalmente en la estructura ocupacional. Operativamente, esta formación general debe traducirse en el desarrollo de a) calificaciones técnicas, entendidas como la serie de conocimientos científico-tecnológicos y habilidades ligadas a las exigencias del progreso técnico, b) calificaciones funcionales, que permitan el reajuste permanente del profesional a las complejas condiciones determinadas por el progreso tecnológico sobre la organización del trabajo y c) calificaciones sociales que hagan posible tanto la inserción del trabajador en una actividad económica concreta, así como la comprensión del contexto general en el que se enmarca su trabajo.

LITERATURA CITADA

1. Office at Technology Assesment. **Automation and the workplace. Selected labor, education and training issues. A technical memorandum.** Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
2. Coombs R. W. Long term trends in automation En P. Marstrand (ed.) **New technology and the future of work and skills.** London: Frances Printer, 1984, pp. 146-162.
3. Curnow, R., & Curran, S. the technology applied. En G. Friedich & A. Schaff (Eds.). **Microelectronics & Society for better or for worse. A report to the Club of Rome.** Oxford: Pergamon Press, 1982, pp. 89-117.

4. More, C. Skill and the survival of apprenticeship. En S. Wood (ed.) **The degradation of work? Deskilling and the labour process.** London: Hutchinson, 1982, pp. 109-121..
5. Braverman, M. **Labor and monopoly capital. The degradation of work in the twentieth century.** New York: Monthly Review Press. 1974.
6. Spenner, K. Deciphering Prometheus. **American Sociological Review**, 48(6), 1983, p. 824-837.
7. Bright, J. R. **Automation and Management.** Boston: Harvard University Press, 1958.
8. Blauner, P. **Alienation and freedom: The factory worker and his industry.** Chicago: University of Chicago Press, 1964.
9. Littler, C. A history of 'new' technology. En G. Winch (ed.), **Information technology in manufacturing. Case studies in technological change.** London: Rossendale, 1983, pp. 135-146.
10. Bell, R. M. **Changing technology and manpower requirements in the engineering industry.** London: Sussex University Press, 1972.
11. Adler, P. Technology and Us. **Socialist Review**, 16(1), 1986, pp. 67-96.
12. Wilkinson, B. **The shopfloor politics of new technology.** London: Heinemann Educational Books, 1983.
13. Wilkinson, B. The Politics of technical change. In T. Forester (ed.), **The Information technology revolution.** Cambridge, MA: The MIT Press, 1985, pp. 439-451.
14. Ebel, K. H. Social and labour implications of flexible manufacturing systems. **International Labour Review**, 124(2), pp. 133-145.
15. Sorge, A. Hartmann, G., Warner, M. and Nicholas, I. **Microelectronics and manpower in Manufacturing.** Aldershot: Gower Press, 1983.
6. Rosenbrock, H. M. Designing automated systems. Need skill be lost? En P. Marstrand (ed.), **New technology and the future of work and skills.** London: Frances Printer, 1984, pp. 124-132.
7. Shaiken, M. **Work transformed. Automation and labor in the computer age.** New York: Holt, Rinehart & Winston, 1984.

18. Senker, P. Engineering skills in the robot age. En P. Marstrand (ed.), **New technology and the future of work and skills**. London: Frances Printer, 1983, pp. 133-145.
19. Evans, J. The worker and the workplace. En G. Freidich & A. Schaff (eds.), **Microelectronics and society, for better or for worse: a Report to the Club of Rome**. Oxford: Pergamon, 1982, pp. 157-187.
20. Fleck, J. Robotics in manufacturing organizations. En G. Winch (ed.), **Information technology in manufacturing. Case studies in technological change**. London: Rossendale, 1983, pp. 44-56.
21. Ayres, R. & Miller S. **Robotics. Applications and social implications**. Cambridge, MA: Ballinger Press, 1983.
22. Noble, D. **Forces of production**. New York: Alfred A. Knopf, 1984.
23. Howard, R. **Brave new workplace**. New York: Viking, 1985.
24. Hartmann, G., Nicholas, I. J., Sorge, A. y Warner, M. Consequences of CNC En Warner, M. (ed.). **Microprocessors, Manpower and Society**. Adlershot: Gower, 1984, pp. 311-324.
25. Maurice, M., Sselier, F. y Silvestre, J. J. **Politique d'éducation et organization industrielle en France et en Allemagne**. Paris: PUF, 1982.
26. Hirschhorn, L. **Beyond mechanization: Work and technology in a postindustrial age**. Cambridge, MA: The MIT Press, 1984.
27. Senker, P. Swords-Isherwood y Arnold, E. Skill requirements arising from microelectronics. En N. Swords-Isherwood, N. y P. Senker (eds.), **Microelectronics in the engineering industry, the need for skills**. London: Frances Printer, 1980.
28. Mumford, E. The Design of Work: New approaches and new needs. En J. E. Rijnisdorp (ed. **Case studies in automation related to humanization of work**. Oxford: Pergamon, 1979, pp. 9-17.
29. De Cresson, C. **Understanding technical change**. Montreal" Black Rose Books, 1987.
30. Cailloids, F. Education, organization of work and indigenous technological capacity. En M. Fransman and K. King (eds.). **Technological capability in the Third World**. New York: St. Martin's Press, 1984, pp. 211-222.

31. Marchello, J. Education for a technological age. **Futures**, 19(5), 1987, pp. 555-565.
32. Gómez, V. M. Formación profesional y mercado de trabajo: hacia una nueva política de formación profesional. Bogotá: CRESET, 1985.
33. Cailloids, F. y Briones, G. Educación, formación profesional y empleo" El sector industrial en Colombia. Bogotá: UNESCO-IIPE/ Ministerio de Educación Nacional, 1981.
34. CERI-OECO. **New information technologies. A. challenge for education**. Paris: OECD, 1986.
35. Jallade, J. P. **New information technologies and technical education**. The Hague: O.S.A., 1984.
36. Provenzo, E. **Beyond the Gutenberg galaxy. Microcomputers and the emergence of post-typographic culture**. New York: Teachers College Press, 1986.
37. Weizenbaum, J. "Another view from MIT". **Byte: The Small Systems Journal**, 9(6), 1984, p. 225.
38. Papert, S. **Mindstorms: Children, computers and powerful ideas**. New York: Basic Books. 1980.
39. Roszak, T. **The cult of information. The folklore of computers and the true art of thinking**. New York: Pantheon Books, 1986.
40. Elmandjra, M. Learning needs in a changing world. Role of human resources in a civilization of knowledge. **Futures**, 18(6), 1986, pp. 731-737.
41. Riquelme, G. Readaptación profesional y ocupacional de los trabajadores en contextos de crisis. Documento de trabajo presentado al Coloquio Regional sobre la vinculación entre la educación y el mundo del trabajo. Santiago: UNESO-OREALC. 1985.