

**ORGANIZACIÓN DE PROCESOS DE TRABAJO Y FORMAS  
DE CALIFICACIÓN DE ARTESANOS Y OPERARIOS DE ALTA  
TECNOLOGÍA MICROELECTRÓNICA EN LA INDUSTRIA  
METALMECANICA DEL VALLE DEL CAUCA: UN ESTUDIO DE CASO\* .**

**CARLOS ALBERTO MEJÍA SANABRIA\*\***

---

\* El desarrollo de la investigación de la cual hace parte éste documento de trabajo, contó con el auspicio del Centro de Investigaciones y Documentación Socioeconómica-CIDSE de la Facultad de Ciencias Sociales y Económicas de la Universidad del Valle y con la asistencia del estudiante de Sociología Germán Erazo. Deseo agradecer la valiosa colaboración prestada por los Ingenieros Ana María de la Pava, José Eduardo Bonilla, Miguel Silva, los trabajadores de la planta de matricería de la empresa Alumina y los instructores Aníbal Silva y Jaime Chaquea del Centro Industrial del SENA en Salomia.

\*\* Magíster en Sociología, profesor e investigador del CIDSE y del Departamento de Ciencias Sociales de la Facultad de Ciencias Sociales y Económicas de la Universidad del Valle.

## RESUMEN

El presente documento explora tres aspectos del trabajo a saber: la interdependencia entre antiguos oficios artesanales y complejas tecnologías de punta relacionadas con control numérico y microelectrónica, la forma como son calificados los operarios de máquinas-herramienta de control numérico computarizado y las maneras de organizar el trabajo en planta, en la gran industria metalmecánica del Valle del Cauca. El estudio hace parte del campo de la Sociología Industrial, está referido a una empresa del sector y se inscribe en el amplio debate acerca de si las nuevas tecnologías, están dando lugar a la creación de puestos de trabajo creativos y enriquecidos que permitan pensar en la recomposición de trabajos antes taylorizados y parcelados en trabajos artesanales que redefinan la relación hombre/máquina o, por el contrario generan ocupaciones cada vez más empobrecedoras y degradadas.

EMAIL: [mejiaac@chasqui.univalle.edu.co](mailto:mejiaac@chasqui.univalle.edu.co)

"La abstracción de producir hace además que el trabajo sea cada vez más mecánico, y permite que finalmente el hombre sea eliminado y ocupe su lugar una máquina".

Hegel, 1821.

## **INTRODUCCIÓN**

La presente investigación se ocupa de las formas de organización de los procesos de trabajo y de la calificación de los operarios de máquinas-herramienta de control numérico computarizado (CNC) en la empresa Alumina, situada en la zona industrial de Yumbo cercana a Cali en el Valle del Cauca y dedicada a la producción de bienes de consumo durables de aluminio. Se enmarca dentro de las indagaciones acerca de los cambios laborales ocurridos en el país por la introducción de nuevos modelos organizacionales e innovaciones tecnológicas en la industria y corresponde al campo de la Sociología Industrial.

La información básica aquí utilizada ha sido acopiada a través de entrevistas realizadas a ejecutivos, ingenieros, supervisores, programadores, operarios de control numérico computarizado (CNC) y correctores de matrices<sup>2</sup> y complementada con observaciones en planta, realizadas en la empresa mencionada durante el primer semestre de 1997.

En principio se destaca que como consecuencia de los procesos de difusión de tecnologías de base microelectrónica y de nuevas formas de estructuración del trabajo, relacionadas con las llamadas tecnologías blandas tendientes a modificar la estructura, las actitudes y las capacidades de los grupos sociales existentes al interior de las empresas, han sobrevenido en la estructura empresarial de la industria moderna del país, un conjunto de cambios sociales que pretenden intensificar la racionalización de las formas de producir y elevar la productividad con el objeto de lograr mayores grados de competitividad nacional e internacional.

La empresa objeto de estudio, ha participado del cambio social y tecnológico ocurrido en el país y en el Valle del Cauca, en un campo complejo que hace parte tanto de las tecnologías duras de punta, relacionadas con maquinaria y equipo de control numérico computarizado (CNC), como de tecnologías blandas de carácter organizacional, dentro de las que se cuenta el control total de calidad.

## **RESEÑA HISTÓRICA: EL APRENDIZAJE DEL OFICIO**

---

<sup>2</sup> Artesanos calificados vía experiencia, cuya labor consiste en perfeccionar manualmente matrices de acero que fabrica una máquina-herramienta operada con control numérico computarizado CNC.

Alumina cuenta con una plantilla de personal de 510 personas, distribuida en las siguientes plantas: fundición, extrusión, matricería, laminación y foil (principalmente papel aluminio), dedicadas a una producción cuya estrategia es de amplia diversificación<sup>3</sup>.

La empresa nació como filial de la compañía multinacional canadiense Alcan, que con el propósito de abaratar costos laborales se estableció en Cali en 1960. Una vez construida la planta, su dirección empresarial decidió que ante la ausencia de mano de obra calificada en la región, lo más conveniente era contratar a los trabajadores que habían construido el edificio, no obstante que por su origen campesino y su reciente migración, estaban apenas adaptándose a la vida en la ciudad y desconocían la disciplina de la fábrica<sup>4</sup>.

La planta inició su funcionamiento con 80 operarios que "*gracias a su inocencia campesina se dejaron entrenar*" en el desempeño de tareas básicas, que consistían en fabricar matrices de acero por métodos artesanales, que luego se usarán como molde para obtener como producto final, perfiles de aluminio por el método de extrusión<sup>5</sup>.

El procedimiento, cuyo principio básico es similar al que hoy se realiza con control numérico, consistía en horadar discos de acero de gran dureza, de unas 9 pulgadas de diámetro por 3 de espesor, utilizando como herramientas, fresas electromecánicas manuales, limas, cinceles, brocas, seguetas y martillos manuales corrientes. El aprendizaje de esta mano de obra sin calificación constituyó una labor sumamente difícil, ubicándose las mayores dificultades en el uso de instrumentos de medición como el metro o el pie de rey (especie de calibrador) y en la comprensión y el uso de pequeñas medidas como el milímetro.

En un período de entrenamiento que abarcó entre uno y tres años y que incluía llevar trabajo a casa, los noveles operarios llegaron a dominar la técnica de fabricación manual de matrices hasta elaborar piezas "*casi artísticas*", fundaron el taller de matricería de la empresa y se formaron como operarios de laminación.

El poder acumulado en el saber-hacer artesanal recién adquirido por los trabajadores, alcanzó tal importancia que sus salarios llegaron a superar los sueldos de los ingenieros, intentando además organizar ellos mismos el proceso de trabajo, fijando sus propios ritmos de labor y colocando en entredicho el control de la dirección empresarial, cuyos

---

<sup>3</sup> Los principales productos y aplicaciones son, en extrusión: tubería de riego, perfiles sólidos, perfiles para artículos promocionales, estructuras, ventanas y puertas, perfiles tubulares, stands, invernaderos, sillas, solariums, cabinas telefónicas, sillas para estadios, carrocerías, furgones. En laminación: pastillas para tubos colapsibles y aerosoles, discos para ollas y lámparas, lámina alfajor, tapas en aluminio, cubiertas en teja y tejas, lámina pilfer y tapa rosca. En Foil: foil para empaques laminados y papel aluminio.

<sup>4</sup> Entrevista con alto funcionario, asesor interno y cofundador de Alumina, Marzo, 1997.

<sup>5</sup> Ibid, entrevista citada.

ingenieros debían a veces hacer de operarios, creándose una situación *sui géneris* y de gran tensión interna.

La dirección, entonces a cargo de ingenieros canadienses de vasta experiencia en manejo de plantas similares en su país, se caracterizaba por el modelo autoritario clásico de relaciones industriales, propio del mundo industrial norteamericano en donde aún no era evidente la crisis del fordismo y el taylorismo<sup>6</sup>.

La creciente agitación sindical y política que acompañó al país de los años sesenta, encontró un terreno propicio en Alumina, en donde pronto se organizó un sindicato, realizándose una primera huelga en 1964, que fue seguida por otras. El conflicto entre las partes, motivado por el estilo empresarial mencionado, la ausencia de una cultura de negociación y la falta de experiencia, motivó un alto grado de radicalización que condujo a la empresa a una situación sin salida.

### **LOS EFECTOS NO ESPERADOS DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

La solución al conflicto social planteado provino del desarrollo de innovaciones tecnológicas descubiertas en la década del setenta no apoyadas en la ciencia, es decir no previamente conceptualizadas teóricamente desde la física o la química. Por serendipidad<sup>7</sup>, unos investigadores descubrieron que era posible perforar los discos de aceros especiales utilizados para la fabricación de matrices, mediante la elaboración de una pieza de grafito moldeada manualmente de acuerdo a un perfil requerido, a través de la cual se hacía pasar una corriente de baja intensidad.

Al acercarse el grafito al disco de acero, sin tocarlo pulveriza la sección del acero correspondiente a la forma del grafito, dejando un orificio similar al molde, haciéndose innecesaria la tarea de horadar el acero manualmente.

El nuevo proceso denominado electroerosión<sup>8</sup>, se difundió rápidamente en el campo de la extrusión del aluminio, método que a su vez consiste en que una prensa laminadora

<sup>6</sup> Acerca de esta crisis, anota Benjamin Coriat, que no se trataba solamente del papel de los movimientos de protesta y de la resistencia dentro de las fábricas a la cadena de montaje fordista y al taylorismo, sino de la creciente certeza de las direcciones empresariales de que estos métodos, habían llegado a un límite técnico que impedía seguir elevando la productividad, pues la cada vez mayor parcelación del trabajo en tareas muy desmenuzadas, exigía la creación de nuevos puestos de trabajo con el consiguiente aumento de las distancias físicas entre ellos, lo que implicaba que los productos semiterminados tuvieran que "viajar" durante un tiempo muerto, en el cual no se ejecutaba ninguna labor sobre ellos, de modo que los minutos ahorrados en un paso del proceso productivo, terminaban perdiéndose en otra fase del mismo. Coriat, Benjamin, (1991): *El Taller y el Cronómetro: Ensayo sobre el Taylorismo, el Fordismo y la Producción en Masa*. México: Siglo XXI Editores: 133-136.

<sup>7</sup> Categoría teórica creada por el sociólogo Robert Merton, basada en un cuento de Horace Walpole sobre las princesas de Serendip, según la cual, en el curso de una investigación pueden encontrarse resultados inesperados pero fructíferos.

<sup>8</sup> Observaciones en planta orientadas por el Supervisor de Matricería, Marzo de 1997.

presiona un lingote de aluminio precalentado a temperatura superior a 400 grados contra el orificio-perfil de la matriz-disco de acero, produciendo largas piezas de aluminio con la forma transversal del perfil, el que luego tendrá multiplicidad de usos en diversas industrias, principalmente en construcción y amoblamiento, para ventanería o divisiones modulares de oficina.

La electroerosión destruyó parcialmente el oficio de matricero artesanal, al convertir aparentemente en superfluas las destrezas y el saber-hacer adquirido por éste a través de una experiencia lenta y laboriosa. De este modo la fabricación de una matriz que antes duraba 40 horas, podía ser ejecutada ahora por una máquina en sólo 8 horas produciéndose un salto en la productividad de la planta de matricería, que a su vez se reflejó en la planta de extrusión fabricante de perfiles, haciéndola más eficaz y constituyéndose allí la ventaja competitiva de Alumina en el mercado nacional y en una porción del internacional.

Las nuevas máquinas absorbieron habilidades manuales que devinieron desuetas, banalizándose el oficio de modo que los artesanos perdieron su recién adquirido control que volvió a manos de la dirección, pues el avance técnico restauró la eficacia del antiguo orden establecido, lo que recuerda el papel de la tecnología al servicio del control social y muestra las, con frecuencia, perversas consecuencias del adelanto científico y técnico<sup>9</sup>.

De otro lado, en 1977 la firma canadiense vendió el 51% de sus acciones a inversionistas nacionales de modo que para 1985, cuando la empresa cambió su razón social por la que hoy se conoce, el capital era 100% nacional. Con la asesoría de la antigua compañía matriz y el soporte de un laboratorio de Investigación y Desarrollo (ID), ha adoptado una estrategia de innovación permanente y de diversificación de su producción, realizando ensanches para la fabricación de foil y penetrando con éxito el mercado del papel aluminio para usos domésticos<sup>10</sup>.

Dentro de esa política, ha mejorado sus productos introduciendo tres procesos patentados exclusivos consistentes en anodización a color usada en Europa y América y que permiten darle color al aluminio (champaña, oro, bronce, negro y plata), anodización

<sup>9</sup> Marx, luego de imputar a Andrew Ure, franco cinismo e ingenuidad, cita su *Philosophy of Manufactures* de 1835: "Esta máquina estaba llamada a restablecer *el orden* entre las clases industriales...Este invento vino a confirmar la tesis ya desarrollada por nosotros de que *el capital, cuando pone a su servicio a la ciencia, reduce siempre a razón, la mano rebelde del trabajo*. Marx, Karl (1973): *El Capital*, Volumen I, México: FCE: 362.

En Estados Unidos hacia 1850, uno de los agentes de ventas de segadoras McCormick hacía propaganda al producto, manifestando que parte de su misión consistía en "*liberar al agricultor de un montón de segadores borrachos que nos han molestado mucho*". David, Paul (1979): "La mecanización de la cosecha en el Medio Oeste antes de la Guerra". En Nathan Rosenberg (compilador) *Economía del Cambio Tecnológico*, México: FCE: 230, n. 16.

<sup>10</sup> Alumina (1996): Informe Social, pag. 2.

natural para aumentar la resistencia del metal a la corrosión y la abrasión, innovando además en procesos de pinturas electrostáticas con similar función<sup>11</sup>.

Al parecer, Alumina compete en el mercado nacional del papel aluminio con empresas como Aluminios Reynolds y en el campo de la perfilería con Industrias Lehner entre otras y exporta a países como Costa Rica, Venezuela, Ecuador y Perú. En 1988 obtuvo el Premio Nacional de la Calidad y actualmente se encuentra en un proceso de normalización con miras a obtener una certificación en Normas ISO-9000 que le asegure la penetración al mercado internacional principalmente europeo<sup>12</sup>.

## **INNOVACIÓN SOCIAL Y TECNOLÓGICA**

De acuerdo con una tipología elaborada por Urrea y Murillo, en la que se combinan estilos de dirección empresarial e innovaciones tecnológicas y sociales, Alumina se ubicaría en un espacio similar al de la firma CEAT General que analizan dichos autores, o sea que comparte la característica de haber realizado en los últimos años una combinación de cambios tecnológicos, concertación negociada y tecnologías sociales presentes en reorganizaciones del proceso de trabajo<sup>13</sup>. La diferencia radica en que la concertación negociada se produce aquí por medio de un pacto colectivo, en ausencia de organización sindical y negociación de convenciones colectivas.

Las innovaciones sociales adoptadas se relacionan con la modificación del estilo de dirección empresarial, la introducción de una política de Mantenimiento Productivo Total (MPT), la creación de grupos autónomos, la adopción de un sistema de normas de aseguramiento de la calidad, la formulación de una misión empresarial como declaración de principios y la modificación de la estructura organizacional existente, suprimiendo niveles jerárquicos y estableciendo un modelo de relaciones sociales internas que se refleja en un organigrama achatado<sup>14</sup>.

El estilo de dirección empresarial se modificó, estableciéndose una gerencia de puertas abiertas con visos de informalidad en la relaciones internas, que implicó la desaparición del modelo autoritario. La empresa no parece participar mucho de los llamamientos ideológicos directorales y empresariales, difundidos en el país y el mundo a raíz de la influencia de los métodos gerenciales japoneses, que convirtieron en moda la planeación estratégica, la reingeniería o el benchmarking<sup>15</sup>, mientras que el control total de calidad se institucionalizó como una herramienta correspondiente a la fase de racionalización que atraviesa el mundo de la moderna empresa.

---

<sup>11</sup> Ibid, pags, 13-16.

<sup>12</sup> Entrevista, Jefe de Selección y Desarrollo, Marzo de 1997.

<sup>13</sup> Urrea, Fernando, Murillo Guillermo (1993): "Nuevas Tecnologías, Estilos de Relaciones Industriales y Acción Sindical en la Gran Industria del Valle del Cauca". En Dombois, Rainer, López, Carmen (compiladores): *Cambio Técnico, Empleo y Trabajo en Colombia*. Bogotá: Fescol: 95,108,109.

<sup>14</sup> Entrevista citada, Jefe de Selección y Desarrollo de Personal, Marzo de 1997.

<sup>15</sup> Ibid.

## TECNOLOGÍAS DURAS

La tecnología de producción controlada por computador comprende un conjunto de diferentes técnicas cuyo elemento distintivo se caracteriza porque la producción física realizada por máquinas y equipo, es controlada por sistemas en los cuales los componentes microelectrónicos se aplican al manejo de funciones de procesamiento de información. Estas tecnologías han logrado en un lapso que comienza a mediados de la década de los setenta, pasar de la innovación radical a una amplia difusión y madurez<sup>16</sup>.

En ese contexto, el rasgo más notable de la estrategia innovativa de Alumina es la introducción de máquinas-herramienta de control numérico computarizado y sistemas CAD/CAM<sup>17</sup>, con el objeto de mantener su ventaja competitiva en el ramo de fabricación de matricería de acero para la elaboración de perfiles alumínicos, lo que expresa un cambio técnico de considerables proporciones en la planta de matricería y en general en la empresa.

Dicha planta cuenta con cerca de 6000 matrices de diseño exclusivo para la fabricación de los perfiles de cuya venta proviene más del 60% de los ingresos de la compañía, mercado que se ha venido asegurando gracias a la mayor calidad y diseño del producto terminado y que presenta la desventaja de un mayor precio al consumidor, al parecer relacionado con costos de producción.

Mantener la ventaja en este mercado depende de la perfección de las matrices fabricadas en la planta de matricería, la que se revela como el corazón estratégico del negocio y que se define como un departamento dotado de una filosofía de "servicio al cliente interno", por tener que suministrar bienes y servicios de alta calidad a la planta de laminación fabricante de perfiles. En otra palabras si las matrices no son perfectas, los perfiles serán defectuosos, afectándose negativamente la participación en el mercado<sup>18</sup>.

Los cambios registrados en esta empresa, hacen parte de un proceso de difusión de tecnologías de base microelectrónica, de control numérico (CN) y de máquinas-herramienta de control numérico computarizado (MHCN y CNC), registrado en la industria moderna colombiana principalmente a partir de la década de los ochenta, los que han generado diversas consecuencias sobre formas de organizar y calificar el trabajo de los operarios, principalmente en el campo de la metalmecánica.

## MAQUINA-HERRAMIENTA, CONTROL NUMÉRICO Y MICROELECTRÓNICA

<sup>16</sup> Sorge, Arndt (1985): "The Social and Industrial Context of Production Technology Advance in Europe". Paper, MERIT/University of Limburg, Maastricht, Netherlands, pag. 1.

<sup>17</sup> Esas máquinas son 2 centros de mecanizado, 2 tornos, 2 electroerosionadoras, (hilo y grafito) y una fresadora, todas operadas por CNC, la mayoría bajo el sistema CAD/CAM, (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing o diseño y manufactura asistidos por computador).

<sup>18</sup> Entrevista con el ingeniero Superintendente de Matricería, Marzo de 1997.

Quizá un breve esbozo histórico del desarrollo de estas tres ramas de la tecnología, que en sus comienzos progresaron de modo independiente, permita comprender mejor el momento de su convergencia hacia 1975, año alrededor del cual se inicia en el mundo, el perfeccionamiento y difusión de las máquinas- herramienta controladas numéricamente por computador.

**EL CONCEPTO DE MÁQUINA-HERRAMIENTA:** Marx adoptando un modelo evolutivo de la técnica similar al que introdujo Darwin para las especies animales y vegetales, desarrolla una definición clásica de máquina-herramienta señalándolas como "*herramientas mecánicas engranadas en un mecanismo*"<sup>19</sup>. Al respecto dice:

*"Si observamos un poco de cerca, la máquina-herramienta, o sea, la verdadera máquina de trabajo, vemos reaparecer en ella, en rasgos generales, aunque a veces adopten una forma muy modificada, los aparatos y herramientas con que trabajan el obrero manual y el obrero de la manufactura, con la diferencia de que, en vez de ser herramientas en manos de un hombre, ahora son herramientas mecánicas, engranadas en un mecanismo"... "Por tanto, la máquina-herramienta es un mecanismo que, una vez que se le transmite el movimiento adecuado, ejecuta con sus herramientas las mismas operaciones que antes ejecutaba el obrero con otras herramientas semejantes. El que la fuerza motriz proceda del hombre o de otra máquina no cambia para nada los términos esenciales del asunto. La herramienta se convierte de simple herramienta en máquina cuando pasa de manos del hombre a pieza de un mecanismo"*<sup>20</sup>.

Tal mecanismo es operado y regulado gracias a una fuerza motriz generada por vapor o energía eléctrica que se transforma en movimiento mecánico o control microelectrónico, haciendo que la herramienta conectada a una de esas fuentes de energía, multiplique su

<sup>19</sup> "En la manufactura, la revolución operada en el régimen de producción tiene como punto de partida la *fuerza de trabajo*; en la gran industria, el *instrumento de trabajo*. Hemos de investigar, por tanto, qué es lo que convierte al instrumento de trabajo de herramienta en máquina y en qué se distingue ésta del instrumento que maneja el artesano"... "Toda maquinaria un poco desarrollada se compone de tres partes sustancialmente distintas: el *mecanismo de movimiento*, el *mecanismo de transmisión* y la *máquina-herramienta o máquina de trabajo*. La máquina motriz es la fuerza propulsora de todo el mecanismo. Esta máquina puede engendrar su propia fuerza motriz como hace la máquina de vapor, la máquina de aire caliente, la máquina electro-magnética, etc., o recibir el impulso de una fuerza natural dispuesta al efecto, como la rueda hidráulica del salto de agua, las aspas del viento, etc. El mecanismo de transmisión compuesto por volantes, ejes, ruedas dentadas, espirales, fustes, cuerdas, correas, comunicaciones y artefactos de la más diversa especie, regula el movimiento, lo hace cambiar de forma cuando es necesario, transformándolo por ejemplo de perpendicular en circular, lo distribuye y transporta a la maquinaria instrumental: Estas dos partes del mecanismo que venimos describiendo tienen por función comunicar a la máquina-herramienta el movimiento por medio del cual ésta sujeta y modela el objeto trabajado. De esta parte de la maquinaria, de la máquina-herramienta, es de donde arranca la revolución industrial del siglo XVIII". Marx, Karl (1973): *El Capital*, Vol I. México: FCE: Pags 302 a 304.

<sup>20</sup> Ibid, pag, 304.

fuerza y haga más precisa su operación, lográndose mayor exactitud, potencia y velocidad en el desplazamiento de la herramienta sobre una pieza maquinada.

Las máquinas-herramienta accionadas por vapor se desarrollaron en Inglaterra, durante la Primera Revolución Industrial que abarca la segunda mitad del siglo XVIII y las primeras cuatro décadas del Siglo XIX, iniciándose luego su proceso de difusión hacia el resto del mundo. El mismo Marx de modo metafórico expresará la potencia y capacidad de este tipo de maquinaria enfatizando el factor de *control del movimiento*, elemento central en el debate sobre cualificación o decualificación de los trabajadores<sup>21</sup>.

El desarrollo de la electricidad, la reinención del acero y la aplicación de la química a la industria a partir de la segunda mitad del Siglo XIX fueron características de la Segunda Revolución Industrial. Acero y electricidad realimentaron la industria metalmeccánica mejorando máquinas-herramienta ahora operadas por energía eléctrica, las que gracias a su mayor potencia y velocidad de corte, mantuvieron su primado hasta época reciente. Máquinas-herramienta como cepilladoras, fresadoras, taladradoras o tornos se desarrollaron en Estados Unidos en relación con las necesidades de la industria textil, ferroviaria y de armamento<sup>22</sup>.

### ORÍGENES DEL CONTROL NUMÉRICO (CN)

El control numérico tuvo su origen en los telares para fabricar telas de seda inventados por Joseph Marie Jacquard en Lyon (Francia) en 1801, su funcionamiento se caracterizaba por el uso de una placa perforada -similar a una tarjeta perforada de computación- que permitía entretejer la seda de acuerdo a dibujos diseñados en esa placa<sup>23</sup> y su introducción despertó resistencia social, por su capacidad para asimilar habilidades artesanales y sustituir mano de obra.

---

<sup>21</sup> "Si nos fijamos en la parte de la *maquinaria empleada para la construcción de máquinas* que forma la *verdadera máquina-herramienta*, vemos que en ella reaparece, en proporciones ciclópeas, el antiguo instrumento manual. El operador de la *máquina perforadora*, por ejemplo, es un taladro gigantesco movido por una máquina de vapor, sin el que a su vez, no podrían producirse los cilindros de éstas, ni las prensas hidráulicas. El torno mecánico no es más que una reedición gigantesca del torno corriente, la máquina cepilladora una especie de carpintero de hierro, que trabaja en éste con las mismas herramientas que el carpintero usa para trabajar la madera; el mecanismo que en los astilleros de Londres corta la chapa, una gigantesca navaja de afeitar; el aparato que corta el hierro con la misma facilidad con que el sastre corta el paño, una tijera monstruo, y el martillo de vapor un simple martillo, pero de un peso tal, que no podría moverlo ni el dios Thor. Hay por ejemplo, un martillo de vapor inventado por Nasmyth que pesa más de 6 toneladas y se descarga con una caída perpendicular de 7 pies sobre un yunque de 36 toneladas. Este martillo pulveriza sin el menor esfuerzo un bloque de granito y es capaz al mismo tiempo, con una serie de golpes suaves, de clavar una aguja en un trozo de madera blanda." Marx, Karl (1973): *El Capital*, volumen I. México: FCE: 315.

<sup>22</sup> Rosenberg, Nathan (1979): *Tecnología y Economía*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili: 21-22.

<sup>23</sup> Derry, T, K, Williams, Trevor, I. (1984): *Historia de la Tecnología*. Volumen 2: 419, volumen 3: 834-835. México: Siglo XXI Editores.

Este sistema perfeccionado luego por Thomas Blanchard, que hacia 1818 ideó un método para copiar en madera formas irregulares como culatas de rifles u hormas de zapato por medio de un torno de su invención, fue adoptado con éxito por armerías nacionales de Estados Unidos como Springfield y Harper's Ferry, eliminando oficios de artesanos calificados que antes realizaban igual labor de modo manual y en mayor tiempo<sup>24</sup>.

De acuerdo con David Noble, sistemas más sofisticados para copiar piezas a través de sensores y cintas de papel fueron desarrollados desde principios de este siglo hasta fines de la Segunda Guerra Mundial en Alemania, Suiza y Estados Unidos, para resolver necesidades bélicas de las armadas y las fuerzas aéreas de los países desarrollados, que requieren de la elaboración de lotes pequeños de piezas y partes diversificadas de alta precisión y mínimas tolerancias, lo que se facilitó gracias al desarrollo del control numérico (CN)<sup>25</sup>.

Por medio de éste, es posible codificar y almacenar como información numérica en cintas de papel, tarjetas perforadas o medio magnético como cinta magnetofónica o diskette, cada movimiento que realiza una máquina-herramienta sobre una pieza o el diseño de la pieza misma, junto con la totalidad de su proceso de producción, incluyendo la habilidad del operario; todo ello descrito en detalle y convertido a un lenguaje formal abstracto y codificado generalmente matemático, que traducido usualmente por computador puede reproducirse después.

Así, los movimientos del operario se graban en el programa incluyendo habilidades y conocimiento tácito, de modo que al reproducir dicho programa, es posible extender el alcance y multiplicar las habilidades previamente copiadas, definiéndose, de acuerdo con Noble, el control numérico (CN) como un sintetizador abstracto de habilidades que torna innecesario al operario o un "operario automático que intenta realizar nuestras fantasías de control remoto y eliminación del error humano"<sup>26</sup>.

Harry Braverman por su parte, presenta el control numérico como la solución mecánica al problema de producir piezas en pequeños lotes, definiéndolo como el control que se realiza -generalmente por medio de un aparato de lectura de cinta perforada- sobre los movimientos de la herramienta o sobre el trabajo, empleando como orientación, números que representan distancias a lo largo de tres ejes y por medio de los cuales una herramienta puede ser guiada hacia cualquier punto en un sólido de tres dimensiones<sup>27</sup>.

---

<sup>24</sup> Rosenberg, (1979): Op. Cit: 28.

<sup>25</sup> Noble, David F. (1986): *Forces of Production: A Social History of Industrial Automation*. New York: Oxford University Press: 84, 85.

<sup>26</sup> Noble, Ibid.

<sup>27</sup> Braverman, Harry (1983): *Trabajo y Capital Monopolista: La Degradación del Trabajo en el Siglo XX*. México: Editorial Nuestro Tiempo, sexta edición: 230.

De forma sintética, Jeffrey Keefe definirá al control numérico como un término genérico que describe las máquinas controladas por tecnologías que usan codificación numérica.<sup>28</sup>

La microelectrónica a su vez, es resultado de la aplicación de accesorios miniaturizados de base electrónica como transistores o microprocesadores cuya materia prima es el silicio, en la fabricación de productos o en la generación de procesos técnicos. Su amplia difusión a campos como las telecomunicaciones, los computadores y la informática, ha implicado un profundo cambio en las formas de transmitir información, dando lugar a la llamada Tercera Revolución Industrial de inicios de los años cincuenta.

Estas tendencias han modificado las estructuras ocupacionales de buena parte de los países del mundo y aparecen ligadas al tránsito de una sociedad productora de bienes a una de suministro de servicios, generando mutaciones en el contenido del trabajo<sup>29</sup>.

Los procesos de fabricación en Alumina, constituyen un sistema sociotécnico que combina operarios calificados y artesanos tradicionales con control numérico, informática y microelectrónica en máquinas-herramienta, para dar lugar a formas flexibles de fabricación referidas tanto a la operación polivalente de las máquinas por trabajadores que las operan simultánea o secuencialmente, como a la versatilidad en la producción de piezas flexibles en cuanto a número y forma.

Por medio de computadores y a través de sistemas CAD/CAM, se diseñan y ejecutan programas de maquinado de piezas que son transmitidos por interfase a máquinas-herramienta que a su vez ejecutan las operaciones mecánicas contenidas en el software, sobre fragmentos de acero.

Antes de entrar en las consideraciones relativas a las conclusiones del estudio de caso, objeto del presente trabajo, parece conveniente tratar de ubicarlo dentro del debate global registrado en la Sociología Industrial, a propósito de la introducción de estas tecnologías.

## **EL DEBATE EN LA SOCIOLOGÍA INDUSTRIAL**

La discusión se centra en el tema de si la introducción del control numérico computarizado (CNC) en la industria, ha significado para los trabajadores un proceso de mayor calificación y enriquecimiento de sus puestos de trabajo y habilidades o si, por el contrario ha conducido a descalificación y empobrecimiento, tanto de las tareas como de

<sup>28</sup> Keefe, Jeffrey H. (1991): "Numerically Controlled Machine Tools and Worker Skills". In *Industrial & Labor Relations Review*, April-June, page, 2.

<sup>29</sup> Al respecto dice Touraine: "Nadie, supongo, ha defendido seriamente la idea de que entramos en una sociedad en la que a corto plazo los obreros se convertirán en una categoría carente de importancia" Touraine, Alain (1973): *La Sociedad Post-industrial*. Barcelona: Editorial Ariel. Pags,17 a 19, 69. Daniel Bell afirma que: "Una sociedad post-industrial se basa en los servicios. En consecuencia es un juego entre personas. Lo que cuenta no es la fuerza bruta, o la energía, sino la información". pag,152. Ver también Cuadro 1-1. Esquema general del cambio social, pag, 144. Bell, Daniel (1976): *El Advenimiento de la Sociedad Postindustrial*. Madrid: Alianza Editorial.

los puestos de trabajo, generando una situación de extrañamiento del operario respecto de su trabajo.

Al tocar estos temas, es fácil caer en el determinismo tecnológico que afirma que los cambios acaecidos en los grupos sociales están fatalmente determinados por la introducción de tecnología, debiéndose puntualizar que los artefactos tecnológicos son productos creados o modificados por la capacidad inventiva e innovativa del hombre, siendo por tanto parte de la cultura material creada por éste. No obstante ser creaciones humanas que pueden modificarse, en su interacción con los hombres poseen la capacidad de alterar conductas, estructuras y grupos sociales<sup>30</sup>.

Entre quienes sostienen de modo radical que las tecnologías de control numérico, han contribuido a degradar el contenido de los puestos de trabajo, creando una situación de descalificación en donde las habilidades, destrezas y en general el saber-hacer es descifrado para convertirlo en operaciones que puede realizar una máquina, se encuentra Braverman<sup>31</sup>. Expresamente afirma que el control numérico es usado para dividir el proceso en operadores separados, en donde cada uno representa mucho menos en términos de adiestramiento, capacidades y costos de trabajo por hora<sup>32</sup>.

Sobre la base de detallados estudios realizados por Bright<sup>33</sup>, entre los años cincuenta y sesenta, en donde éste concluye que la automatización tiene efectos contrarios sobre las calificaciones, Braverman insiste en que la situación de degradación de las calificaciones, depende de quien controla y organiza el proceso de trabajo en la sociedad capitalista<sup>34</sup>.

El trabajo citado de Noble desarrollará similares argumentos relativos a las bajas calificaciones requeridas por el CN, basándose en un detallado análisis de estudios y declaraciones de gerentes, inventores e investigadores<sup>35</sup> coincidiendo con Shaiken quien opina que el mecánico de CNC se convierte apenas en un monitor que vigila el proceso productivo en lugar de participar en él<sup>36</sup>, y James Childs consultor y presidente de la

<sup>30</sup> "Una máquina inerte es espíritu coagulado. Y sólo el serlo le da el poder de forzar a los individuos a servirla y de determinar el curso cotidiano de sus vidas de trabajo de modo tan dominante como es efectivamente el caso en la fábrica". Weber, Max (1977): *Economía y Sociedad*, volumen 2. México: FCE: pág, 1074.

<sup>31</sup> Op. Cit.: 233.

<sup>32</sup> Ibid: 234.

<sup>33</sup> Bright, James R. (1958): *Automation and Management*, Boston: Harvard University Press y (1968) "The Relationship of Increasing Automation and Skill Requirements" citados en Braverman: 220,251,252.

<sup>34</sup> Para el tema de las máquinas-herramienta y las calificaciones ver en Braverman, Harry (1983), Capítulo 9, "La Maquinaria", especialmente páginas 229 a 238 y 248 a 269.

<sup>35</sup> Noble, (1986): Op. Cit: 238 a 246.

<sup>36</sup> Shaiken, Harley (1984): *Work Transformed. Automation and Labor in the Computer Age*. New York: Holt, Rhinehart & Winston. Citado en Keefe, Jeffrey H. (1991): "Numerically Controlled Machine Tools and Worker Skills". In *Industrial & Labor Relations Review*, April-June, page, 2.

Sociedad de Control Numérico de Estados Unidos quien destaca el bajo requerimiento de calificación con el CNC<sup>37</sup>.

En contraste con lo anterior, otros autores afirman que el control numérico requiere altos niveles y amplias variedades en la calificación de la fuerza de trabajo, en donde las tareas rutinarias son reemplazadas por trabajos de gran complejidad y que la especialización flexible facilitada por estas nuevas técnicas, hace posible responder de modo rápido a las demandas muy diferenciadas de los clientes en el mercado<sup>38</sup>.

Keefe por su parte, valiéndose de una muestra tomada del Diccionario de Títulos Ocupacionales (DOT) de Estados Unidos, correspondiente a 57 empleos de mecánicos, aplicó un modelo matemático de regresión lineal, llegando a la conclusión de que en 30 años de difusión del control numérico, las calificaciones sólo se redujeron en un 1%, no significando gran impacto en la formación de los trabajadores<sup>39</sup>.

### **ESTUDIOS NACIONALES RELACIONADOS CON EL TEMA**

Los estudios nacionales sobre cambios sociales, ocurridos en relación con el paradigma tecnológico basado en microelectrónica, son recientes. Los relacionados de modo específico con MHCN y CNC, afirman que hacia 1983 la difusión de esta tecnología en la metalmecánica colombiana era prácticamente nula<sup>40</sup>.

Sin embargo, otros trabajos señalan evidencias empíricas de existencia de control numérico computarizado (CNC), bajo la forma de tornos programables por tarjetas perforadas, a partir de 1980<sup>41</sup> o desarrollan temáticas como la difusión de automatización programable en la metalmecánica colombiana registrando que de 44 empresas situadas en las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali y Bucaramanga, 20 operaban máquinas-herramienta de control numérico computarizado (MHCNC), 5 usaban CN y diseño asistido por computador (CAD), mientras la mayoría de las restantes planeaban adquirir esta tecnología<sup>42</sup>.

<sup>37</sup> Childs, James (1982): *Principles of Numerical Control*. New York: Industrial Press. Citado en Keefe: 2, 3. También Noble: 224, 225, 227, 228.

<sup>38</sup> Es el caso de Clark Kerr, Larry Hirschhorn, Charles Sabel y Michael Piore. Citados por Keefe: 3.

<sup>39</sup> Keefe, J. (1991): Op. Cit: 3-10.

<sup>40</sup> Boon, Gerard K. Mercado, Alfonso (1990): *Automatización flexible en la industria. Difusión y producción de máquinas-herramienta de control numérico en América Latina*. México: Editorial Limusa, Noriega, TSF: 162.

<sup>41</sup> Weiss de Belalcázar, Anita, Castañeda, Wigberto (1992): *Estrategias empresariales y diferenciación obrera: Estudio de una empresa metalmecánica*. Investigación sobre condiciones de trabajo en la industria colombiana. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Sociología, Segunda edición: 78.

<sup>42</sup> Moreno, Félix, Matamoros Martha, Gómez Víctor Manuel (1990): *La automatización programable en la metalmecánica colombiana*. Bogotá: Fedemetal, Junac, Fundación NCI, Tecnos: 85, 90.

Otro estudio realizado por Japan International Cooperation Agency (JICA) en 1990, anota que en esa fecha sólo 3 empresas de máquinas-herramienta, se encuentran registradas en el Incomex como fabricantes de tornos, con cifras de producción y exportación muy bajas y, quizá refiriéndose a la fabricación de tornos convencionales, señala que desde 1982 no se produce ninguno en el país<sup>43</sup>.

Entre tanto 8 compañías figuran como fabricantes de maquinaria de banco con producción anual de 2000 unidades aproximadamente, 4 empresas fabrican cizalladoras, 2 fabrican fresadoras, una fabrica dobladoras, mientras las taladradoras se importan en su totalidad<sup>44</sup>. Anota más adelante, que *en el corto plazo, aparece como prometedora la industria de reparación-modificación de máquinas-herramienta*<sup>45</sup>, siendo ésta la forma de producción de tecnología en los países subdesarrollados.

Aunque el estudio habla de fabricación de máquinas-herramienta, es probable que en muchos casos se refiera a ensamblaje o a fabricación de componentes nacionales, que constituyen una parte porcentual menor del producto terminado. En cuanto a MHCN y CNC, es posible que los componentes eléctricos o microelectrónicos solamente se ensamblen, aunque existe evidencia de reconversión de tornos electromecánicos convencionales a CNC, en pequeños talleres de Bogotá.

Algunos estudios referidos a automatización industrial, indagan por las principales innovaciones tecnológicas de base microelectrónica introducidas en la industria colombiana en los cinco años anteriores a 1987, destacándose que han aparecido máquinas electroerosionadoras de control numérico para la fabricación de moldes y troqueles así como tornos, fresadoras y centros de maquinado. El estudio intenta establecer si esta tecnología se concentra en la profundización de antiguos procesos o productos o se expande hacia otros nuevos, favoreciendo ésta última conclusión y destacando que la industria de autopartes lidera el proceso innovador en la incorporación de este tipo de avances<sup>46</sup>.

En cuanto a las calificaciones de los operarios destaca la rigidez formal de la estructura ocupacional colombiana, combinada con cierta flexibilidad real que implica que los ingenieros deban intervenir en las labores de programación e incluso control de operación de las máquinas. Igualmente registra que el entrenamiento en la operación de esta nueva tecnología viene siendo impartido por las casas vendedoras y distribuidoras de la misma,

---

<sup>43</sup> Japan International Cooperation Agency (1990): *Informe resumen del estudio sobre el desarrollo de las industrias metalmeccánicas de microescala, pequeña y mediana escala en la República de Colombia*. Tokio, Septiembre: pags,19-20.

<sup>44</sup> Ibid, 1990: 19, 20.

<sup>45</sup> Ibid, 1990: 41. Las cursivas son mías.

<sup>46</sup> Ayala, Ulpiano, Bernal, María Elisa, Méndez, Juana (1987): "Aspectos sobresalientes de la automatización industrial en Colombia y su impacto sobre el empleo". En *Desarrollo y Sociedad*, No. 20, Septiembre, Bogotá: Centro de Estudios CEDE sobre Desarrollo Económico, Facultad de Economía, Universidad de los Andes: 27 a 30.

mientras que en la forma de organización del trabajo se observa el aumento de la versatilidad de los equipos de maquinaria, que exigen nueva formación básica de los operarios de mayor calificación y mayor rotación en los puestos de trabajo de los menos calificados<sup>47</sup>.

En torno a la controversia sobre si este tipo de máquinas genera calificación o descalificación de la fuerza de trabajo, el estudio citado remite a observaciones de Urrea en donde parece favorecerse la impresión de una mayor polarización de los trabajadores surgidas de mayores exigencias de calificación requeridas por ingenieros y técnicos y menores para operarios y ayudantes, lo que llevaría a mayor desigualdad en los ingresos salariales<sup>48</sup>. El mismo estudio señala que en el país no existen centros de entrenamiento en este tipo de técnicas lo que se suple mediante adiestramiento en el puesto de trabajo.

Los estudios de Urrea, presentan evidencia acerca de las modificaciones en la estructura social interna de los ingenios azucareros en el Valle del Cauca, en donde se combinan innovaciones técnicas y organizacionales y se difunde una amplia gama de controles de base microelectrónica que racionaliza las distintas fases del proceso de flujo continuo de fabricación del azúcar, los cuales presentan su forma más acabada en la aparición de salas como las de talodura o talofiltrado equipadas con este tipo de controles y atendidas por un sólo operario<sup>49</sup>

Se registra evidencia de desaparición masiva de puestos de trabajo en los sectores menos calificados y el aumento de calificaciones en los procesos más avanzados ligados a los dos tipos de innovaciones referidas. Uno de sus trabajos más importantes es el relativo a la difusión de microelectrónica en las distintas ramas del sector moderno de la industria colombiana y el impacto de dicha difusión en el empleo y las calificaciones de los operarios<sup>50</sup>.

Merece mención el trabajo de Peña que sintetiza el debate internacional, presentando en detalle las posiciones de teóricos europeos y norteamericanos en torno al CNC y las calificaciones, siendo quizá el mejor resumen de la discusión, en un nivel similar al de Keefe<sup>51</sup>. Por otra parte, Zerda presenta un panorama general de las nuevas tecnologías y de la discusión arriba reseñada aportando importantes referencias bibliográficas<sup>52</sup>.

---

<sup>47</sup> Ibid: 35.

<sup>48</sup> Urrea, Fernando (1985): "Efectos del Cambio Tecnológico sobre la Fuerza Laboral a nivel de la estructura ocupacional y la organización del Trabajo en el Valle del Cauca". Citado en Ibid: 36.

<sup>49</sup> Urrea, Fernando (1987): "Competencia y cambio técnico en el sector azucarero en la década del 80". En *Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural*. No. 19, Segundo Semestre: 14,15,18-23.

<sup>50</sup> Urrea, Fernando (1988): "El impacto de la microelectrónica e informática sobre la organización del trabajo, el empleo y los niveles de calificación en diversas actividades del sector moderno en Colombia". En *Educadores e Informática: promesas, dilemas y realidades*. Bogotá: Serie COLCIENCIAS 2: 237-277.

<sup>51</sup> Peña, Margarita (1988): "Nuevas Tecnologías, Calificación Ocupacional y Necesidades de Formación en la Secundaria". En *Educadores e Informática: Promesas, Dilemas y Realidades*. Bogotá: Serie Colciencias 2: 216-232.

<sup>52</sup> Zerda, Alvaro (1992): *Apertura, Nuevas Tecnologías y Empleo*. Capítulo 2, Bogotá: Fescol.

## DIFUSIÓN DE MAQUINAS-HERRAMIENTA DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO CNC

Se define la difusión como el proceso mediante el cual se divulga una innovación y el proceso de difusión como la divulgación de una idea o una tecnología nueva desde su fuente de invención o creación hasta sus últimos usuarios o adeptos<sup>53</sup>.

Los estudios internacionales más importantes acerca de la difusión de este tipo de máquinas son los realizados por Sorge, en los que se registra cómo en tecnología, no siempre los que innovan primero se llevan los frutos de la comercialización de sus inventos y crean una ventaja competitiva.

Sorge muestra cómo a pesar de ser Inglaterra y Estados Unidos, países pioneros en investigación y desarrollo de MHCN y CN (Control Numérico), han perdido su predominio debido a la innovación incremental que significó pasar a mediados de la década del setenta, desde las máquinas de control numérico operadas y controladas electromecánicamente a máquinas de control numérico computarizado (CNC) de base microelectrónica, situación que ha obrado en beneficio de países como Alemania, Japón, Italia, Francia, España e incluso Portugal<sup>54</sup>.

Tal brecha parece acentuarse debido a la creciente participación en esa industria de países como Japón y Taiwan que exportan máquinas pequeñas, versátiles, fáciles de programar y mantener, baratas y adecuadas para pequeños y medianos talleres, registrándose que además hacia 1981, los japoneses controlaban el mercado de pequeño equipo de CNC en los Estados Unidos, país pionero del CN<sup>55</sup>.

Respecto de Colombia, en Noviembre de 1996 se realizó en Bogotá, el Primer Foro Nacional de Control Numérico cuyo objetivo consistió en "identificar y valorar el impacto que esta tecnología ha tenido en el país, en el sector industrial y las necesidades insatisfechas de los usuarios"<sup>56</sup>. El establecimiento de los patrones de difusión de este tipo

<sup>53</sup> Rogers, Everett M. (1966): *Elementos del cambio social en América Latina: Difusión de innovaciones*. Bogotá: Ediciones Tercer Mundo, Facultad de Sociología Universidad Nacional: 28.

<sup>54</sup> Sorge, Arndt (1991): Diferencias europeas en la difusión y modo de utilización de la tecnología de producción controlada por computador. Ponencia Seminario Internacional sobre Modernización Empresarial y Cambios en las Relaciones Industriales en Países de América Latina y Europa. La Vega Cundinamarca, abril, pags, 7 a 10.

<sup>55</sup> Sabel, Charles, Piore, Michael (1990): *La Segunda Ruptura Industrial*. Madrid: Alianza Editorial: 311-315.

<sup>56</sup> El evento organizado por el SENA, El Centro Colombo Italiano Américo Vespucci, el Programa de la Comunidad Europea y del Gobierno Colombiano para la innovación industrial y tecnológica-InnoTech, universidades y firmas distribuidoras de máquinas como Imocom y Pantécnica, contó con asistencia de representantes de cerca de sesenta (60) empresas de distinto tamaño (grandes, medianas y pequeñas) que usan este tipo de máquinas. En el se realizaron siete (7) talleres: 1- Manufactura de CNC. 2- Utilización de la herramienta de corte en los procesos de manufactura con CNC. 3- Impacto tecnológico del diseño computarizado en las pruebas de manufactura de CNC. 4- Metrología y control de calidad en

de tecnología, en espacio y en tiempo, depende de la construcción de indicadores que se apoyen en bases de datos confiables, particularmente en un censo de máquinas de CNC, tarea que compromete al SENA.

## **ORGANIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO ENTRE LOS OPERARIOS DE LA PLANTA DE MATRICERÍA DE ALUMINA**

En la metalmecánica, el proceso de trabajo puede definirse como el conjunto de transformaciones a que somete un grupo de operarios, una pieza de metal a su paso por diferentes puestos de trabajo empleando para ello herramientas y máquinas. También puede verse como el conjunto de interacciones sociales y técnicas que se producen entre los hombres y entre estos, las máquinas y las herramientas, para la transformación de una pieza de metal.

**UN SISTEMA DE FABRICACIÓN FLEXIBLE:** De acuerdo con Ebel, los sistemas de fabricación o manufactura flexibles, consisten en un nuevo modo de concebir y organizar la producción, posible gracias al avance de las técnicas de información, el control numérico, las técnicas de medición y la robótica<sup>57</sup>.

La característica principal del sistema es su flexibilidad, entendida como la posibilidad de manejar y reajustar automáticamente las máquinas-herramienta y las piezas mediante control por computadora, posibilitando elaborar una amplia gama de ellas, lo que significa que esta flexibilidad permite resolver el problema de fabricar piezas de gran diversidad y su trabajo en lotes pequeños<sup>58</sup>.

La producción de la planta de matricería de Alumina puede definirse como un sistema de manufactura flexible, dado que la forma de organización del trabajo, integra tanto la informática como el control numérico y flexibiliza la producción, ajustándola de modo permanente a la producción de pequeñas series de piezas bajo la forma de discos de acero de 9 pulgadas, caracterizados por su gran diversidad, existiendo cerca de 6000 matrices para perfiles diferentes y se enmarca dentro de la tendencia hacia la fábrica automática con un alto nivel de sustitución de trabajo vivo por trabajo de máquina.

No quiere decir esto último, que a partir de la llegada hacia 1988 del CNC a la planta de matricería, se pueda afirmar que se produjo desempleo tecnológico, es decir eliminación masiva de puestos de trabajo, pues la planta generalmente ha contado con un número de operarios que oscila alrededor de 25. Lo que ocurre es que la creciente demanda de perfilería ha sido cubierta, sin recurrir a la contratación de nuevo personal de planta e innovando tecnológicamente es decir introduciendo CNC, de modo que los puestos de

---

el proceso de manufactura. 5- Mantenimiento de MHCN. 6- Negociación de tecnología de CNC. 7- Productividad y competitividad.

<sup>57</sup> Ebel, Karl-H (1985): "Consecuencias Sociales y Laborales de los Sistemas de Fabricación Flexibles". En *Revista Internacional del Trabajo*, vol. 104, número 2, abril-junio, pag, 175.

<sup>58</sup> Ibid.

trabajo potenciales, no se crearían por el sesgo ahorrador de mano de obra que presenta casi toda tecnología.

El proceso de trabajo en la planta de matricería se inicia con el corte en secciones de un cilindro de acero por medio de una sierra horizontal operada por electricidad, no requiriéndose en esta fase de un operario calificado, limitándose la operación al encendido y apagado de la sierra, al retiro del material cortado y a la vigilancia esporádica sobre su funcionamiento, de modo que el puesto carece de operario fijo.

A continuación las piezas allí obtenidas son sometidas a operaciones de fresado y torneado en tornos, fresas y centros de mecanizado de CNC, operados por 3 torneros de la sección de mecanizado, que ejecutan un programa de computador, recibido por interfase, es decir desde el computador de la oficina de diseño hasta el computador ensamblado en la máquina herramienta. La operación originada en la oficina de diseño por uno de dos programadores existentes, da como resultado un disco de acero con un alto grado de perfección.

Paralelamente, por un proceso similar en otra máquina CNC, un operario de la sección de electroerosión recibe un programa para mecanizar una pieza en grafito que tomará la forma del orificio de uno de los perfiles requeridos, luego de lo cual la pieza de grafito por la que, como se dijo arriba, se hace pasar una corriente eléctrica de baja intensidad, se coloca sobre el disco de acero que elaboró la sección de mecanizado. Aunque el grafito no toca el acero, lo pulveriza en la parte correspondiente a la matriz, atravesándola y dando lugar a la pieza clave de la producción del perfil de aluminio.

Similar labor puede realizarse en una electroerosionadora CNC de hilo, en donde la función del grafito es reemplazada por un hilo de bronce cobrizado, empleándose unas ocho horas, para que una vez que la matriz se encuentre lista y casi perfecta, pasa a la fase siguiente.

### **PERSISTENCIA DEL ARTESANO**

Luego de pasar la pieza por sofisticadas máquinas-herramienta de control numérico computarizado, ésta llega donde un operario cuyo oficio se denomina corrector de matrices, que la examina ya no por medio de control numérico computarizado, sin pantalla y sin interfase. Más bien recorre por las ranuras de la matriz unos alambres (galgas) de diferente calibre, mira la pieza por diferentes ángulos y de acuerdo con su saber-hacer artesanal, decide limar manualmente las paredes internas del orificio, valiéndose de una lima similar a las corrientes, pero revestida de polvo de diamante y de una fresa electromecánica manual.

Por medio de este procedimiento artesanal, la matriz llega a su mayor grado de perfección y está lista para pasar a la planta de extrusión en donde, como se anotó, por medio de una prensa se presiona sobre ella un lingote de aluminio precalentado, que al

pasar por el orificio de la matriz da lugar a perfiles de unos 50 metros de longitud listos para la venta.

Si la matriz no ha sido perfeccionada de manera artesanal por el corrector, la forma del perfil presentará irregularidades que implican pérdida de tiempo, de materia prima y un producto mal terminado<sup>59</sup>. Se deduce de aquí, que el puesto del artesano con su saber-hacer adquirido por vía de la experiencia juega un papel estratégico, tanto en la producción como en el control de la calidad del perfil terminado y que en esencia, es éste quien da el toque definitivo y el visto bueno al producto en su fase última de elaboración.

La totalidad de las matrices debe ser corregida por el artesano, capaz de distinguir en el momento de iniciación del proceso de extrusión del perfil los defectos que presenta la matriz, de modo que si este puesto de trabajo fuera eliminado, no habría forma de fabricar perfiles con altos estándares de calidad ni posibilidad de competir en el mercado, encontrándonos ante un caso de perfecta combinación entre una tecnología sumamente sofisticada y un oficio artesanal que no desaparece y que por el contrario se encuentra articulado en alto grado con los procesos de tecnología de punta descritos.

Por otra parte, ésta sería una muestra de cómo, con la aparición de una nueva tecnología, la anterior no desaparece sino que continúa perfeccionándose. No hay una clara explicación de porqué, con un alto grado de automatización, el producto deba ser terminado a mano, atribuyéndose a desgastes de la máquina que son difíciles de descubrir máxime si éstas son nuevas. Por otro lado, plantas visitadas por correctores de matrices de Alumina en Brasil, filiales de Aluminios Alcan utilizan el mismo sistema, dándose por supuesto que lo mismo ocurre con las plantas de la casa matriz en Canadá. Así, el CNC no parece haber llegado en este campo a un grado de madurez que le permita prescindir del trabajo artesanal.

A partir de lo anterior se establece quizá la más importante conclusión de la presente investigación, consistente en mostrar -en un caso específico-, la mutua e inevitable interdependencia de dos modelos tecnológicos cuyas bases sociales y técnicas se han bifurcado hace tiempo, uno de ellos altamente automatizado y el otro de carácter típicamente manual y artesanal, los cuales presentan a la vez rasgos complementarios y contradictorios.

Se conocen dos evidencias empíricas en el mismo sentido, una de ellas relacionada con la existencia del oficio artesanal de refinador químico que en una planta de fabricación de aceites vegetales en Bogotá, a través de observación empírica determina si el aceite alcanzó su punto óptimo<sup>60</sup> y el otro en los tachos de elaboración de azúcar de los ingenios azucareros en donde un "artesano del grano" rodeado de controles microelectrónicos,

---

<sup>59</sup> Entrevista con corrector de matrices y observaciones en planta de matricería de Alumina, Junio de 1997.

<sup>60</sup> López, Carmen, Castellanos, Gina (1992): *Arbitrariedad y Benevolencia en el Trabajo Industrial: Estudio en una Empresa de Alimentos*. Bogotá: Departamento de Sociología, Universidad Nacional: 60-64.

determina a través del tacto, la vista y el gusto, si el azúcar logró su punto de cristalización, valiéndose también de un microscopio<sup>61</sup>.

Cuanto más alto es el nivel tecnológico de una planta, mayor el número de destrezas humanas incorporadas en las máquinas y tanto más difícil encontrar en ella oficios artesanales, lo que puede significar que sólo se espera que una tecnología dada madure para que uno o varios oficios asociados a ella se modifiquen o desaparezcan. No obstante esta condición puede ser objeto de una mirada distinta, valiéndose de teóricos como Sabel y Piore.

Según ellos, la manufactura flexible y el control numérico, estarían dando lugar a la reaparición del artesano que quedó relegado en la primera ruptura industrial iniciada en el Siglo XIX y que condujo a la aparición de la producción de piezas estandarizadas, del taylorismo, el fordismo y la producción de masa.

De acuerdo con Proudhon y en oposición a Marx, estos autores sostienen que las máquinas en lugar de descalificar, contribuyen a la creación de nuevas destrezas, y que en vez de dividir el trabajo hasta desmenuzarlo, pueden contribuir a reintegrar lo que en el artesano estaba unido, es decir la labor de concepción y la de ejecución de un trabajo. Sólo faltaría la institucionalización de una nueva forma de organización del trabajo y un sistema de cooperación que privilegie la competencia presente en el campo de la innovación tecnológica<sup>62</sup>.

Aunque Braverman se sitúe en la "extrema izquierda" de este debate, sus argumentos parecen coincidir con los de sus contradictores en este punto<sup>63</sup>.

Es necesario advertir sin embargo, que a partir del caso de recombinação de artesanía y alta tecnología que nos ocupa, es prematuro intentar generalizaciones teóricas, por tratarse de una experiencia de carácter puntual, que debe ser objeto de un mayor análisis soportado por mayor evidencia empírica.

Por otra parte, la adopción de las máquinas CNC en Alumina, no ha sido un proceso homogéneo y con un claro corte en el tiempo, observándose que las siete máquinas han llegado espaciadamente entre 1988 y 1996, lo que no ha significado una alteración brusca

---

<sup>61</sup> Entrevista a operario de tachos de elaboración de azúcar, Ingenio Central Castilla, 1995.

<sup>62</sup> Sabel, Charles, Piore, Michael (1990): Op. Cit.: 27, 31, 44-45, 69, 380, 409.

<sup>63</sup> "Un sistema automático de maquinaria abre la posibilidad del control verdadero sobre una fábrica altamente productiva por un grupo relativamente pequeño de obreros, proporcionando a estos obreros el logro del nivel de dominio sobre la maquinaria ofrecido por conocimientos de ingeniería y proporcionándoles la posibilidad de repartirse entre ellos las rutinas de operación, desde las tareas más técnicamente avanzadas hasta las más rutinarias. Esta tendencia a socializar el trabajo, y hacer de él una cuestión de ingeniería en un alto nivel de logros técnicos, es considerada abstractamente, una característica más sorprendente de la maquinaria que cualquier otra en su estado totalmente desarrollado". Braverman, Op. Cit: 269.

de la organización del proceso de producción en planta, en términos de la redefinición de los contenidos de los puestos de trabajo o de fuerte rotación de mano de obra.

Pero sí es posible observar una profundización en el proceso de adquisición de las nuevas destrezas necesarias, sin que esto signifique mutaciones traumáticas gracias a la actitud abierta de los operarios frente a las nuevas técnicas. Cada nueva máquina comienza a ser operada por uno o varios operarios que se entrenan en el SENA, pero que conocen ya los principios básicos de su funcionamiento<sup>64</sup>.

### **HIBRIDACIÓN DE TRADICIONES TECNOLÓGICAS**

Por otra parte, las rigideces en la calificación que pudieran presentarse por el uso de máquinas provenientes de un sólo país de origen se compensan con la diversidad de orígenes encontrados en Alumina, lo que a su vez crea problemas diferentes inherentes a la heterogeneidad del parque existente.

La ventaja de operar maquinaria que forma parte de tradiciones tecnológicas diversas, se orienta en el sentido de que una vez conocidos los principios básicos de funcionamiento, puede darse mayor versatilidad a las destrezas del operario, cualificarlo mejor en cuanto a la programación de las máquinas y eventualmente realizar mejoras, adaptaciones y modificaciones, inicialmente al software y luego al equipo, hibridación tecnológica que constituye quizá, el único aporte del Tercer Mundo a la creación de tecnología<sup>65</sup>.

### **CALIFICACIÓN DE OPERARIOS DE CNC DE LA PLANTA DE MATRICERÍA**

Los operarios de máquina-herramienta de CNC entrevistados, son en su mayoría egresados de instituciones técnicas en donde destaca el Instituto Antonio José Camacho, cuyos bachilleres técnicos gozan de prestigio en el mercado de trabajo metalmecánico de la región por su formación en metalmecánica y en matemática. Luego de graduarse como bachilleres técnicos, reciben formación en control numérico en el Centro Industrial del SENA de Salomia en Cali, ya sea por cuenta propia o con el patrocinio de empresas de la región.

Para acceder a la formación en CNC, los aspirantes deben tener grado de bachiller técnico o clásico y contar con Certificado de Aptitud Profesional (CAP) del SENA. La formación del SENA en el concepto de los operarios CNC, del ingeniero mecánico que

---

<sup>64</sup> "Si aprendo a manejar en un auto Renault-4, conociendo la forma de funcionamiento del automóvil, estaré habilitado para manejar un vehículo más grande o más moderno". Entrevista operario de mecanizado CNC, Alumina, Junio, 1997.

<sup>65</sup> Las máquinas empleadas en Alumina, son originarias de Estados Unidos, Japón, Taiwan, Alemania y España.

dirige la planta y de la jefatura de selección de personal de la empresa, cumple de modo suficiente con las expectativas de desempeño esperado, observándose similar opinión en los ingenios azucareros, lo que contrasta con autorizadas opiniones de los gremios industriales del país y de estudiosos del tema<sup>66</sup>.

Volviendo a la planta, a pesar de que en un principio, la labor en la máquina CNC se encontraba integrada, de modo que un sólo operador podía programarla en el sitio de trabajo sobre la base de un plano, luego de lo cual ejecutaba la pieza, el proceso se desintegró, separando la labor de programación para colocarla en una oficina especial.

La desintegración del proceso en esta fase, la más avanzada respecto de la operación de tecnología de punta, significa el retorno a una división del trabajo de corte taylorista, en el que desde un lugar se realizan las funciones de concepción y programación que luego se ejecutan en otro sitio, lo que supone descalificación y pérdida de riqueza del puesto de trabajo de tornero CNC. Braverman señala que es posible mantener la labor de programación y de ejecución integradas en este punto, pero que las urgencias de control empresarial y la tendencia a desmenuzar tareas lo impiden.

Dos programadores de computador elaboran, modifican o ejecutan programas de software, incluyendo diseño, reproducción y simulación en pantalla, de piezas a ser maquinadas, cuyo comportamiento puede ser controlado previamente, siendo posible desde allí fijar y corregir parámetros de medida. El programador también simula el uso del herramienta más adecuado para el mecanizado de la pieza que tiene en pantalla y que a veces puede alcanzar hasta 10 herramientas distintas según su complejidad.

El hecho de que todo ello ocurra en la realidad virtual nos coloca ante la aparición de nuevos oficios que redefinen el contenido del puesto de trabajo, en el que no se requieren ya habilidades manuales sino capacidad abstracta y en los que no se trabaja sobre objetos tangibles sino sobre simulaciones de la realidad. No obstante venir el diseño de las piezas en programas de computador, el programador requiere de una alta interacción con los operarios de CNC a pesar de lo cual, se plantean aquí importantes interrogantes acerca de las mutaciones ocurridas en la naturaleza misma del trabajo industrial.

El trabajo realizado allí requiere creatividad porque además de ejecutarse el software suministrado por proveedores, deben programarse piezas en donde se utilizan

---

<sup>66</sup> Incluye materias como introducción al CNC, programación de torno, fresa y centros de mecanizado CNC, herramientas para máquina CNC, matemáticas (cálculo diferencial e integral, trigonometría), informática aplicada (hardware, software, DOS), dibujo CAD, geometría (analítica, dibujo geométrico, lectura de planos) inglés técnico, física y química aplicadas (neumática, hidráulica, electromagnetismo, lubricantes), siderurgia, metodología de investigación, control de calidad, metrología, ética, educación física, visita a empresas y proyecto escrito. El SENA capacita en CNC, operarios de las siguientes empresas del Valle del Cauca: Good Year, Fanalca, Gillette, Alumina, Campeador, Metalmecánica Lucena, Daesa, Andina de Herramientas, Colpozos, Mecanitec y Metalmecánica Garcés. FUENTE: Entrevistas Jefe e Instructor CNC, Centro Industrial SENA, Cali, Marzo, 1997.

conocimientos matemáticos para realizar cálculos trigonométricos, diseñar, dibujar y calcular resistencias de materiales para escoger el tipo de herramientas que la máquina usará, fijar velocidades de corte, utilizando además un conjunto de destrezas que hacen parte de un conocimiento implícito difícil de decodificar.

Además de simular la pieza, pueden ejecutarla una vez que se ha cargado la máquina y se ha definido el número y secuencia de las herramientas a utilizar en su mecanizado. Es éste un puesto de trabajo que cuenta con prestigio asociado a la tecnología de punta usada y al conocimiento requerido, por lo que genera satisfacción y goza de remuneración adecuada, además de realizarse en lugar cómodo, alejado de manipulación directa de materias primas, herramientas o máquinas, disminuyéndose el riesgo de accidentes.

En un proceso de polarización de calificaciones, este puesto de trabajo ocuparía las escalas superiores, dado su enriquecimiento permanente a través del amplio rango de posibilidades arriba señaladas, no implica realización de labores monótonas, mecánicas, repetitivas y empobrecedoras propias del taylorismo o el fordismo y aunque existan rangos de tiempo durante los cuales deban ejecutarse los programas, no se perciben presiones excesivas. Todo ello genera sentimientos de satisfacción y pertenencia que refuerzan la identidad y autoimagen de los portadores de esas habilidades<sup>67</sup>.

Lo anterior parece encajar con el importante papel que Sabel y Piore le confieren en la manufactura, al computador como herramienta de reintegro del oficio, sin que sea aún posible aventurar a partir de allí conclusiones definitivas para estos programadores<sup>68</sup>.

Estos programas denominados CAD (diseño asistido por computador), son el paso previo para realizar CAM (manufactura asistida por computador) y con el fin de que la pieza de acero sea ya no virtual sino realmente maquinada, el programador envía por interfase, desde su computador en la oficina de programación hasta el computador de una cualquiera de las máquinas CNC, el diseño requerido.

El programa, una vez recibido desde el computador de uno de los dos programadores, es revisado por uno de cuatro operarios que manejan dos electroerosionadoras CNC, o por dos que manejan sendos centros de mecanizado CNC (máquina que integra torno y fresa). Pudiera pensarse que para desempeñar ese puesto de trabajo bastaría con una mínima calificación, consistente en que estos torneros luego de encender y cargar la

---

<sup>67</sup> Entrevista a programadores, Oficina de Programación, Alumina, marzo 12 de 1997.

<sup>68</sup> "El ordenador es una máquina que satisface la definición marxista de la herramienta del artesano: es un instrumento que responde a las capacidades productivas del usuario y que las amplía. Resulta, por lo tanto, tentador sumar las observaciones de los ingenieros y los etnógrafos a la conclusión de que la tecnología ha terminado con el dominio de las máquinas especializadas sobre los trabajadores no cualificados y poco cualificados y ha reconducido el avance por la senda de la producción artesanal. La llegada del ordenador devuelve al hombre el control del proceso de producción; la maquinaria queda de nuevo subordinada al operario". Sabel, Ch., Piore, M. (1990): Op. Cit: 374.

máquina colocando en ella la pieza de acero, teclearan unos cuantos comandos y una vez terminada la operación de mecanizado, retiraran el material y la apagarán.

Lo anterior implicaría que el tornero CNC habría entrado en un proceso de descalificación en donde perdería gran parte de sus destrezas, ahora decodificadas y transferidas al programa computarizado de la máquina y por tanto obsoletas. Sin embargo, para operar una máquina CNC, se requiere una amplia gama de conocimientos y destrezas adquiridas sobre la base de una suma considerable de capital humano resultante de la combinación de años de experiencia y escolaridad.

En el caso de la sección de mecanizado, el operario una vez recibe el programa desde la oficina de diseño, procede a revisarlo y con cierta frecuencia, discute con el programador acerca de errores en el diseño de la pieza y mejores formas de hacer el trabajo pudiendo modificar el programa recibido mediante ajustes.

Puede crear también sus propios programas en el computador inserto en su máquina y luego proceder a mecanizar, para lo cual debe establecer parámetros que implican decisiones soportadas en conocimientos relativos a resistencia de materiales, velocidades y profundidades de corte o avances de la herramienta sobre la pieza y duración del torneado, como requisito para escoger herramientas<sup>69</sup>.

En uno de los casos, el operario de torno CNC debe programar su máquina en el sitio de trabajo, sin otra relación con la oficina de diseño que los planos que diariamente se le suministran a través del supervisor, observándose mayor autonomía en su desempeño por cuanto debe interpretar el plano, traducirlo a un lenguaje de máquina y realizar buena parte de las funciones descritas en el párrafo anterior.

Por otro lado, los cuatro operarios de electroerosionadoras CNC, dotados de calificaciones similares a los anteriores, deben realizar tareas de mayor responsabilidad y creatividad para el diseño de perfiles en grafito valiéndose del computador y del material de grafito, repitiéndose la misma operación en la electroerosión por hilo.

Estos puestos de trabajo parecen contar con mayor prestigio dentro de los trabajadores, no sólo de esta planta sino de toda la fábrica, al parecer asociado al manejo de tecnología compleja, lo que se pone de manifiesto en las entrevistas en donde expresaron orgullo por el desempeño de su labor y un claro sentido de pertenencia, tanto al grupo élite de CNC como a la empresa.

## **GRUPOS PRIMARIOS**

---

<sup>69</sup> En esta empresa, las máquinas CNC más avanzadas son dos centros de mecanizado que cuentan cada una con un "magazin" o conjunto de 15 y 20 herramientas respectivamente, debiendo el operario, definir entre 6 y 10 según el caso, las que una vez programadas, obrarán en secuencia.

Dentro de la planta de matricería es posible distinguir grupos primarios, cuya conformación obedece a la calidad de las relaciones sociales establecidas entre sus miembros, no sujeta a clasificaciones de orden jerárquico establecidas de modo formal en el taller. Los lazos sociales se construyen por afinidades relativas a grupos de edad, apoyo en la resolución de problemas técnicos, escalas salariales, reconocimiento mutuo de pericias en el manejo de determinadas máquinas o de destrezas que se expresan en la forma de poder gremial en el saber-hacer y prestigio del oficio desempeñado.

Un grupo parecería estar conformado por los operarios de electroerosionadoras, dada la sofisticación y novedad del equipo, la colaboración estrecha existente entre ellos y la mayor edad, otro se conformaría con los operarios CNC de mecanizado, aparentemente en un menor nivel, relacionado con su juventud y menor experiencia, expectativas de ascenso y respeto observado hacia el primer grupo.

El trabajo de programador aunque muy ligado al de planta, se realiza en oficina y por tanto goza de cierta consideración social. Allí ya no se comparte "la sensación de la lima" de que hablara Coriat<sup>70</sup>, pues herramientas, máquinas y materiales se simulan en lugar de manipularse.

Aunque el nivel salarial es similar al de los dos grupos anteriores, debe notarse aquí un punto de bifurcación de la cambiante trayectoria del operario, que muestra cómo en el seno mismo de una industria cuyo propósito central es la producción de bienes, aparecen roles ocupacionales estratégicos vinculados a la producción de servicios internos y no de bienes y cómo la "carrera obrera tradicional", es atravesada o interrumpida en sus niveles superiores por elementos dotados de cualificaciones adquiridas fuera de esta carrera, cuyos contenidos implican ya formas cualitativamente diferentes de relacionar hombres y máquinas.

Pero el grupo de mayor poder y autonomía parece ser el de los artesanos de corrección de matrices, lo que se pone de manifiesto en el hecho de que el representante gremial ante las directivas de la empresa en el Pacto Colectivo sea uno de ellos y que éste a su vez, sea consultado por los representantes de las otras plantas de la fábrica. Son obreros que como se mencionó arriba, exhiben un alto grado de calificación vía experiencia en su oficio, lo que les brinda gran estabilidad, no resultando sustituibles en el corto plazo, por lo menos mientras no se invente un proceso técnico que haga perfectas las matrices y destruya el oficio.

Este puesto de trabajo de apariencia preindustrial, es el reducto de la antigua solidaridad sindical y gremial de defensa del oficio artesanal y al parecer sus rasgos de indispensabilidad, eleva la capacidad negociadora de sus miembros, determina que allí se ganen los mejores salarios obreros de la empresa y se goce de consideración social<sup>71</sup>.

---

<sup>70</sup> Coriat. Op. Cit: 2.

<sup>71</sup> Entrevistas a operarios CNC, programadores, correctores y Jefe Selección de Personal.

Metodológicamente es en este punto del proceso de trabajo, en donde deben explorarse las hipótesis alternativas y contrapuestas de Marx, Braverman y Noble de un lado, frente a las de Proudhon, Sabel y Piore del otro.

Como se dijo, el clima laboral interno es de alta colaboración, gracias al nivel de satisfacción en el trabajo realizado, el cual es considerado como creativo, variado, importante y exento en apariencia de tareas tediosas y repetitivas, lo que crea un ambiente de confianza, sentido de pertenencia y relativa conformidad con la remuneración salarial. Por otra parte, la comunicación interna es fácil y frecuente no existiendo el aislamiento característico de las fábricas automatizadas, en tanto que las mayores fatigas son causadas por los puestos de trabajo que exigen permanecer de pie.

### **TRABAJADORES POLIVALENTES**

El concepto de polivalencia en el trabajo industrial proviene de la psicología social inglesa, siendo al parecer acuñado por Cox y Frisby en 1958 y difundido en Francia por Alain Touraine, Pierre Naville y Georges Friedmann a comienzos de los años sesenta. Los autores ingleses lo definen como la posibilidad de realizar intercambios entre puestos especializados o calificados, fundada en la flexibilidad o polivalencia de las adaptaciones, capacidades y conocimientos<sup>72</sup>.

Touraine señalaba que el sistema técnico de trabajo existente en los años cincuenta imponía una formación polivalente, de un cariz nuevo, organizada ya, no en torno de un oficio, sino del conocimiento técnico en general, destacando que junto a las cualificaciones exigidas por los cambios técnicos, era necesario desarrollar una formación intelectual que respondiera a las exigencias de la nueva situación laboral, de modo que se desarrollara el arte de pensar en la forma de saber analizar, transmitir y exponer informaciones para responder a las necesidades de la vida profesional de los trabajadores<sup>73</sup>.

En consonancia con ello, el tipo de operario de CNC de Alumina, puede considerarse polivalente puesto que, dada la educación formal recibida en el Instituto Técnico y en el SENA, exhibe una experiencia adquirida en el desempeño del oficio y en la rotación por distintos puestos de trabajo, que lo habilitan para operar simultáneamente varias máquinas CNC, de modo que varios de los entrevistados se encontraban habilitados para operar los dos centros de mecanizado CAD/CAM, que constituyen las últimas generaciones en el desarrollo de esta clase de máquina- herramienta<sup>74</sup>.

<sup>72</sup> Cox, D. Frisby, C. B. (1958): "Interchangeabilité des postes de travail: La Division du Travail". Citado en Naville Pierre "El progreso técnico, la evolución del trabajo y la organización de la empresa". En Friedmann, Georges, Naville, Pierre (1978): *Tratado de Sociología del Trabajo*, volumen I. México: FCE: pags, 378,382,383,393,400.

<sup>73</sup> Touraine, Alain, (1965): *Historia General del Trabajo: La Civilización Industrial 1914-1960*. Barcelona: Ediciones Grijalbo: 40.

<sup>74</sup> Entrevista operario Centro de Mecanizado. Junio de 1997.

El mismo operario puede manejar cualquiera de las siete máquinas CNC de la planta, incluyendo su programación y puesta en marcha, estando en igual capacidad la mayoría de los operarios CNC, de modo que el de menor experiencia puede programar y mecanizar en su torno CNC y hacer funcionar un centro de mecanizado, aunque no programarlo<sup>75</sup>.

## HOMOGENEIZACIÓN DE LAS CALIFICACIONES

La introducción del CNC en Alumina antes que significar procesos de descalificación traumáticos, ha implicado la continuación de fases relativamente coherentes de recalificación, queriendo esto decir que si desde el comienzo, los operarios de torno y fresa convencional, es decir máquina-herramienta común, cuentan con adecuada formación en un instituto técnico o en el SENA, estarán habilitados para acceder a un nivel superior de capacitación en las nuevas máquinas CNC. Esto se resuelve inicialmente con la asistencia técnica de los proveedores de equipo y luego con la capacitación del SENA.

La tendencia parece orientarse en el sentido de una mayor calificación y polivalencia pudiéndose distinguir una "carrera informal" dentro de la planta tendiente a institucionalizarse, en donde el ascenso a puestos de trabajo más complejos, depende de la disposición del operario novato -a veces un joven bachiller técnico, trabajador temporal- para aprender y de las necesidades de personal de la planta.

La reconversión tecnológica parece por ahora suficiente para los directivos de Alumina, que no piensan adquirir nuevo equipo en el corto plazo<sup>76</sup>, lo que permite pensar que las calificaciones entrarán en un proceso de refinamiento que se traducirá en el logro de mayor eficiencia interna.

La otra forma de calificación observada, contrapuesta en apariencia a las anteriores, es la del oficio artesanal, en donde la posibilidad de elevar los rendimientos de fuerza de trabajo y de productividad dependen de la mayor maestría en el oficio, que se adquiere en la práctica y que sólo es transferible en el trabajo hombro a hombro en la planta<sup>77</sup>. Aquí la situación podría asimilarse al ejemplo de la acería sueca de Horndal, en donde sin innovaciones técnicas y gracias a una mayor eficiencia interna del trabajo, en

---

<sup>75</sup> Ibid y entrevista operario torno CNC, Junio, 1997.

<sup>76</sup> Entrevista Ingeniero Superintendente de Matricería y Supervisor, Marzo de 1997.

<sup>77</sup> "El saber-hacer es el resultado de una acumulación, en el curso de los años, de experiencias positivas, más también de dificultades y de errores. Esta operación es acumulada en la cabeza y las manos de un número limitado de personas"...*"El saber hacer es, entonces un conocimiento técnico que no puede ser codificado sobre un soporte simple (escrito u oral) para ser transmitido"*. Perrin, Jacques (1983): *Les Transferts de Technologie*. Paris: Editions La Découverte: 25-26. Las cursivas son mías.

combinación con máquinas y procesos técnicos, se produjo una elevación constante de los índices productivos, dando lugar a la teoría del "*learning by doing*" de Kenneth Arrow<sup>78</sup>.

Como se dijo, ambas formas de calificación convergen y se complementan en la fase final de elaboración del producto, destacándose que los dos tipos de formación son socialmente necesarios, lo que se ve reflejado en la escala de prestigio y el nivel de los salarios. Así, la tendencia a la mayor calificación llevaría en Alumina a una homogeneización en la escala superior, que no implica necesariamente polarización por degradación o descalificación de los artesanos tradicionales, en razón a la implementación del CNC. Las dos vías parecen conducir a niveles diferenciales de incremento de mayor poder interno, prestigio y salario.

### **TENDENCIAS EN LA DIFUSIÓN DE MÁQUINAS-HERRAMIENTA CONVENCIONALES Y CNC EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA**

La dimensión del cambio técnico en la metalmecánica, las modificaciones ocurridas en la organización del proceso productivo y las formas de cualificar los operarios de CNC, pueden establecerse con mayor seguridad, si se conoce el grado de difusión de la tecnología CNC en el país.

Si el número de máquinas o la inversión económica en tales artefactos no es considerable, puede suponerse que no habrá grandes modificaciones en la organización social del trabajo, pero si la difusión es amplia, es de esperarse que serán mayores sus consecuencias sobre la condición laboral de los trabajadores involucrados.

Si se contara con datos adecuados, sería posible construir indicadores que permitieran medir relativamente hasta qué punto las MHCN y el CNC, han penetrado y se han difundido en la moderna industria colombiana, registrando también la velocidad de ese cambio técnico<sup>79</sup>.

La difusión de máquinas herramienta ocurrida en el período 1980-1992, sin discriminar si corresponde a máquinas herramientas convencionales, de control numérico electromecánico o de control numérico computarizado, expresada en dólares creció de modo relativamente acelerado. Aunque no se conoce el número de máquinas-herramienta CNC ingresadas al país hasta no realizar un censo, datos del Incomex muestran un creciente incremento de sus importaciones.

---

<sup>78</sup> Elster, Jon (1990): *El Cambio Tecnológico*. Barcelona: Editorial Gedisa: 135, 136.

<sup>79</sup> Los datos obtenidos de los Anuarios de Comercio Exterior del DANE, no diferencian las máquinas-herramientas convencionales, de las máquinas-herramientas de control numérico (CN) ni las de control numérico computarizado (CNC) que forman generaciones diferentes de esos artefactos. Los datos del INCOMEX que corresponden a máquinas CNC, sólo pueden obtenerse desde 1993 hasta 1996, no siendo posible confeccionar indicadores que faciliten medir tendencias en el largo plazo.

En cuanto al origen de los artefactos usados en Colombia, a pesar de la ofensiva de países como Japón y Taiwan que dominan el mercado norteamericano de máquinas CNC pequeñas, nuestro principal proveedor son los Estados Unidos, seguido de España que sin ser país pionero en el desarrollo del CNC, cuenta ya con una porción importante no sólo del mercado nuestro, sino del mercado mundial de acuerdo con datos de Sorge<sup>80</sup>.

## CONCLUSIONES

Del presente trabajo puede concluirse en primer término, que las nuevas formas de organización del trabajo y la tecnología no siempre destruyen los oficios artesanales, los cuales en algunos casos se tornan indispensables dentro de un nuevo dispositivo sociotécnico. La hipótesis a explorar se orienta en el sentido de si la coexistencia de oficios artesanales y alta tecnología es apenas una fase de transición hacia la desaparición de éstos, o por el contrario se identifica con tendencias hacia la recomposición del oficio artesano en un más alto nivel.

La introducción de CNC en esta empresa no parece implicar claros procesos de descalificación o polarización en las calificaciones, no observándose trayectorias ocupacionales que se bifurcan, unas hacia trabajos más calificados y otras hacia trabajos pobres y degradados.

Pero se bifurcan en otro sentido, es decir en el seno mismo de una industria cuyo propósito central es la producción de bienes, aparecen roles ocupacionales estratégicos vinculados a la producción de servicios internos, como el de programador de computador o el de asegurador de la calidad, sea éste ingeniero u operario.

La introducción del CNC en el taller de matricería en cuestión, no ha significado la creación de puestos de trabajo mecánicos, repetitivos y empobrecedores. Por el contrario, los operarios hablan de puestos de trabajo enriquecidos, creativos y variados, que permiten el desarrollo de habilidades y crean un clima de satisfacción laboral. No obstante, con el CNC, subsisten o tienden a reforzarse formas taylorizadas de organización de tareas, que separan tareas de concepción y ejecución del trabajo.

Dada su formación, el grado de colaboración entre ellos para la resolución de problemas técnicos y su capacidad para operar simultánea o secuencialmente varias máquinas CNC, los operarios en cuestión pueden considerarse trabajadores polivalentes.

El taller de matricería de Alumina puede clasificarse como un sistema de manufactura flexible en razón a la elaboración de pequeños lotes de piezas de gran diversidad, recurriendo al empleo versátil de microelectrónica e informática.

---

<sup>80</sup> Sorge, Arndt (1991): 12-13.

Los mayores exportadores de máquinas CNC hacia Colombia son en su orden: Estados Unidos, España, Italia y Bulgaria. Países como Alemania y Japón no aparecen dentro de los más importantes exportadores hacia nuestro país, mientras las exportaciones provenientes de Taiwan hacia Colombia han alcanzado gran dinamismo.

Tratándose de una investigación de carácter puntual que debe ser objeto de un mayor análisis, no es posible aún establecer a partir de ella generalizaciones teóricas.