

## LA INFORMÁTICA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: VICISITUDES EN LA DIFUSIÓN DE UNA TECNOLOGÍA. 1958-1990 EDGAR AUGUSTO VALERO JULIO\*

### RESUMEN

El siguiente escrito tiene por objeto describir y analizar aspectos significativos de la primera fase de aproximación nacional a la tecnología informática. Se presenta información sobre las dificultades y esfuerzos en la recepción de equipos, sectores y actividades a los que fueron destinados, del mismo modo que sobre los ajustes y cambios que motivaron la incorporación de ese nuevo recurso productivo.

Se comienza con una síntesis de los desarrollos técnicos que a nivel mundial originaron los primeros mecanismos y equipos para manipular electrónicamente información y su rápida adquisición y empleo en avanzadas empresas del país; en seguida, con base en información secundaria, se resumen algunos logros y hechos reveladores en la aplicación de la nueva tecnología. A continuación se aborda lo referente a los desarrollos en el sector industrial, vinculando las conclusiones de estudios sobre la automatización y el sector metalmecánico, con el propósito de demostrar que, aunque se habían acogido con prontitud equipos muy representativos de la llamada tercera revolución industrial, faltaban muchas condiciones y avances para lograr una aceptable comprensión, asimilación y empleo eficiente del nuevo recurso productivo.

---

\*Sociólogo, Universidad Nacional de Colombia.

Magister en Sociología Industrial y del Trabajo, Universidad Nacional de Colombia.

Docente Investigador, Escuela de Administración de Negocios E.A.N.

E-mail: eanet1@andinet.com

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que más ha llamado la atención de los analistas del cambio técnico y el desarrollo económico, ha sido el tema de la difusión de tecnologías, al demostrarse los incrementos de productividad que entre otras consecuencias, tienen lugar, cuando nuevos saberes y procedimientos para transformar la naturaleza son aplicados en determinados espacios socioeconómicos.

Independientemente de la polémica en torno al tema de la transferibilidad de conocimientos y al problema de los derechos de propiedad, se acepta que la recepción de innovaciones por parte de una sociedad, depende de que ocurra un flujo de perfeccionamientos y adaptaciones técnicas que mejoren el rendimiento productivo de una invención y hagan posible una progresiva adecuación a las necesidades y exigencias particulares del grupo interesado o del espacio de aplicación. Considerando esencialmente el aspecto económico, la velocidad de difusión de las innovaciones es variable, siendo la tasa de imitación directamente proporcional a la rentabilidad que produciría el nuevo elemento incorporado e inversamente proporcional al monto de inversión necesaria para su aplicación<sup>1</sup>.

Desde otra perspectiva, se plantean también interrogantes acerca de las condiciones culturales, sociales y políticas que favorecen no solo una apropiación completa y uso eficaz de las innovaciones, sino también el desarrollo de capacidades propias para la inventiva y adaptación de técnicas a necesidades específicas.

Recientemente el tópico de la difusión de conocimientos y técnicas ha sido enunciado y estudiado dentro del área problemática del aprendizaje tecnológico. Así p.e., se ha analizado cómo los llamados países de desarrollo tardío o economías que comenzaron su industrialización en el siglo XX, transformaron sus estructuras productivas y elevaron su ingreso per cápita sobre una base de tecnología prestada; de modo que el proceso por el cual algunas sociedades lograron generar capacidad competitiva se denomina aprendizaje, entendiéndolo como una vía de desarrollo o modo de industrialización de los países que no están a la cabeza del desarrollo mundial<sup>2</sup>.

Del mismo modo, para otros países se ha adelantado una reflexión sobre el papel de diversos factores y políticas industriales en relación con el estímulo a procesos de aprendizaje de tecnologías o de estrategias organizativas<sup>3</sup>. A este respecto se destaca la incidencia de ciertas medidas de reestructuración productiva: inversión industrial externa, aplicación de nuevos modelos organizativos, establecimiento de redes para cooperación y producción conjunta entre empresas de similar o distinto tamaño, etc.

Ampliando progresivamente el foco de observación de las prácticas de aprendizaje y asimilación de tecnología, se pasa de los procesos promovidos y centrados en individuos, a los esfuerzos más estructurados al interior de empresas, hasta hacer abstracción total de las personas en particular y asumir que son las organizaciones las que aprenden, o existen muchas cosas que solo son susceptibles de aprendizaje por una pluralidad de personas en estrecha conexión con estructuras y dinámicas organizativas adecuadas. La perspectiva más amplia se ocupa de la difusión tecnológica a nivel nacional, definiendo un sistema de difusión de innovaciones con políticas, instituciones y áreas especializadas y diferenciadas, pero interconectadas dentro de una particular dinámica de intercambios, p.e., de recursos financieros, demanda y oferta educativa, servicios de extensión y difusión, etc<sup>4</sup>.

En las circunstancias de un país como Colombia, el análisis de su desarrollo tecnológico no podría centrarse en procesos de descubrimiento. Tampoco en las largas fases de acumulación de conocimientos y prácticas que llevan a la invención de nuevos artefactos, técnicas y métodos, dado que la mayor parte de los que utiliza dependen directamente de elaboraciones productivas e inventiva externa.

<sup>1</sup> ROSEMBERG, Nathan. Progreso Técnico: El Análisis Histórico. Oikos-tau, Barcelona. 1992.

<sup>2</sup> Esta vía se siguió para analizar el desarrollo de Corea, en: AMSDEN, Alice. Corea, Un Proceso exitoso de Industrialización tardía. Editorial Norma, 1992.

<sup>3</sup> Ver varios artículos de: Comercio Exterior. México, Vol.47. No. 8, Agosto de 1997.

<sup>4</sup> DNP. Colciencias, et. al. El Futuro del Sistema Colombiano de Innovación. Vol.2, 1997.

Por lo anterior, parece más pertinente la exploración de los procesos en que la sociedad colombiana fue imitando o adquiriendo la tecnología de países más avanzados, aclimatando nuevos productos, métodos de producción e incorporando variados cambios. Esta certeza obvia el hecho de que no son relevantes nuestros hechos de descubrimiento e invención de tecnología, hace más significativo lo referente a la llegada de tecnologías, la imitación de la misma, la difusión, adaptación y mejora de artefactos, detrás de todo lo cual gravita el problema del aprendizaje.

Para las sociedades que se han aproximado con retraso a las distintas fases del desarrollo técnico, resulta determinante el esfuerzo de técnicos y empresarios que imitan, aprenden, y deconstruyen, haciendo mejoras y adaptaciones que en gran medida son también innovaciones. Estas iniciativas de aprendizaje, conducen en países como Corea a sostenidos avances y logros competitivos, en tanto que en casos como el de Colombia no ocurre lo mismo.

Pero la cuestión del aprendizaje va más allá del proceso económico en que los países de desarrollo tardío emergen y se aproximan al nivel de los más avanzados apropiándose de una tecnología extranjera, aclimatándola y haciéndose competitivos. Es significativa también la cuestión de los mecanismos y condiciones favorables o desfavorables a una difusión de conocimientos entre las empresas o entre los individuos y el hecho que para cada etapa tecnológica y sector de actividad parecen existir medios y canales específicos y diferenciables para la circulación de saberes.

Para el caso colombiano, muchos datos parecen sugerir la existencia de tres etapas de aprendizaje tecnológico diferenciadas y ubicables en el tiempo<sup>5</sup>. En el siglo XIX, la recepción de nuevos procedimientos estuvo ligada al esfuerzo individual de ciertos pioneros, migrantes, técnicos extranjeros, etc., que con prácticas, a veces muy ingeniosas, de imitación, copia, ensayo-error, adaptación, estudio de catálogo, etc., se aproximaron a procedimientos, maquinarias y elaboraciones hasta ese momento desconocidas. Durante la primera mitad del siglo XX, tienen continuidad las iniciativas individuales, pero

parecen más determinantes las estrategias de las empresas avanzadas, en sectores como textiles, cementos, cervecera, refinación de azúcar, etc., para comprar tecnología por una parte y combinar pragmáticamente las formas de aproximación al conocimiento usuales en la primera etapa.

A partir de los años 50s, la inversión extranjera y la creciente complejidad de nuevas ramas como la química, electrónica, metalmecánica, etc., cambian radicalmente las condiciones de la asimilación de técnicas. Estos modernos campos de inversión fueron adversos a la fácil imitación, no solo por su íntima conexión con avances científicos más o menos recientes, sino por las restricciones legales que conllevaban.

Las posibilidades de asimilar avances técnicos, comenzaron a estar limitadas por las patentes sobre productos y procesos, marcas registradas, necesidad de asistencia técnica, de modo que cambiaron radicalmente las condiciones de apropiación de la tecnología y se plantearon a empresarios, ingenieros y planificadores del desarrollo económico, problemas como los de la tecnología adecuada, los paquetes tecnológicos, la caja negra y las condiciones de una transferencia y negociación que cada vez parecía más difícil. En este contexto ocurren las primeras aproximaciones a la tecnología informática en Colombia, proceso del cual analizaremos algunas características y tendencias significativas.

## EL AVANCE INFORMÁTICO MUNDIAL Y SU PROYECCIÓN EN COLOMBIA

Aunque procesar grandes volúmenes de información y realizar complejas tareas matemáticas a alta velocidad siempre se asocia con el computador, el esfuerzo por materializar este logro tiene antecedentes más antiguos. Los fundamentos esenciales del cálculo automático, se habían planteado desde Pascal y Leibinz y tuvieron una primera concreción instrumental en pro-

<sup>5</sup> WEISS A., CASTAÑEDA W., VALERO E. Periodización y Etapas de Desarrollo de la Técnica y el Trabajo en Colombia 1870-1970". 1996.

yectos como el telar que Jacquard diseñó en 1804 para ser guiado automáticamente por la tarjeta perforada y la máquina analítica de Charles Babbage en 1822.

No obstante, la más clara síntesis de principios matemáticos y recursos mecánicos se logró solo al final de siglo XIX, con la Máquina de Hollerith que se empleó para los conteos del censo norteamericano de 1890. Por medio de electricidad, tarjetas perforadas, palancas e instrumentos mecánicos de tabulación, clasificación y conteo se dio origen al llamado sistema del registro unitario, que por varias décadas se perfeccionaría y predominaría en todo el mundo como mecanismo censal de primer orden.

Varias corrientes de inventiva y aparatos matemáticos, como las máquinas calculadoras mecánicas de William S. Burroughs (1900) convergieron y fueron afinándose durante el período 1900 - 1940, en un continuo cambio técnico en el que se diseñaron nuevas máquinas de tarjetas para organizar y clasificar información, se aumentó la capacidad de contener información en la tarjeta perforada con cambio en colores, subdivisiones y uso de códigos y se crearon nuevas aplicaciones para los centros de registro.

El avance en las máquinas de tarjetas y cintas perforadas, con sus mecanismos electromecánicos que incorporaban relees (bobina eléctrica y armadura metálica), se proyectaron en dos campos esenciales. En primer término, las registradoras y todo un conjunto de equipos para el comercio y la oficina, en los que los mecanismos se hicieron más veloces y perfectos con circuitos electrónicos y se produjo una ampliación de operaciones y perfeccionamiento de elementos complementarios como máquinas clasificadoras, intercaladoras, perforadoras, tabuladoras, contadoras, calculadoras.

Por otra parte, dan origen a los primeros gigantes aparatos de cálculo para uso científico, como el Mark 1, que elevaba al máximo las posibilidades de la tecnología electromecánica de cinta y tarjetas y en los años cuarenta, anticipaban la era de las primeras computadoras. Esta etapa tan esencial en la génesis de la informática, tuvo sus principales desarrollos en Norteamérica, y algunas manifestaciones en

Colombia, a través del uso de ciertos aparatos. Los equipos y procedimientos de registro unitario, tan importantes para los principales países, llegaron a Colombia con retraso en 1938, tuvieron su aplicación inicial en el primer censo poblacional de la Oficina de Estadística de la Contraloría. Más o menos hasta los años 50s, con el empleo de los equipos Unirecord se desarrolló el registro unitario; las compañías proveedoras fueron IBM, Remington Rand y National que habían llegado al país desde 1939 distribuyendo máquinas de escribir y equipos de contabilidad.

### PRIMERA GENERACIÓN 1946 - 1957

El empleo de los tubos al vacío activados mediante impulsos electrónicos para acumular y transmitir información, marca el fin de la era electromecánica y el comienzo de la computación moderna. Aunque todavía con apoyo de tarjetas y cintas perforadas, se inventa en esos años, toda una gama de gigantes procesadores electrónicos, en los que se sustituyen los procesos mecánicos por nuevos recursos como la memoria de núcleos magnéticos, a tiempo que se incorpora el primer lenguaje simbólico<sup>6</sup>.

En un rápido flujo de innovaciones, cada nuevo aparato construido superaba en posibilidades a su antecesor. Así se sucedieron modelos como el Eniac, construido en 1946 para uso militar; el SSEC de IBM, primer calculador electrónico gigante para el empleo comercial; el Univac, empleado en 1951 en la oficina del censo de los Estados Unidos y también adaptable a las aplicaciones comerciales y administrativas.

Estos procesadores electrónicos a base de tubos al vacío, continuaban pensándose principalmente para ejecutar cálculos complejos en áreas de contabilidad, administración y problemas científicos. No obstante, lo novedoso fue el perfeccionamiento del programa memorizado y múltiples desarrollos en la unidad central, inventado por Von Neuman.

<sup>6</sup> IBM. Historia de la Computación: El Siglo del Procesador Electrónico. ACIS, 1990.

Algunos de los principales modelos de esta etapa fueron el IBM 650 de 1953, procesador mediano construido en gran escala, que reúne los logros en materia de mecanización de cálculos científicos y organización y elaboración de datos de la empresa; un año después, el IBM 704 como procesador científico de grandes dimensiones, capacidad aumentada y rapidez de memoria y el IBM 705 con aplicaciones comerciales; en 1956 el IBM 305 Ramac como el primer procesador dotado de memoria auxiliar de discos magnéticos<sup>7</sup>.

Los equipos de primera generación llegan a nuestro país con más rapidez que sus antepasados de registro unitario. El inicial contacto con modelos de la primera generación se debe a la iniciativa de empresarios del sector industrial: Bavaria 1958 y Colteger 1960<sup>8</sup>. Quienes conocieron el nuevo equipo, no dejaron de consignar sus impresiones y resaltar la presencia de los típicos elementos del primer período del cálculo electrónico:

*«Todo el sistema electrónico se basaba en tubos al vacío y cuando estaba literalmente "a pleno vapor", el calor era tan ardiente que el lugar donde se instalaba debía contar inexorablemente con sistemas de aire acondicionado para poder trabajar. Grandes 'chimeneas' se ubicaban en la parte superior para absorber tan radiante atmósfera y para no matar de deshidratación a sus 'heroicos' usuarios. ¡La sola ventilación demandaba más potencia que el propio computador!. Y no era la única modificación que requería el ambiente. El 650 y los primeros computadores exigían de sus padres adoptantes la media bobadita de una planta con piso falso, con dos pisos para ser más exactos. Por el verdadero, por el de abajo, reptaban metros y metros de negros, gruesos y pesados cables que interconectaban las distintas unidades. Por el superior, separado unos cincuenta centímetros del anterior, se paraban los aparatotes y circulaban sus operarios.*

*La entrada y la salida de los datos (input/output) se hacía por medio de tarjetas perforadas. La forma más usada en Colombia de utilizar el 650 era entrarle la información por medio de una clasificadora o tabuladora lectora de tarjetas, así entraban los programas y los datos. Se al-*

*macenaban en el tambor, se procesaban, y el resultado se producía de nuevo en tarjetas. Ellas se sacaban y se imprimían en una tabuladora que funcionaba como impresora tabuladora.*

*Así se usó en Bavaria y en Colteger, así se incorporó la tecnología existente con la anterior, así se preparaban los archivos, se clasificaba y se alistaba la información para suministrársela luego al computador»<sup>9</sup>.*

Los primeros modelos fueron suministrados por compañías proveedoras que emplearon al principio modalidades de arrendamiento del equipo y todos sus implementos o venta con garantías de mantenimiento y entrenamiento de personal; la instalación de los modelos únicos de las primeras generaciones, requirió asistencia técnica extranjera; frente a sus sucesores, resultaban lentos, poco flexibles, y más apropiados al manejo de grandes volúmenes de información de rutina.

Fueron ofrecidos en un ambiente de novedad y desinformación, hasta por parte de sus vendedores. De muchas formas se promovieron los "cerebros electrónicos", de los cuales se esperaba la solución a múltiples problemas, pero dada la falta de conocimientos y la inicial rigidez, limitaciones de aplicabilidad, complejidad y exigencias de manejo de los equipos, se presentaron muchos errores, usos inadecuados y subutilizaciones<sup>10</sup>.

Es claro que las posibilidades de elección adecuada y empleo eficaz de tecnología tan novedosa para las primeras empresas que la adquirieron, dependía de su conocimiento y capacidad de asesorarse, pero también del papel de las empresas comercializadoras. Desde los primeros

<sup>7</sup> WATSON, T, PETER, P. Padre, Hijo & Cia, Mi Vida en la IBM y Más Allá. Norma, 1991. Caps. 18-21.

<sup>8</sup> MAYOR, Alberto. Historia de la Industria Colombiana 1930-1968. En: Nueva Historia de Colombia, Vol. V. p. 351.

<sup>9</sup> Cómo se Formó la Informática en Colombia. En: Computerworld. No. 27, Octubre 15 de 1990.

<sup>10</sup> CAMPO, R., RAMÍREZ, E. El Proceso de Transferencia de Tecnología de Computadores a Colombia 1958-1977. Mimeo Facultad de Estudios Interdisciplinarios Universidad Javeriana, 1978.

años de la informática nacional, fue muy notoria la presencia de la IBM, tanto en equipos vendidos como en permanencia y confianza entre los compradores. Existieron otras compañías, pero el incumplimiento en los ofrecimientos y garantías de servicio por parte de muchas de ellas, que después se retiraron y causaron dificultades a sus clientes, contrastó con los programas de mantenimiento, asistencia técnica y educación de la ya acreditada IBM, consolidando su control casi total del mercado.

## SEGUNDA GENERACIÓN 1958 - 1964

En el mundo industrializado, ya asimilados los primeros logros de la tecnología informática, la atención se dirige a aumentar las posibilidades y accesibilidad del recurso creado, mediante la incorporación de nuevos avances. Las más importantes innovaciones fueron:

- Sustitución de tubos al vacío por transistores en los circuitos aritméticos y lógicos de las unidades centrales.
- Con base en el sistema de ferritas, se dio más capacidad a la memoria central y se perfeccionaron las memorias auxiliares y unidades de entrada y salida.
- Surgimiento de los sistemas operacionales y principales lenguajes como el COBOL (Commun business oriented lenguaje) en 1960, BANGOL, ALGOL, JOVIAL, etc. y sistemas de programación SOS (Share Operating System); en 1964 se usaban mas o menos 1000 lenguajes simbólicos en el mundo.
- Desarrollo de unidades periféricas, terminales y auxiliares.
- Reducciones en los costos de fabricación y exigencias de espacio e instalación menos complejas.
- Aumento de capacidad en los circuitos y posibilidad de transmisión de datos a distancia.

Desde el punto de vista del usuario, en corto tiempo se habían dado significativos cambios que facilitaban el uso a personas no especializadas; se disponía de aparatos con más velocidad, se-

guridad de funcionamiento, capacidad de usar diferentes lenguajes y realizar varias funciones simultáneamente. Se hacía más factible la obtención de resultados en corto tiempo y la interacción directa hombre - procesador o 'tiempo real' en el trabajo; el diseño y promoción de los equipos en forma de familias de procesadores permitía la extensión de la sistematización y un uso especializado.

En contraste con los limitados y complejos usos iniciales del procesador, las innovaciones de la segunda generación promueven la diversificación de aplicaciones, es así como en 1959 ocurre la primera instalación de un procesador electrónico para el control automático de procesos industriales (Refinería Texaco).

Los productos de esta etapa llegaron rápidamente a Colombia; la IBM introdujo las series 1401, 1410 y 1560 y la National Cash Register el 315. El IBM 1401 por estar diseñado de modo compacto y adaptado a las necesidades de la empresa mediana y pequeña, llegó a ser uno de los más vendidos en los años sesenta; algunas particularidades y logros de esa recepción y aplicación de tecnología, se presentan en el siguiente relato de uno de los ingenieros de Fabricato que participó en el montaje del primer modelo de segunda generación en Colombia:

*«A mi me correspondió la fortuna de estar en todo el proceso de esta máquina fabulosa, del primer 1401 que hubo en Colombia; sin riesgo a exagerar podría decir que eso fue espectacular. A esta empresa íbamos a llegar en primera instancia una 650 y ya se habían iniciado incluso los procesos de preinstalación, como la adecuación de la planta física y la capacitación del personal. En eso andábamos cuando la casa matriz le avisó a Carlos Salgado, gerente de la IBM en Medellín, que la empresa tenía el proyecto de introducir modelos de segunda generación en el continente, que se estaba en capacidad de entrar a mercadear la nueva tecnología, computadores 1401 y similares en América Latina, pero advirtiéndole que por el momento nada se podía decir.*

*Continuamos entonces con los planes de la 650 ya que no se podía parar el proyecto, se prosiguió con los trabajos y con la preparación del*

*personal que lo iba a manejar, pero ya con otro enfoque. Empezamos con el levantamiento de información, seguimos investigando cuáles eran los trabajos que se podían hacer con las posibilidades que los nuevos equipos ofrecían y aunque decaímos un poco en el aspecto de programación de máquinas de primera generación - pues ya se sabía que los antiguos sistemas iban a pasar-, comenzamos algo que hoy en día podríamos llamar ingeniería de Software, pues nos parecía innecesario trabajar exclusivamente para el limitado sistema del 650.*

*Cuando ya salió en forma la 1401, Carlos Salgado, que entre otras cosas era un excelente vendedor, convenció a los directivos que era mucho mejor la nueva tecnología, que costaba mucho menos y que les podía reportar muchos más beneficios. Aceptaron y se hicieron los cursos. Después fui a Caracas a montar unos programas que ya se tenían hechos, a confrontar experiencias y dificultades con otras personas que estaban instalando equipos similares en esta parte del mundo, las soluciones halladas, etc.*

*Regresé e instalamos el computador que llegó a Colombia también por Cartagena y entró por avión. El misterio ya no fue tan extraordinario, el equipo no era tan asustador, no era tan voluminoso y las cajas no ocupaban tanto espacio. A pesar de que requería todavía de sistemas de aire acondicionado y doble piso, su instalación no era tan gigantesca como la del 650 y hacía menos ruido, la perforación de tarjetas planteaba menos dificultades, ya que con las unidades de cintas se facilitaba mucho toda labor»<sup>11</sup>.*

Como se puede ver, en la incorporación de la tecnología informática, tenía cierta significación la principal compañía vendedora y los ingenieros colombianos alcanzaron una buena capacidad de comprensión y manejo de los equipos. No obstante, en un número indeterminado de casos, la selección y empleo del nuevo recurso no fue el más afortunado.

Aunque el sector privado había sido pionero en la recepción de computadores, en los primeros años 60s, las entidades del Estado toman transitoriamente el liderazgo. En muchos casos los nuevos ordenadores se adquirían principalmente como símbolo de prestigio y se cedían los prime-

ros modelos a las universidades. Hasta fines de los 60 predominaban las aplicaciones de computador en actividades administrativas, siendo los ingenieros y economistas los profesionales más vinculados a su manejo<sup>12</sup>.

### TERCERA GENERACIÓN 1965 - ....

En la primera mitad de los sesenta, lo que se considera ya una auténtica industria de elaboración de tecnología, materializa un logro trascendental al diseñar el circuito integrado; en comparación con la innovación de los transistores, su creación corresponde completamente a necesidades y determinantes del campo plenamente definido de la industria electrónica y sus proyecciones se extienden hasta el presente<sup>13</sup>.

Los subsiguientes desarrollos en materia de circuitos microminiaturizados o circuitos integrados veloces se traduce en nuevas e insospechadas posibilidades para los productos, reforzando las tendencias a la miniaturización y compactación. Entre los principales desarrollos asociados a esta etapa, se pueden mencionar:

- Memorias rápidas y ampliables.
- Se hace posible aumentar velocidad y capacidad con la incorporación de memorias centrales.
- Aumentan las unidades instaladas, capacidad de trabajo y número de aplicaciones posibles.
- Al sistema operacional OS se agrega el DOS para máquinas de más limitada memoria.
- Desarrollo de unidades terminales para transmitir por línea telefónica datos al procesador.
- Uso simultáneo de un gran procesador por varias terminales y perfeccionamiento del sistema operativo para coordinar el funcionamiento total del procesador.

<sup>11</sup> Computerworld. op. cit.

<sup>12</sup> Ibid.

<sup>13</sup> BRAUN, E., MACDONALDS, S. Revolución en Miniatura: La Historia y el Impacto de la Electrónica del semiconductor. Tecnos, 1984. Caps. 8-10.

- Desplazamiento de la tarjeta perforada por el disco magnético flexible de bajo costo.

- Los sistemas operativos aumentaron la eficiencia y autonomía de la máquina para efectuar con multiprogramación varios trabajos simultáneamente.

- Lo anterior hace posible terminar con el esquema de fabricación de procesadores a medida y para aplicaciones específicas, científicas y comerciales, con capacidad determinada, lenguajes y programas diferentes para el uso de sus máquinas.

Una de las familias de computadores representativas de la tercera generación fue el sistema 360 de IBM, en el cual se define más la tendencia a facilitar el uso y aumentar sus posibilidades presentándolo en formas, dimensiones y capacidades diferentes, así p.e., el modelo 20 combina la ventaja del cálculo electrónico con la simplicidad del proceso de datos a base de tarjetas perforadas; el modelo 40 tenía la ventaja de su dimensión media.

En 1970 se dispone del IBM 370, cuya memoria virtual permite desarrollar varios trabajos a la vez, y hace factible el acceso a grandes sistemas centrales por numerosos usuarios a través de teleproceso. Colombia ingresó a esta etapa del desarrollo computacional adquiriendo equipos IBM; el control casi completo que esta compañía había tenido sobre el mercado, comenzó a ser compartido en pequeña medida con la Burroughs, siendo ambas las más destacadas compañías del momento. Uno de los primeros equipos de tercera generación fue adquirido por el Incora, pero tuvo un inadecuado empleo y fue subutilizado.

La posibilidad del uso compartido entre varios usuarios, para equipos de gran capacidad se comenzó a aprovechar en Colsistemas, en donde se había adquirido en 1970 un IBM 360-50. A mediados de los 70 se conocen y difunden más los ordenadores con el incremento en la introducción de microcomputadores, ya de reducido tamaño y con la posibilidad de trabajar en tiempo real o interacción directa entre el equipo y el usuario. Lo cuál permite también que comience su introducción en empresas más pequeñas, empleándolo en procesos específicos y de acuerdo a las necesidades de cada organización.

Desde la llegada de los primeros computadores hasta la aceleración del proceso de introducción que se dá en los años 70s, la capacidad de negociación de los compradores y su situación ante las estrategias de las compañías distribuidoras mejora muy lentamente. El control total del mercado por IBM y la falta de competencia, había generado en cierto modo condiciones de compra desfavorables a los clientes, que mejoraron en la etapa de diversificación e ingreso de otras compañías que ocurrió después de 1970. No obstante, se generó una situación especulativa, en donde se competía ofreciendo servicios, ayudas, instalaciones, etc. que en gran parte no se aportaban, generando desconfianza en los compradores y estancamiento del mercado<sup>14</sup>.

En términos generales, nuestro temprano proceso de aproximación a la informática dependió totalmente de los desarrollos tecnológicos norteamericanos, con la particularidad de que se ha reducido progresivamente el lapso de tiempo que transcurre entre una innovación en el mundo industrializado y los primeros esfuerzos de conocimiento y aplicación local. Si bién, se daba una adquisición de equipos, que resulta notablemente rápida si se compara con los largos lapsos de tiempo que el país debió esperar para ver la aclimatación de avances importantes como p.e., la tecnología del alto horno, la máquina de vapor o la electricidad, veremos como resultaba mucho más lento y problemático el surgimiento de una capacidad de negociación y pleno aprovechamiento de la nueva maquinaria.

Hasta 1964 fue lenta la introducción de computadores, solo se trajeron 16, el 7.5% de los que existían en 1975. Como se ha mencionado, fueron industriales del sector privado quienes instalaron los primeros aparatos, a continuación siguió un breve período hasta el comienzo de los 60s, en que la iniciativa paso a las entidades públicas, principalmente en el sector servicios. Después de 1965, ya se observa un liderazgo en el sector privado que se mantiene hasta el presente, pero con la diferencia que el área de

<sup>14</sup> CAMPO, R., RAMÍREZ, E. Op. Cit. p. 29-32.

servicios supera muy ampliamente al sector manufacturero, en 1977 el 67% de los aparatos se había instalado en aquella y el 27.4% en este.

Las primeras aplicaciones del computador se habían dirigido al procesamiento de grandes volúmenes de cifras rutinarias, pero la llegada de

nueva realidad ante la cual se debe dar una preparación. Las medidas arancelarias se van tornando más favorables a su introducción, en 1974 eran del 50%; tres años después se situaron en el 40% y 20% para aparatos desarmados; en 1979 bajaron al 30% y en 1980 al 5%<sup>16</sup>.

**TABLA No. 1**  
**DESARROLLO INFORMÁTICO MUNDIAL Y PROYECCIONES EN COLOMBIA**

ETAPAS	EQUIPO Y ELEMENTO REPRESENTATIVO	PRIMERAS APLICACIONES EN COLOMBIA
1890 - 1940 REGISTRO UNITARIO Tabulación	1890 Máquina de Hollerit (Tarjetas perforadas)	1938 Sistema de tabulaciones (Primer censo nacional)
1946 - 1957 PRIMERA GENERACIÓN	1953 IBM 650 (Tubos al vacío)	1958 Bavaria 1960 Colteger
1958 - 1963 SEGUNDA GENERACIÓN	1960 IBM 1401 (Transistores)	1961 Fabricato EEPP Medellín, Dane
1964 - .... TERCERA GENERACIÓN	1964 IBM 360 (Circuitos integrados)	1965 Avianca Fabricato

aparatos de tercera generación permite extender la programación a tareas administrativas como el control de la producción, planificación a corto plazo, inventarios etc. Desde mediados de los 70s, el microcomputador comienza a extenderse y los desarrollos más importantes se dan en multiprogramación, bases de datos y sistemas de teleproceso<sup>15</sup>.

**ASPECTOS DESTACADOS EN EL DESARROLLO INFORMÁTICO NACIONAL**

Desde fines de los años 60s, diversos cambios normativos y de organización indican que el ingreso de los primeros medios informáticos para el almacenamiento, proceso y transmisión de información y sobretodo su potencial auge en el futuro, comienza a ser apreciado como una

No se trataba solo de aumentos en la cifra de computadores introducidos, sino de realizar una serie de ajustes institucionales, de legislación y organización que eran necesarios para facilitar las primeras aproximaciones a los mecanismos típicos de la sociedad informatizada como las redes de comunicaciones, bases de datos y sistematización. En diversas actividades y sectores como el estatal, bancario, educativo y comunicaciones hay un evidente esfuerzo de aplicación y disposición hacia las nuevas tecnologías. A

<sup>15</sup> CAMPO, R., RAMÍREZ, E. Op. Cit. pp. 35-39.

<sup>16</sup> ACUC-Noticias. Vol. 20, No. 139. Mayo-Junio de 1992. pp. 17-28.

**TABLA No. 2**  
**INCORPORACIÓN DE COMPUTADORES POR ACTIVIDAD ECONÓMICA EN 1977**

Sector	Público	76
	Privado	135
	Total	211

Área	Servicios	143
	Manufactura	58
	R. Naturales	10
	Total	211

Alimentos / Bebidas	9
Química Farmacéutica	18
Textiles / Confecciones	13
Banca / Seguros	25
Universidad	18
Servicios / Asesoría	31
Servicios públicos	58
Otros	39
Total	211

Fuente: El proceso de Transferencia de Tecnología de Computadores a Colombia 1958-1977. p. 34-35.

continuación se señalan algunas realizaciones y momentos claves de nuestro proceso de recepción, tanto de innovaciones como de sistemas integrados de tecnología.

#### 1968

Los decretos 2386 y 3167 fueron el primer esfuerzo gubernamental para establecer una regulación del desarrollo informático. Se trataba de coordinar y hacer eficiente el uso del nuevo recurso en las entidades oficiales, con el objeto de fortalecer la capacidad de dirección y planeación del estado y tecnificar los sistemas de información del país. Adicionalmente, se reorganizaba el DANE y se le asignaban tareas como coordinar y asesorar a las entidades gubernamentales en la compra de tecnología y montaje de sistemas para el procesamiento de datos; crear un sistema de información nacional y establecer un servicio nacional de inscripción, con el cual optimizar el empleo de equipos asignando tiempos excedentes entre entidades. El decreto 131 de 1976, en la misma dirección, integraba la Comisión Nacional de Sistemas con el apoyo del Ministerio de Hacienda, Dane y Colciencias.

#### 1970

Se inician estudios para el primer proyecto de transmisión de datos, que incluyera uso de una red de telex, centrales de conmutación y centrales electrónicas.

#### 1973

El First National City Bank emprende un proyecto para enlazar todas sus oficinas con una red de teleproceso. Comunicando sus sucursales con una red telefónica a un computador 360-25 se manejarían cuentas corrientes, contabilidad y préstamos.

#### 1974

El decreto 1039 crea el Concejo Nacional de Informática y sus comisiones sectoriales, la Secretaría de Organización e Inspección de Administración Pública y la Oficina de Informática, entidades que debían funcionar de modo coordinado para integrar los sistemas de información, asesorar el montaje de estructuras de procesamiento de datos y definir los mecanismos de utilización.

#### 1975

La dirección de impuestos nacionales autoriza a los usuarios que emplean computador, la presentación de algunos anexos de información en cinta magnética, que sería devuelta después de su examen.

Los bancos comienzan a adoptar para las transacciones de cheques, el canje electrónico con ayuda de computador y equipo auxiliar. Se anti-

cipaba así la transferencia electrónica de fondos que luego se extendería al manejo de tarjetas de crédito y pago de nóminas.

#### 1976

- El Centro Latinoamericano de Automatización Bancaria reunido en Bogotá presentó un sistema de banco de datos apoyado por la Asociación Bancaria de Colombia, en el cual se reunía información sobre economía monetaria, precios, comercio exterior, índices, estadísticas y modelos de comportamiento.

- La resolución 523 creó el Centro de Cómputo del Sector Educativo, estaría administrado por el Icetex para cumplir varias funciones, entre ellas procesar toda la información de los establecimientos educativos.

- El Servicio de Salud de Bogotá, empleando equipos IBM-370-35 y 3270 organizó el Sistema de Datos Médicos Telecomputados (DMT), en el cual se coordinaban cuatro subsistemas: registro, información médica, asignación de citas y administración de camas.

- Varias disposiciones tributarias y sobre Procesamiento Electrónico de Datos, reglamentaron el uso de computadores para suministrar información tributaria; hicieron obligatorio en algunos casos la presentación de información contable en cinta magnética y le dieron el valor de documento de contabilidad a esa forma de relacionar los datos.

#### 1978

- La Fundación Servicio Jurídico Popular, instaló una base de datos con todos los textos de leyes y decretos vigentes y no vigentes en todas las especialidades.

#### 1979

- El Departamento Nacional de Planeación diseñó el Centro Nacional de Información, que tendría diversos contenidos y series de tiempo consultables en español.

- La división de Sistemas de Ecopetrol, creada desde 1964, procesaba en forma unificada to-

das las aplicaciones comerciales, administrativas y programas técnicos en ingeniería química, de petróleos, mecánica y geología.

#### 1981

- El Centro Distrital de Sistematización y Servicios Técnicos creó un centro de cómputo al servicio de las entidades del Distrito Especial de Bogotá. Contaba con equipos, técnicos y red de teleproceso para consultar información sobre la ciudad y apoyar así la planeación.

#### 1982

- Publicar S.A. diseñó la automatización del servicio de información telefónica de Bogotá.

- El decreto 2328 encargó a Telecom la contratación de los estudios para instalación y prestación de los servicios de transmisión de datos y dispositivos de interconexión. También se asignaron al Ministerio de Comunicaciones tareas de control sobre importación, ensamble o fabricación de equipos de equipos para transmisión de datos.

- El sector bancario comenzó a incorporar los sistemas en línea, el cajero automático, el teleproceso y las bases de datos.

#### 1984

- El decreto 148 reglamentó los servicios de transmisión de información codificada para correspondencia pública.

- Durante la severa restricción de importaciones y la polémica sobre si era posible producir computadores localmente, la empresa Diselec Ltda fabricó el DISCOP 1, primer microcomputador elaborado en el país, se había hecho con un 30% de partes importadas y era ofrecido a un precio inferior al de las marcas más conocidas.

#### 1986

- Se instaló la Red Experimental de Transmisión de Datos en la modalidad de conmutación de paquetes de información, con cuarenta puertos en la red nacional y cuatro en la internacional. Tenía el propósito inicial de formar técnicos y usuarios

para operar en el futuro la Red Pública de Transmisión de Datos.

- Se creó el Concejo Nacional de Informática, tenía por función asesorar a la industria informática nacional y al gobierno en esas materias.

#### 1987

- El Icfes sistematizó el 80% de sus actividades, en un proceso que se había iniciado dos años atrás; inició otros proyectos como el Sistema Integrado de Información para la Educación Superior y el Programa para el Desarrollo de la Capacidad de Investigación, el último de los cuales incluía el montaje de una Red Nacional de Comunicaciones para la Educación Superior.

- El Icontec inició en el país el sector 40 del Sistema de Procesamiento de Información con el fin de adoptar normas internacionales y ajustarlas a las condiciones nacionales en áreas como juegos de caracteres, codificación de información, telecomunicaciones, soporte magnético flexible para el intercambio de información numérica, interconexión de equipos, sistemas aplicados a la oficina, lenguajes de programación, discos ópticos, etc.

#### 1989

- Telecom contrató con AT&T americana la instalación del cable submarino de fibra óptica para los servicios internacionales de telecomunicaciones. El cable submarino transcaribeño TCS-1 enlaza al país con Estados Unidos y países del Caribe como Puerto Rico, República Dominicana, Jamaica. La capacidad inicial con Estados Unidos era de 1890 circuitos, aumentables a 9450 con tecnología de compresión de bits (DBCM), para garantizar suficiente capacidad hasta el año 2010.

#### 1992

En la dirección de impuestos nacionales se avanzó en la informatización de tareas operativas como:

- Empleo de imágenes para automatizar la administración del sistema de información documental.

- Uso de discos ópticos para almacenar la información de respaldo.

- Automatización de correspondencia con correo electrónico y scanners.

- Empleo de tutores automatizados para entrenar funcionarios.

- Paso de las comunicaciones analógicas a digitales y cableado inteligente.

#### 1995

Inagurada planta para ensamble de productos Acer en Bogotá.

### LA DESILUSIÓN DEL COMPUTADOR COLOMBIANO

En el curso de dos décadas, en el país se comenzaron a aprovechar los logros de la tecnología informática; se acortaba el tiempo de llegada de nuevos modelos y su difusión era cada vez más rápida, al tiempo que se estructuraban elementos de apoyo y aplicación como los que se reseñaron antes. Se produjo desde mediados de los ochenta, una notable incorporación de equipos en los principales sectores de la economía colombiana; los microcomputadores se destacan como el aparato más empleado y son en su orden los servicios, comercio e industria los sectores que mayor número de equipos de todas clases han adquirido.

No obstante, las mejoras cuantitativas y avances diversos en torno al empleo de la informática, en estos niveles del desarrollo parece agudizarse para Colombia el problema de la dependencia tecnológica y resultan más complejos los obstáculos a superar cuando se pretende realizar adelantos.

A este respecto es significativa la discusión acerca de la conveniencia o no de fabricar microcomputadores en Colombia que se dio a fines de la década pasada. Con el precedente de haber diseñado el DISCOP, primer microcomputador producido en el país en 1984, sus fabricantes presentaron entusiastas argumentos en favor de la idea de incursionar en ese campo, con la posibilidad de emular desarrollos

como los de Corea. Las principales razones expuestas para sustentar estas y otras posibilidades de la industria electrónica nacional fueron<sup>17</sup>:

- Los bajos costos de los aparatos producidos localmente permitirían importantes ahorros de divisas.

Un sector de analistas era altamente escéptico al respecto; consideraban que: la propuesta podía implicar una pérdida de divisas superior a la actual al tener que importarse forzosamente gran número de componentes; podía ser más viable elaborar otros productos con mayor demanda, diseños más estables, menos complejos y exi-

Sector	TIPO DE EQUIPO				
	Mainframes	Minicomput	Microcomp	Total	Porcentaje
Industria	70	732	12610	13412	5.8
Gobierno	64	428	12391	12883	5.6
Comercio	40	225	28935	29200	12.7
Educación	10	127	4119	4256	1.8
Servicios	151	344	169348	169843	73.9
Total	335	1856	227403	229594	100

- Se aprovecharía la experiencia acumulada por varias empresas en el campo de los equipos para soporte.

- La asociación con fabricantes europeos para comprar partes en gran escala garantizaría la reducción de costos.

- Se establecerían programas de homologación, pruebas y mediciones de productos para garantizar el nivel de calidad.

- Por medio de convenios y contratos de asociación, licencias u otras formas se buscaría transferencia de tecnología.

- El Estado podría aplicar disposiciones sobre apoyo a la industria nacional y adquirir para las entidades oficiales equipos, periféricos y suministros de fabricación nacional, cuya calidad hubiera sido certificada por organismos competentes.

gentes en investigación que los computadores, p.e., electrodomésticos; se habían dado ya intentos de ensamble, que no pasaron de elaborar "clones" de dudosa calidad y pobre garantía; si se aplicaban disposiciones de protección que obligaran a utilizar tales productos, sería inevitable el atraso tecnológico por tratarse de un sector de rápido cambio.

Al margen de entusiasmos y escepticismos, la industria electrónica nacional apenas iniciaba su desarrollo, con un sector de empresas pequeñas de reciente fundación elaborando artículos de cada una de las subramas, p.e., indicadores digitales, alarmas, temporizadores, reguladores y estabilizadores de voltaje, equipo de telecomu-

<sup>17</sup> La Industria de los Computadores en Colombia. En: Computerworld. No.4, septiembre de 1989.

nicaciones y electrónica de entretenimiento; se comenzaba a avanzar en el campo de los componentes con la elaboración de circuitos impresos de una cara y de doble cara, transformadores, bobinas, parlantes y antenas<sup>18</sup>.

Un campo tan exigente como la elaboración de semiconductores, estaba fuera del alcance de los fabricantes nacionales, para los que se presentaban mejores perspectivas produciendo equipos electrónicos de control (realimentados y secuenciales) para la industria con semiconductores importados; del mismo modo que fuentes y equipos de electromedicina, que por ser demandados en pequeños volúmenes, carecían de atractivo para los productores extranjeros<sup>19</sup>.

Aunque existe poca información, respecto a hardware y software no parece que se avanzara mucho. En general se ha aceptado, por inevitable, el supuesto que asevera: "...la correcta aplicación de la informática, y de los computadores en particular, tienen un multiplicador mucho mayor que el del esfuerzo dedicado a fabricarlos", pese a ello, en varios campos más que correcta aplicación han abundado los errores y dificultades en el camino hacia una asimilación plena, óptimo aprovechamiento y capacidad de gestión del nuevo recurso.

### MASIFICACIÓN DEL MICROCOMPUTADOR EN EL SECTOR INDUSTRIAL

En los últimos años de la década de los 80s, en parte por cambios tributarios estimulantes, se incrementaron las inversiones y se produjo un gran avance de la informática en el sector industrial; de ese proceso se puede destacar que el 95% de los equipos incorporados a la industria son microcomputadores y la pequeña empresa adquiere casi la tercera parte de ellos, accediendo así a uno de los elementos fundamentales de la revolución informática.

Para las empresas pequeñas las aplicaciones más usuales del microcomputador se hicieron en actividades de cartera, nómina, contabilidad, inventario y facturación; más de la tercera parte de las empresas usaban el computador como un instrumento para contabilidad y otra tercera parte como un instrumento para la gerencia<sup>20</sup>.

De acuerdo a indicadores aplicados para evaluar el nivel de aprovechamiento y acierto en el empleo de microcomputadores, se identificaron tres grupos: un 18% de empresas en donde se logró desarrollar todas las aplicaciones posibles y existió total asimilación del equipo; un 67.5% en donde después de problemas moderados se llegó a un relativo buen uso de algunas aplicaciones; y un 14.5% donde las aplicaciones no funcionaban bien y existían muchas dificultades para un empleo adecuado o el fracaso era total.

A nivel general, el desarrollo de la sistematización ha sido más notorio en áreas de producción y mercadeo; los cambios en ésta última actividad han impactando más las empresas grandes. En el área de administración se realizaron también importantes aplicaciones, pero con notorio descuido de las actividades de planeación, en donde no se ve un interés especial por emplear los recursos informáticos<sup>21</sup>.

En la generalidad del sector se nota una muy baja inversión en aplicaciones y programas, apenas el 10% del valor total de inversión en hardware, lo que parece indicar que aún no se aprecia suficientemente la información y los sistemas de información como recursos estratégicos<sup>22</sup>.

### LA AUTOMATIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

Como hemos visto, fueron empresas industriales las primeras en instalar computadores en el país y emplearlos en procesos administrativos y contables; sin embargo, el empleo de tecnologías informatizadas y computarizadas en labores de producción, p.e., el control numérico, solo comenzaría en los años ochenta.

<sup>18</sup> MORA, V. La Industria Electrónica y su Importancia para la Economía del País. en: Ciencia, Tecnología y Desarrollo. No. 1-4, Enero-Diciembre 1989.

<sup>19</sup> MORA, V. Op. Cit. pp.102-104.

<sup>20</sup> McENIRY, M. La Utilización de los Microcomputadores en la Mediana y Pequeña Industria Colombiana. En: Colombia Gráfica 86. Andigraf, p.98.

<sup>21</sup> CNC Centro Nacional de Consultoría. Estudio sobre la Evolución de la Informática en Colombia. Vol. III, sector Industrial. pp. 132-134.

<sup>22</sup> CNC. Op. Cit.

La automatización a nivel mundial, tuvo dos vías de desarrollo, los avances de base electromecánica y los de base microelectrónica; la realización de estas dos variantes del cambio técnico, que hasta cierto punto son también períodos distinguibles en la historia tecnológica, ha sido caracterizada en relación con la estructura de producción y diferenciada del siguiente modo:

*"Generalmente esta última [electromecánica] ha estado vinculada a economías de escala de gran tamaño, en la producción masiva de un determinado bien o servicio, de forma continua y con el menor número de modificaciones posibles para no alterar el resultado final: altos rendimientos vía grandes volúmenes; de ahí que consista en una automatización rígida y relacionada solo con grandes volúmenes de producción. Por el contrario, la automatización con apoyo en la microelectrónica e informática es altamente flexible, no necesariamente relacionada con economías de escala de gran tamaño, permitiendo una estructura diversificada de la producción, tanto para los procesos tecnológicos de flujos continuos como para los de formas discontinuas en pequeña escala"<sup>23</sup>.*

En Colombia, a pesar de alguna incorporación de máquinas herramientas computarizadas en empresas de bienes de capital y agroindustria a mediados de la década del setenta, un proceso más consistente y claro se advierte entre 1981 y 1983; es una primera etapa que coincide con la fuerte recesión industrial del momento, y resulta seguida de una pausa o disminución del ritmo de inversiones y luego una reactivación del cambio técnico entre 1986 y 1987<sup>24</sup>. El entorno económico de competencia intensificada y lucha por los mercados al comienzo de los 80s, más que la política económica o la necesidad de sustituir mano de obra, son los factores que motivan a los empresarios a realizar la inversión en nuevas tecnologías.

La difusión de estas innovaciones en las distintas ramas, no deja de estar limitada por el tamaño y estabilidad del mercado y contribuye a fomentar la heterogeneidad técnica existente; por lo anterior, ha sido un proceso con desigual extensión y variadas formas de aplicación: desde controles electrónicos puntuales adaptados a sistemas convencionales ya existentes hasta líneas

de producción nuevas y más completas en algunas empresas; procesos y equipos propios de la era electromecánica, al lado de otros representativos de la microelectrónica.

Si se considera este momento tecnológico de la industria en términos puramente cuantitativos de su significación como inversión, puede afirmarse que no iguala a períodos anteriores en que el nuevo acervo de capital incorporado llegó a representar más de la mitad del total de la economía. Aunque estas aplicaciones locales de la tercera revolución industrial, no producen una transformación rápida y completa del aparato productivo, al lado de otros factores y condiciones del desarrollo empresarial, si llegan a determinar significativos y heterogéneos cambios económicos y laborales.

En nuestro medio, electromecánica y microelectrónica concurren al mismo tiempo, en algunos casos se complementan, en otros la primera anticipa o favorece el avance de la segunda; lo más notorio es la mayor difusión de aplicaciones tecnológicas de base electromecánica; en ramas como p.e., la industria textil, esta innovación representa un esfuerzo por elaborar productos ya conocidos, pero ampliando la escala de producción y la capacidad competitiva. El avance dentro de esta línea de desarrollo y la aproximación a procesos más continuos y con altos volúmenes de producción, conduce a las primeras aplicaciones microelectrónicas con la instalación de nuevos tipos de control, como ocurrió en la industria papelera<sup>25</sup>.

<sup>23</sup> URREA, F. 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. Colciencias, 1988.. p. 239.

<sup>24</sup> AYALA, U. BERNAL, M. MÉNDEZ, J. Automatización Industrial y Formación Técnica Profesional, CEDE, 1986. MORENO, F. MATAMOROS, M. GÓMEZ, B. La automatización Programable en la Metalmecánica Colombiana. TECNOS, 1990. CEBALLOS, H. MUÑOZ, E. GONZÁLEZ, Jorge. Caracterización Tecnológica e Impacto de las Nuevas Tecnologías en el Sector Fabricante de Autopartes Metalmeccánicas. Universidad Nacional, 1990. URREA, F. Tendencias del Cambio Tecnológico y sus Efectos sobre la Estructura Ocupacional y del Empleo en los Sectores Modernos del Valle del Cauca, 1987.

<sup>25</sup> Op. Cit.

La automatización de base microelectrónica aporta a los procesos de fabricación muchas posibilidades de diversificación; facilidad de control, versatilidad y precisión; así como economías en energía, tiempo y materia prima. En Colombia este tipo de automatización aparece ligada a una búsqueda de expansión en la producción y la elaboración de nuevos productos, siendo el sector autopartes el más destacado en

de nuevas tecnologías informatizadas y computarizadas de control numérico.

- Algunos datos generales permiten evaluar el mayoritario equipo convencional del sector. A fines de los 80s, la quinta parte de las máquinas tienen más de 30 años de uso y un 25% se encuentra en el umbral de la obsolescencia física;

**TABLA No.4**  
**EQUIPO INFORMÁTICO EN LA INDUSTRIA POR TAMAÑO DE EMPRESA. 1990.**

Equipos	Pequeña	Mediana	Grande	Total
Mainframes		26	43	69
Minis	99	371	262	732
Micros	4752	3878	3979	12609
Máquinas CNC		320	137	457
Robots		51	2	53
Estaciones CAD		230	53	283
Total				14202

Fuente: CNC. Vol. III, Sector Industrial

este proceso con la introducción de control numérico para fabricar moldes y troqueles con electroerosionadoras.

**METALMECÁNICA: UNA RAMA ILUSTRATIVA**

Dentro del sector industrial, la metalmecánica se ha destacado por la introducción de un buen número de avances y aplicaciones de la revolución electrónica al proceso productivo; como a continuación se resume, su situación refleja las particularidades de este reciente proceso de cambio tecnológico<sup>26</sup>:

- Se produjeron importantes innovaciones en los últimos 25 años, a pesar de lo cual el país avanzó poco en la tarea de superar la situación de retraso técnico, tanto a nivel mundial como a nivel latinoamericano. Las nuevas tecnologías se aplicaron en todos los subsectores de la metalmecánica, pero es en transporte y autopartes donde se registró un mayor número de innovaciones, superando dos veces a los de bienes de capital y agroindustria en aplicación

hay un 30% de participación de máquinas de segunda.

El mando de las máquinas es manual en un 60%, neumático en un 12%, neumático y/o electromecánico 13%, computarizado 5%, electrónico 2%. En cuanto a la precisión en el acabado que pueden ofrecer tales máquinas, el 62% garantiza décimas, el 30% centésimas y el 8% milésimas; las tareas de mantenimiento son inadecuadas, sin procedimientos de programación, métodos y registro estadístico de fallas, el 62% de las empresas realiza un mantenimiento solamente correctivo, el 34% preventivo y correctivo, el 4% predictivo, preventivo y correctivo.

Varios estudios coinciden en señalar la subutilización de los equipos: para Córdoba casi

<sup>26</sup> CORDOBA, N. El Estado Tecnológico de la Industria Metalmeccánica y sus Máquinas Herramientas, un Problema de Obsolescencia. Mimeo, U.N. SENA, 1990.

la mitad de las máquinas de todo tipo operaban menos de una jornada diaria; en tanto que otros autores indican que las máquinas herramientas de control numérico MHCN operaban 16 horas diarias, o sea un 66% de su capacidad instalada y se utilizaban menos que el resto del parque.

- Las máquinas de la era del control numérico, representaban aproximadamente el 2.5% del equipamiento total del sector y se empleaban en la fabricación tanto de productos sencillos como complejos; las que han sido introducidas al país no son de la más alta calidad y tienen de 15 a 20 años de atraso frente a los modelos más recientes<sup>27</sup>. Puede afirmarse en consecuencia, que el equipo avanzado no transformaba aún el panorama tecnológico, sino que coexistía con máquinas herramientas convencionales de mando manual tales como tornos paralelos, limadoras, cizallas, etc., que se usan muy intensamente sin que se advirtiera aún tendencia a su desplazamiento; el viejo equipo actuaba paralelamente realizando las mismas tareas, en fases previas o posteriores a la etapa que fue automatizada.

- En el sector predominan las tecnologías tradicionales y procesos convencionales para elaborar una variedad de productos de metalistería tradicional, fundamentalmente en series pequeñas y medianas. Los procedimientos más empleados son de desprendimiento y sin arranque de material, fundición clásica, soldadura común con electrodo manual y punto a punto y armado de estructuras metálicas. Las innovaciones del control numérico para el maquinado y la electroerosión con electrodo o con hilo, representan más del 80% de las nuevas tecnologías, otras son fundiciones especiales y microfundición, soldaduras especiales y automatizadas, soldadura eléctrica sin fundente y arco sumergido, y el corte con plasma.

- El rol del personal técnico reflejaba también la situación predominante, la mayor parte de ingenieros se ocupa de tareas administrativas (asesorías, ventas, representaciones, etc.) y en menor medida de actividades técnicas como diseño de producto, procesos, calidad, etc. El diseño de producto se encontraba muy poco desarrollado, lo usual era la continua repetición de productos extranjeros, de modo que el 65% son procesos de copia, 25% adaptación y solo 10% puede ser considerado de innovación.

El diseño asistido por computador CAD se introdujo desde 1986, cinco años después de la entrada del control numérico. Las empresas grandes que lo han incorporado han mejorado su manejo de planos y acople de diseños, pero sin realizar diseño propiamente dicho, sino el dibujo de planos a partir de diseños ya establecidos. Al adquirir el CAD se pensó integrar el diseño a la producción, pero no se ha desarrollado e integrado la manufactura asistida por computador CAM. Los programas de formación tecnológica estaban aportando muy poco a las necesidades del sector, ya que los programadores se siguen capacitando principalmente a través de los vendedores de la maquinaria y con instrucción recibida en el exterior, los operarios también por las compañías vendedoras y por los programadores.

- El examen de las motivaciones para introducir nuevas tecnologías en empresas metalmeccánicas, mostró que las principales razones que se tomaban en cuenta eran de política corporativa como el deseo de modernización, autoexigencia de calidad y precisión y el interés por fabricar nuevos productos; eran también importantes las razones de exigencia competitiva en los mercados y en última instancia se colocaban razones como la necesidad de fabricar eficientemente pequeños lotes, reducción de costos laborales, escasez de personal calificado en equipo convencional y deseo de ahorrar energía y materiales.

Lo anterior significa que se daba mayor importancia a los criterios subjetivos o programáticos de la empresa y un menor peso de evaluaciones técnicas de inversión. De acuerdo a las respuestas, la mayoría de los empresarios, aún los de mayor capacidad económica, no se asesoraba ni realizaba evaluaciones sistemáticas y detenidas antes de elegir las máquinas herramientas de control numérico que instalarían, para ellos tendrían más importancia aspectos cualitativos y

<sup>27</sup> MORENO, F. MATAMOROS, M. GÓMEZ, V. La Automatización Programable... Op. Cit. pp. 113-115. Estudio basado en una encuesta a 44 empresas de las principales ciudades colombianas que introdujeron equipos avanzados durante los años 80s.

procedimientos intuitivos que consideraciones sobre las necesidades objetivas de la producción, ingeniería industrial, coordinación del proceso productivo, recurso laboral disponible, etc.

Diversos indicios señalan que la situación que se ha descrito para la metalmecánica en el período considerado puede ser extensible a otras ramas industriales, así p.e., en un sector de tanta importancia por su incorporación de equipo microelectrónico como el de artes gráficas, el tipo de criterios y mecanismos de selección de la tecnología hace parte de un problema general de deficiente gestión tecnológica. Uno de cuyos aspectos es el de un amplio sector de pequeñas empresas con desinformación y falta de parámetros objetivos y confiables para adquirir maquinaria: "La empresa compra los equipos y después decide para qué le sirven, y en otras simplemente fueron adquiridos sin tener conocimientos de su utilidad y ventajas, solo después ante su incapacidad para manejarlos recurren al SENA a que les organicen programas de adiestramiento en su uso"<sup>28</sup>.

#### BIBLIOGRAFÍA

AYALA U., Bernal M., Méndez J., "Automatización industrial y formación técnica profesional", CEDE 1986.

CAMPO R., RAMÍREZ E., "El proceso de transferencia de tecnología de computadores a Colombia 1958 - 1977", mimeo Facultad de estudios Interdisciplinarios Universidad Javeriana 1978.

CEBALLOS H., MUÑOZ E., GONZÁLEZ Jorge "Caracterización tecnológica e impacto de las nuevas tecnologías en el sector fabricante de autopartes metalmecánicas", U.N. 1990.

CNC Centro Nacional de Consultoría, Estudio sobre la evolución de la informática en Colombia 5 Vols.

IBM, Historia de la computación: el siglo del procesador electrónico, ACIS 1990.

MAYOR A., "Historia de la Industria Colombiana 1930 - 1968", en Nueva Historia de Colombia, Vol V, pág. 351.

MORENO F., MATAMOROS M., GÓMEZ B., La automatización programable en la metalmecánica colombiana, Tecnos 1990.

ROSEMBERG Nathan, Progreso técnico: el análisis histórico, Oikos-tau Barcelona 1992.

URREA F., "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, Colciencias 1988.

URREA F., "Tendencias del cambio tecnológico y sus efectos sobre la estructura ocupacional y del empleo en los sectores modernos del Valle del Cauca" 1987.

WEISS A., CASTAÑEDA W., VALERO E., "Periodización y etapas de desarrollo de la técnica y el trabajo en Colombia 1870 - 1970", 1996.

WILLIAMS T., Historia de la tecnología Vol 5 Siglo XXI 1987.