

# INGENIERÍA INDUSTRIAL. PRÁCTICA E IDENTIDAD PROFESIONAL EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA ELECTRÓNICA EN LA CIUDAD DE TIJUANA

MARÍA RUTH VARGAS LEYVA\*

\* *Instituto Tecnológico de Tijuana*

## INTRODUCCIÓN

Los cambios tecnológicos y económicos que experimenta la economía mundial replantean la necesidad, en la mayoría de las profesiones, de una formación profesional distinta a la del pasado. Este cambio considera el hecho de que “la consolidación de un modelo ideal de profesión responde histórica y socialmente al predominio de un determinado ejercicio de la práctica profesional”<sup>1</sup>. En el caso de las ingenierías, particularmente aquellas cuya práctica profesional tiene un espacio concreto de realización, éstas presentan los cambios más significativos, apuntando a una redefinición de las funciones de los ingenieros, que se relacionan con un cambio en la práctica profesional que va de la mano a la mente.

Si bien en los últimos cincuenta años la educación en ingeniería a nivel mundial ha estado sometida a una actualización permanente, en las dos últimas décadas obliga a una revisión de la práctica profesional en ingeniería, modificada radicalmente por la creciente utilización productiva de los conocimientos científicos y tecnológicos, el surgimiento de una economía basada en nuevos modos de crear y utilizar el conocimiento, y una infraestructura básica para la producción que se sustenta en tecnologías de información, lo que apunta a cambios en la práctica profesional.

Entendemos por práctica profesional el conjunto de actividades que derivan de los instrumentos de trabajo, de los métodos y formas de organización social del trabajo, de las exigencias de agencias normativas y de estándares internacionales, condicionado por la dinámica económica y por el conjunto de interacciones y de relaciones con el público. Esta práctica profesional se relaciona con una formación básica que permita sucesivas especializaciones posteriores y una mayor capacidad de adaptación y versatilidad profesional. Si bien hay en México una variedad de artículos que abordan el cambio en la formación de ingenieros<sup>1</sup>, no hay evidencia empírica de la intensidad y dirección de este cambio.

El objetivo de este trabajo es identificar la práctica profesional de los ingenieros industriales en la industria maquiladora electrónica en la ciudad de Tijuana, y los problemas de identidad profesional que derivan de ella en el marco de la reestructuración industrial.

El supuesto de la investigación es que la práctica profesional de los ingenieros industriales en la industria maquiladora electrónica:

- Presenta demandas generales a todas las ingenierías y demandas específicas de la profesión.
- Se diferencia de la práctica profesional de otro tipo de ingeniero
- Es semejante a la práctica internacional en ingeniería industrial.

---

<sup>1</sup>Teresa Pacheco, *La organización de la actividad científica en la UNAM*, CESU/UNAM/ Porrúa,1995. .

<sup>1</sup>Ver Jorge Arganz, “El desafío de incorporarnos a un mercado más amplio” en *Ingeniería Civil*, Núm.309, enero de 1995; Arturo Barba, “La enseñanza de la ingeniería en los Estados Unidos” en *Investigación Hoy*, julio-agosto de 1995; Oscar Buen López, “La formación de los futuros ingenieros” en *Ingeniería Civil*, Núm.309, enero de 1995; Jorge Hanel y Huascar Taborga, “Formación de ingenieros frente a la globalización” en *Revista de la Educación Superior*; Diodoro Guerra, “La calidad del ejercicio profesional en México y sus perspectivas frente a los retos de la globalización” en *Globalización de la Educación Superior*, SEP, 1994; Manuel Cobarrubias, “Ingeniería y sociedad” en *Ingeniería Civil*, Núm. 310, julio de 1995; Daniel Reséndiz, “Práctica y enseñanza de la ingeniería civil en México” en *Ingeniería Civil*, Vol.LXIII,Núm. 1, 1992;Ricardo Vidal, “El perfil de los ingenieros hacia el siglo XXI” en *Ingeniería*, Vol.LX, Núm.2,1990.

La práctica profesional es un referente importante. En ella convergen la calidad de la formación profesional escolarizada, el avance del conocimiento, el cambio y la innovación tecnológica, las nuevas formas de organización productiva y las presiones de agencias normativas. En la industria maquiladora electrónica la práctica profesional de los ingenieros deriva, en lo general, de un esquema de producción flexible con carácter global, que da lugar a diferentes espacios de práctica profesional, dependiendo de las características tecnológicas y organizativas de las empresas, de las estrategias que vinculan el diseño con la manufactura, de la índole de las relaciones con agentes externos y de la posición estratégica del corporativo. Estos espacios, en mayor o menor medida, se caracterizan por el cambio técnico, la innovación y el aprendizaje tecnológico, en un sector que presenta un intenso proceso de reestructuración productiva. En este contexto, numerosos trabajos reportan el problema de identidad profesional de los ingenieros<sup>2</sup>. Alexander<sup>3</sup> señala tres razones que dan cuenta de ello en los Estados Unidos: el número de personas que se nombran a si mismo ingeniero industrial, sin serlo; el número de ingenieros industriales registrados en otras asociaciones, y; la baja tasa de registro de los ingenieros industriales en sus propias asociaciones. En el caso de la industria maquiladora en el norte de México, la demanda de ingenieros, mayor a la oferta, propicia el reclutamiento de una variedad de éstos (mecánicos, eléctricos, electrónicos, químicos, bioquímicos, etc.) orientados a la manufactura, lo que da lugar a la creencia generalizada de una práctica profesional de los ingenieros industriales no diferenciada de la de otro tipo de ingeniero.

La construcción de la identidad profesional se inicia en la institución escolar, se consolida en el ejercicio de la profesión, obtiene el reconocimiento en el acceso a responsabilidades y se lleva a cabo a partir de un espacio de identificación común. El problema de identidad profesional en algunas carreras, particularmente la de ingeniería industrial, se relaciona con el significado atribuido tradicionalmente a las profesiones y los cambios en el significado de las mismas, con la dilusión de áreas de trabajo, la desaparición de departamentos tradicionales y el “desmantelamiento” de las categorías profesionales.

## CAMBIOS EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

En la última década la ingeniería industrial experimentó diversos cambios, pasando de los métodos mecánicos a los métodos electrónicos, de procedimientos de diseño cualitativo a nuevas técnicas que requieren modelación, simulación y amplio empleo de estadísticas; de un enfoque centrado en la producción a un enfoque integrador de sistemas. El interés pasó de sistemas relativamente pequeños a macrosistemas, y de la medición de las actividades y diseños de espacio de trabajo al diseño y análisis de sistemas más grandes y complejos.

Sánchez Mejía identifica cinco etapas en la evolución de la ingeniería industrial<sup>4</sup>:

- a) Convencional (tiempos y movimientos, métodos de trabajo, etcétera).
- b) Que utiliza modelos (investigación de operaciones, toma de decisiones, etcétera)
- c) Apoyando un sistema de información.
- d) Con base en la cibernética y la Teoría General de Sistemas.
- e) Vinculada con el comportamiento humano en la búsqueda de excelencia competitiva.

En la década de los ochenta, esta evolución produjo un cambio en las funciones que los ingenieros industriales atienden. La profesión también da cuenta de la función social de incrementar la productividad con el objeto de generar bienestar compartido por los trabajadores, técnicos, administradores, inversionistas, gobierno y

---

<sup>2</sup>Ver Gay A. Ferguson, “Looking beyond the name to demonstrate real IE value” y Dave Alexander, “What do you believe are the biggest challenge for the industrial engineering profession?” , ambos en *Industrial Engineering* , Vol. 24, Núm.12, diciembre 1992, pp.40-48.

<sup>3</sup>*Idem.* p.41.

<sup>4</sup>Carlos Sánchez Mejía, “Ingeniería Industrial, una demanda nacional” en *Ingeniería*, Vol. LXIII, Núm.4, octubre- diciembre de 1998.

público<sup>5</sup> independientemente del sistema económico, sectores o ramas industriales o de servicios. De esta manera la profesión incorpora explícitamente tanto el objetivo técnico como el objetivo social que caracteriza a la ingeniería en el mundo moderno.

En México, la ingeniería industrial es uno de los veinte programas más demandados en educación superior y el de mayor concentración de población en el área de ingeniería. En 1995 representó el 5.1% del total de alumnos en educación superior, y el 39% de la población inscrita en los Institutos Tecnológicos. El objetivo de la carrera difiere por tipo de institución. En instituciones privadas se concibe al ingeniero industrial como un coordinador de todas y cada una de las actividades involucradas en los procesos de producción, desde su diseño hasta su implementación y puesta en marcha, con un amplio manejo de negociación con otros países. En instituciones públicas como los Institutos Tecnológicos, se le concibe como un profesional dirigido a “incrementar los índices de productividad a través del diseño de sistemas que hagan el mejor uso de los recursos disponibles de la organización”<sup>6</sup> enfocándose : a) al área operativa como soporte de la producción, al control de calidad, la solución de problemas en línea o al entrenamiento; b) la optimización de sistemas o procesos en cuanto a costos, uso de recursos, flujo de materiales, estandarización de procedimientos y grupos de trabajo; y c) al diagnóstico y anticipación del cambio organizacional a través de la planeación estratégica, modelos de liderazgo, relaciones humanas y comunicación organizacional.

En las instituciones privadas, las diferencias de énfasis se plasman en el currículo a través de la organización de los planes de estudio, el trabajo departamental y la presencia de “cursos sello” que se dirigen a fortalecer la comunicación oral y escrita, los valores en el ejercicio profesional y las actitudes personales. En el caso de los Institutos Tecnológicos el currículo, flexible, presenta ausencia de estos cursos, variando las especialidades por regiones.

En el ámbito internacional, las funciones del ingeniero industrial se han definido como la habilidad para optimizar procesos y sistemas, desarrollar modelos, realizar análisis económico, diagnosticar y resolver problemas y llegar a soluciones creativas. Un agente de cambio cuyo reto no es sólo optimizar lo que existe sino crear e implementar procesos e integrar los procesos globales de la compañía. En 1993, el National Council of Examiners for Engineering and Surveying (NCEES) en Estados Unidos<sup>7</sup>, identificó como áreas de conocimiento en la práctica moderna de los ingenieros industriales: probabilidad y estadística; software, hardware y sistemas operativos; medición e instrumentación, estándares e investigación de operaciones; principios de administración, ergonomía e ingeniería humana, métodos de trabajo y técnicas de medición; materiales y procesos de manufactura; ciencia de materiales y sus propiedades físicas y mecánicas; análisis y diseño de sistemas, así como análisis de costos e ingeniería económica; confiabilidad, análisis de falla y estadística para el control de calidad.

Desde la perspectiva internacional las tendencias en la formación de ingenieros industriales manifiesta en un interés renovado y diferente en las funciones tradicionales; en el énfasis en la información tecnológica en el rediseño de procesos; en el enfoque a procesos y sistemas y en la tendencia hacia la administración de la tecnología y la información. En general, la educación en ingeniería industrial tiende a cubrir un amplio espectro de funciones técnicas y gerenciales, con incremento del poder de decisión a todos los niveles, y en muchos casos, una ampliación de la práctica profesional fuera del campo de exclusividad de la manufactura<sup>8</sup>.

En los últimos años, y como resultado del cambio tecnológico, del nuevo paradigma productivo y del proceso de globalización productiva, hay una brecha en el ámbito mundial entre las demanda de educación en ingeniería industrial y lo que el sistema educativo produce<sup>9</sup>. Las nuevas tecnologías han mejorado la precisión y la velocidad en la producción y han incrementado la posibilidad de cubrir una mayor variedad de intereses; la consideración de la empresa como sistema sociotécnico se ha acompañado de la implementación de un modelo

---

<sup>5</sup>Teresa Pacheco, Ibidem.

<sup>6</sup>SEP. Ibidem.

<sup>7</sup>W.J.Kennedy, “ New professional Engineering Exam Format for 1993”, en *Industrial Engineering*, Vol. 25, núm.13, enero 1993.

<sup>8</sup>Ver *Industrial Engineering and Enginnering management, 1998-1999 Course Description & Schedule* , Pardue University, 1998; *School of Insdustrial and Systems Enginnering*, Georgia Institute of Technology, 1999, y *Humanity/ Social Science Curricular (Requeriment 1998-99)*, College of Enginnering, University of Cincinnati.

flexible de producción mientras la globalización productiva ha cambiado la forma como se produce y donde se produce. La ingeniería concurrente o simultánea, el trabajo en equipo, y en general, el “desmantelamiento” de las categorías profesionales, dan lugar a interacciones estrechas entre ingenieros y a la desaparición del puesto como referente de análisis del trabajo y de ubicación profesional, para dar lugar a las funciones como el eje de análisis de la práctica profesional.

Relacionado con estos cambios se ha generado un problema de identidad profesional, particularmente de los ingenieros industriales, que deriva:

- a) De la posibilidad de otros profesionales de realizar funciones tradicionales de la ingeniería industrial con apoyo de sistemas computarizados.
- b) De la tendencia de muchas empresas a integrar las funciones tradicionales de la ingeniería industrial en otros departamentos.
- c) De la desaparición de los departamentos de ingeniería industrial por el “adelgazamiento” de la organización asimilando las funciones en una variedad de denominaciones como “ingeniería de calidad”.
- d) De la aparente sencillez de la tecnología de la ingeniería industrial y sus capacidades.
- e) Del énfasis que imprimen las ramas empresariales a las funciones del ingeniero industrial, cuya práctica deben realizar una variedad de ingenieros.

Por otra parte, la organización industrial que dio lugar a departamentos de ingeniería industrial, crea nuevos departamentos con denominaciones de “ingeniería de calidad”, “ingeniería administrativa” o “ingeniería de sistemas”, perdiendo terreno ante la creación de los departamentos de manufactura, ingeniería de procesos, ingeniería de control de calidad total y análisis de sistemas. Adicionalmente el título de ingeniero industrial tiende a ser substituido en la empresa por el de coordinador de control de calidad, ingeniero de logística, ingeniero de análisis estratégico, ingeniero de implementación de sistemas o ingeniero de producción, denominaciones más descriptivas de las funciones del ingeniero industrial en la práctica productiva moderna.

Resumiendo, la práctica de ingeniería ha cambiado radicalmente en el esquema de la globalización productiva y este cambio ha generado nuevas demandas en la práctica profesional. Por las características que presenta la práctica profesional en ingeniería industrial en la industria maquiladora electrónica, aparentemente ésta se diluye en la práctica profesional de otras ingenierías y es invadida por ingenieros con otro tipo de formación. Ello conduce a problemas de identidad profesional de los ingenieros industriales que se analiza aquí a nivel local pero que es reportada en numerosas publicaciones internacionales.

## LA PRÁCTICA PROFESIONAL

Para someter a prueba los supuestos de la investigación, la muestra incluyó a 60 ingenieros, 30 de ellos Ingenieros Industriales y 30 ingenieros electrónicos egresados del Sistema de Institutos Tecnológicos, y un grupo control de ocho ingenieros industriales del ITESM y ocho ingenieros electrónicos del ITESO, en una encuesta a 26 empresas de la rama electrónica en la ciudad de Tijuana. La muestra de empresas incluyó las dos áreas fundamentales de la industria electrónica de consumo: ensamble final y subensamble. La comparación de ingenieros de otra formación permite analizar la práctica profesional de los ingenieros industriales diferenciada de otra en un mismo espacio de trabajo. Se hizo uso de tres instrumentos: el primero dirigido a las empresas con el objeto de caracterizar tecnológicamente y organizativamente el espacio de

---

<sup>9</sup>Las opiniones en este sentido, tanto del sector productivo como de los directivos de las escuelas de ingeniería industrial de Georgia Institute of Technology, Purdue University, University of Michigan y University of California, Berkeley, se pueden encontrar en el número especial “Outlook for the profession” de *Industrial Engineering*, diciembre 1992, así como en la *Australasian Journal of Engineering Education*, Vol.6, Núm.1, 1995. En México, véase *Oferta-demanda de ingenieros Industriales*, SEP, Documentos de la Reforma, 1994.

la práctica profesional; los otros dos instrumentos se dirigieron a los ingenieros dando cuenta de la práctica profesional y del uso del tiempo.

Los resultados muestran una población joven con relativa estabilidad laboral, en un rango de edad de 24 a 37 años, con una media de 31 años, en puestos de ingeniería, administración de la producción y staff. Una población que asciende a posiciones de jerarquía desde ingenieros “junior” hasta ingenieros “senior”, gerentes de planta y miembros del staff técnico. La muestra de empresas incluye Matsushita, Sanyo, Sony, Hitachi, Pioneer Speaker, Mexhom, Plamex, Levimex y Comair Rotron, consideradas entre las 25 más importantes de Tijuana. Las empresas de este sector se caracterizan por flujos horizontales y verticales de información, sistemas de producción flexible, amplio uso de tecnologías de información, certificación de sistemas de calidad, una nueva organización del trabajo, tecnologías de punta y relación estrecha con otras filiales y la matriz en un proceso de reestructuración industrial.

La práctica profesional en la rama que se estudia está determinada por el estado del arte de las tecnologías específicas para producir que dan cuenta de generaciones tecnológicas y de tecnologías de punta, flexibilidad productiva, innovación y cambio técnico. Las empresas se caracterizan por una organización que favorece la gestión tecnológica, mayores flujos de información, atención a oportunidades tecnológicas, reclutamiento para la empresa, inversión en capacitación con una duración temporal más larga y personal de ingeniería relativamente estable. Otras características más globales se relacionan con la ubicación de la empresa en el contexto de la producción corporativa y con el tipo de interacción y nivel de intensidad de las mismas con otras plantas subsidiarias del mismo consorcio.

La práctica profesional de los ingenieros electrónicos e ingenieros industriales en las empresas de la rama electrónica evidencia:

- Funciones específicas para cada tipo de formación, que en el caso de los ingenieros industriales se ubican mayoritariamente en el departamento de manufactura, de proceso y de control o aseguramiento de la calidad, y en el caso de los ingenieros electrónicos en los departamentos de ingeniería, de diseño y de producto, así como en posiciones de relación con proveedores y clientes.
- Interacciones estrechas entre ingenieros industriales e ingenieros electrónicos, particularmente en el desarrollo y manufactura de nuevos productos así como en la selección e instalación de nuevos equipos y nuevas tecnologías.
- Áreas de competencia profesional tanto para los ingenieros industriales como para los ingenieros electrónicos, como lo son producción y manufactura. Innovaciones de proceso, generadas por ingenieros industriales, que buscan el aumento en el rendimiento del trabajo a través de simplificación de procesos, eliminación de pasos en la línea de producción, diseño de herramientas que facilitan el ensamble (fixturas) y nuevas formas de organización y dirección del trabajo (trabajo en equipo, células de trabajo, etcétera).
- Innovaciones de proceso producidas por ingenieros electrónicos que se relacionan con diseño de software, automatización de equipo, diseño de interfaces y adaptación de tecnologías, así como innovaciones de producto que se presentan en la transferencia de producto, en el enlace entre el diseño y la manufactura, en el diseño de prototipo y corridas pilotos, y en desarrollo de pruebas eléctricas.

La práctica profesional de los ingenieros electrónicos e ingenieros industriales, en general, se caracteriza, en ambos casos, por el dominio de procesos industriales y amplio conocimiento de productos, familiaridad con la flexibilidad productiva y manufactura de clase mundial, dominio del concepto de competencia mundial (precio, calidad y servicio al cliente a niveles internacionales), e involucramiento en el desarrollo de la empresa desde los insumos y la producción hasta el producto y su comercialización; implica también creatividad, capacidad innovativa y dominio de otros idiomas, así como conocimientos de tecnologías genéricas y especialización en áreas específicas. La capacitación permanente, el involucramiento en el desarrollo de

proyectos, la introducción de nuevos productos o creación de nuevos diseños, así como la asimilación de nuevas tecnologías caracterizan una práctica profesional nueva.

En lo particular, la práctica profesional de los ingenieros industriales se centra en el diseño y administración de procesos productivos: el área operativa como soporte de la producción, la solución de problemas en línea y el control de calidad, así como la optimización de sistemas y procesos en cuanto costos, recursos, equipos y materiales, y la estandarización de procedimientos y creación de grupos y células de trabajo. Esta práctica, apoyada en tecnologías de información, se relaciona con el diseño, rediseño y adopción de nuevos modelos con ciclos de vida de 8 a 16 meses, y con la rapidez de salida al mercado mediante una estrategia de “costos competitivos”, eliminación de re-trabajo, mínimo de inventarios, servicio al cliente, etcétera. La práctica profesional también se da a niveles de dirección (planeación, diseño de estrategias, gestión de proyectos, reingeniería de procesos globales), niveles de gerencia de departamento y nivel de funciones básicas de ingeniería. Se relaciona menos con la estructura financiera y estructura del mercado, cuyas decisiones quedan, en muchos casos a nivel corporativo. Se relaciona más con sistemas de manufactura flexible, sistemas de manufactura integrados por computadora, control estadístico de procesos, implementación de sistemas de calidad, determinación de estándares, certificación de la planta e interacción estrecha con proveedores y clientes.

En cambio, en el caso de los ingenieros electrónicos, la práctica profesional se relaciona estrechamente con el desarrollo de nuevos productos, partiendo del diseño electrónico, construcción de prototipos, diseño de prueba eléctrica, diseño de interfaces, así como adaptación e implementación de tecnologías con base en la microelectrónica, diseño de equipo y de robots industriales. Como resultado de un nuevo concepto de integración de la ingeniería de diseño y el sistema de manufactura, la práctica profesional requiere también el conocimiento de la actividad de soporte a la producción. En general, esta práctica profesional se relaciona más con la estructura de diseño e innovación tecnológica en actividades de automatización y robótica industrial, diseño de tecnologías, desarrollo de productos, diseño de interfaces, diseño de sistemas de información e implementación de tecnologías.

**Cuadro 1**  
**Práctica profesional de ingenieros**

<b>Ingenieros industriales</b>	<b>Ingenieros electrónicos</b>
Distribución de área de trabajo.	Diseño de equipo de prueba.
Distribución de planta.	Diseño electrónico.
Administración de materiales.	Diseño de tecnologías.
Diseño de estaciones de trabajo.	Adaptación de tecnologías.
Ingeniería de procesos.	Diseño de interfaces.
Planeación y control de producción.	Ingeniería de desarrollo de productos.
Manufactura.	Manufactura.
Evaluación de materiales.	Evaluación de nuevos materiales.
Evaluación de equipos.	Evaluación de equipos.
Coordinación de corridas piloto.	Elaboración de prototipos.
Mejoramiento del proceso.	Robótica.
Diseño de herramientas para el ensamble.	Diseño de herramientas para el ensamble.
Implementación de sistemas de calidad.	Enlace entre diseño y manufactura.
Implementación de estándares.	Soporte a la producción.
Implementación de nuevas tecnologías.	Implementación de nuevas tecnologías.
Implementación de nuevos productos.	Corridas de pruebas.
Integración de sistemas.	Ingeniería de software.

La evidencia apunta a una práctica profesional diferenciada de los ingenieros electrónicos y de los ingenieros industriales que requiere, en todos los casos, familiaridad con la manufactura , una estrecha interacción entre

departamentos y la visión global de la empresa con el corporativo, con la industria y con la comunidad.

En la industria maquiladora electrónica, la práctica profesional en ingeniería es semejante a la práctica mundial en términos de demandas del puesto y funciones, y sugiere un ingeniero “funcional”<sup>10</sup>, trabajando en equipos interdisciplinarios en todos los aspectos del desarrollo de un producto; involucrado en la producción y manufactura, orientado a la medición de resultados, trabajando con un amplio conocimiento de software con aplicaciones industriales y teniendo la innovación como actividad cotidiana. Un ingeniero con capacidad de gestión tecnológica y visión global de la empresa, que se dirige a las personas como líder o como facilitador; familiarizado con otras culturas, y con capacidad de responder a las necesidades de la empresa en términos de tiempo y frecuencia de viajes. Un ingeniero orientado al crecimiento profesional interno, con una actitud positiva y de servicio, iniciativa, automotivación, flexibilidad y capacidad de trabajo bajo presión.

Las funciones citadas se dan en una práctica compleja y variada. El 41% del tiempo semanal los ingenieros lo invierten trabajando con información<sup>11</sup>, lo que requiere de facultades intelectuales como capacidad de abstracción y de síntesis y aptitudes de comunicación; 29% trabajando con personas, recurriendo a habilidades interpersonales, flexibilidad para adaptarse a diversas situaciones y una actitud proactiva; 16% en la administración, haciendo uso de habilidades de liderazgo y de la capacidad de interactuar en un ambiente multicultural con una visión global de la empresa; y, 14% transportándose de una planta a otra en la misma ciudad y de la planta a otra subsidiaria en California o en otros Estados de la Unión Americana.

Los resultados, que se comparan con los de otros estudios, muestran una nueva práctica profesional en ingeniería<sup>12</sup>.

**Cuadro 2**  
**Uso del tiempo por los ingenieros.**

<b>Trabajando con:</b>	<b>A</b> <b>%</b>	<b>B</b> <b>%</b>	<b>C</b> <b>%</b>
Información. Reuniones de trabajo, análisis de solución de problemas, elaboración de reportes, lectura de información interna y externa y empleo de software.	44	41	
Gente. Interacción con personal directo, con colegas y en el piso; atendiendo problemas, supervisando y retroalimentando.	38	29	25
Actividades técnicas. Equipo y prototipos.	18		
Administración. Planeación, organización, presupuestación, medición de resultados, atención a proveedores y clientes, acciones correctivas y proyectos especiales.		16	
Viajando entre plantas en la misma ciudad y con filiales, seleccionando tecnologías y equipos y evaluando proveedores.		14	25
Valor agregado			30
Otras actividades. Tiempo para trabajar con independencia y autonomía.			20

Hodson, Randy, en Good jobs and bad management. How new problems evaluate old solutions in high-tech setting, en Industries, firm and jobs. sociological and economic approaches, George Farken editor, 1988.

B) Resultados del trabajo de campo.

C) Career Opportunities, en Electronic Engineering, N.Y., Penton Publication, 1997.

<sup>10</sup>El término ingeniero “funcional”, en oposición al ingeniero “rutinario” y el de “élite” es citado en “Enginnering Education 2001” , Technion, Samuel Neuman Institute, 1992.

<sup>11</sup>Entre las revistas que se citan están Electronic Design, Electronic Engineering, Circuits Assembly, Manufacturing Engineering, Design News, Quality Progress, Quality Digest, SPC Magazine, Industry Week, Plant Engineering, Industrial Engineering, Electronic Packaging and Production, Environmental Solutions, Distribution Magazine, Packing West, Fabrication, Lasser Information, Bussines Week y News Week y World Trade.

<sup>12</sup>Para una información amplia sobre la práctica profesional en ingeniería, el cambio técnico y la innovación en la industria maquiladora electrónica estudiada, vease María Ruth Vargas Leyva, *restructuración industrial, educación tecnológica y formación de ingenieros*, tesis doctoral, Universidad Autónoma de Aguascalientes, 1998.

El uso que los ingenieros hacen del tiempo y la comparación de éste con otros criterios indica que la práctica profesional es comparable a la práctica mundial en más de un sentido. Esta práctica se percibe en las estrategias de diseño de producto, que relacionan ingenieros trabajando en distintos espacios geográficos en un “espacio virtual” de diseño, en un trabajo más abstracto, más autónomo, colectivo y complejo con una importancia creciente de la dimensión sociotécnica, en un mercado cuyas tendencias manifiestan un incremento de la globalización productiva, una amplia variedad de relaciones con competidores a través de nuevas formas de alianzas estratégicas y una erosión de la estructura organizacional tradicional.

## LA IDENTIDAD PROFESIONAL

El estudio de la identidad profesional de los ingenieros en la industria maquiladora en la frontera norte de México, ha sido analizada por Hualde<sup>13</sup>, quien identifica “conversiones o transformaciones importantes, como la que lleva de una carrera de ingeniería electrónica o ingeniería química hacia una trayectoria profesional como ingeniero industrial”, así como la autodefinición profesional como tal, que remite a “ un bagaje de conocimientos especializados que pueden ser complementados en la actividad profesional mediante la realización de diferentes cursos y la acumulación de experiencias”.

Esta autodefinición de otro tipo de ingeniero como ingeniero industrial deriva: a) de la disponibilidad de nuevas tecnologías que permiten atender una mayor variedad de funciones, y al mismo tiempo la mayor posibilidad de concentrarse en un área específica; b) de la variedad de denominaciones de los ingenieros en la empresa, que aluden a un conjunto de funciones y que son asignadas a una variedad de ingenieros ( industriales, electrónicos, eléctricos, químicos, etc.), denominaciones como ingeniero de producción, ingeniero de control de materiales, ingeniero de documentación, ingeniero de aseguramiento de la calidad, ingeniero planeados-comprador, entre otros; c) de la estrecha integración que presentan las actividades de diseño y manufactura, de manera que con frecuencia se solicita un ingeniero electrónico en manufactura y un ingeniero industrial en manufactura, cada uno con características comunes y funciones diferenciadas; y, d) de las estrategias de reclutamiento y formación de la empresa, que apuntan que los ingenieros reclutados “para la empresa”, tienen una trayectoria de empleo que es producto conjunto tanto de los intereses de la empresa como de las capacidades personales del individuo, lo que determina su área de especialización y su “mundo vivido de trabajo”.

La “conversión” profesional crea problemas de identidad profesional en los ingenieros industriales en la industria maquiladora, al percibir su formación profesional menos definida que la de otros ingenieros, quienes los definen faltos de visión para resolver problemas que se relacionan estrictamente con la ingeniería, entre ellos asimilación de tecnologías de punta, automatización de procesos y diseño de herramienta. En cambio, los ingenieros electrónicos presentan este problema en menor medida, una posible razón es el sector en que se ubican, otra es la menor posibilidad de otro profesionista desempeñe las mismas funciones, finalmente está la necesidad de enlazar el diseño con la manufactura, percibiendo el conocimiento de procesos y productos esencial para un diseño robusto, limpio y manufacturable.

El problema de identidad profesional de los ingenieros industriales, que presentan tanto en ingenieros egresados de Institutos Tecnológicos como de otras instituciones, puede estar relacionado tanto con la formación escolarizada como con las estrategias productivas de la empresa. Mientras la primera apunta a una práctica con espacios determinados, áreas tradicionales de la ingeniería industrial y funciones, métodos y herramienta específicos, la segunda se dirige a la utilización de una herramienta común a todas las ingenierías que es el software, a la denominación de los puestos de ingeniería por las funciones , a la no ubicación de la ingeniería industrial en un departamento sino en una variedad de departamentos donde los ingenieros industriales realizan una variedad de funciones. Adicionalmente, las empresas promueven acciones de formación profesional, homogeneizando los conocimientos y habilidades de una variedad de ingenieros, en programas que tradi-

<sup>13</sup> Alfredo Hualde, *ingenieros en la frontera norte de México, trayectorias laborales e identidades profesionales*, en Coloquio Tendencias y manifestaciones de la nueva cultura del trabajo, UAM/Fundación Friederich Ebert, 4-5 de septiembre de 1995.

cionalmente han atendido ingenieros industriales. El problema de identidad profesional debe ser resuelto en los espacios de la formación escolarizada mediante una educación generalista, con un núcleo básico que se dirija a la solución de problemas y la adaptación al cambio tecnológico, y una formación técnica específica que de elementos para “ aprender a hacer”, así como en el esfuerzo de mayor “profesionalización” de la carrera, donde tienen un rol importante las asociaciones profesionales.

## CONCLUSIONES

En relación a los supuestos de la investigación, se identificaron demandas generales para los ingenieros, independientemente de su formación, que se relacionan con una práctica profesional que requiere familiaridad con la flexibilidad productiva, dominio del concepto de competencia mundial, conocimiento de tecnologías genéricas, amplio manejo de software, capacidad innovativa y dominio de otro idioma. Las demandas específicas de los ingenieros industriales se centran en la producción, la de los ingenieros electrónicos en el desarrollo de productos, diseño de interfaces, automatización y robótica. Esto implica que hay demandas generales y específicas de cada tipo de formación, diferenciando la práctica profesional de los ingenieros industriales de la de otro tipo de ingeniero, aún cuando subsistan prácticas comunes. Por lo tanto, más que un problema de identidad, hay la emergencia de una práctica profesional nueva, con la tendencia a un ingeniero generalista con una amplia formación y un campo específico de especialización, con conocimiento de otros campos e interactuando con otros ingenieros; lo que apunta a la identidad de *ingeniero*, con práctica profesional especializada, enriquecida por la formación en la empresa, que puede o no guardar relación con la orientación escolarizada. Recientes estudios y documentos apuntan a su construcción en el ejercicio de la profesión, con conversiones o transformaciones importantes, una “ nueva edad de generalistas: que puedan integrar información, motivar a la gente y comunicar ideas con una amplia capacidad intelectual, independientemente del campo donde procedan” <sup>14</sup>.

La evidencia de que la práctica profesional de los ingenieros mexicanos en los sectores modernos de la economía es semejante a la práctica internacional en ingeniería, es importante en muchos sentidos. Indica, entre otras cosas, la pertinencia de los cambios en la educación en ingeniería, las características de formación profesional que debe satisfacer la demanda de ingenieros y las tendencias de la práctica profesional en ingeniería en un mundo globalizado. Sin embargo, los resultados no pueden ser generalizados a otra práctica profesional en ingeniería, a otros sectores ni a otras regiones. La presencia de sectores modernos de la economía que presentan un intenso proceso de reestructuración productiva con demandas específicas de recursos humanos calificados, contrasta con el de otros sectores y otras regiones. El nivel de desarrollo industrial de una región, y la modernización productiva de los sectores y de las empresas, juegan un rol importante en las características de la práctica profesional en ingeniería. De manera que la práctica de la profesión es muy diferente en las empresas que presentan procesos intensos de reestructuración productiva y en aquellas que presentan atraso. Esta dicotomía, que se refleja en la práctica profesional en ingeniería, y la adecuación entre práctica profesional y formación profesional, es uno de los mayores retos a confrontar cuando se piensa en la calidad y la pertinencia de la educación en ingeniería, y sugiere la necesidad de mayor investigación en este sentido.

---

<sup>14</sup>Vease el número especial de *Newsweek*, *Careers* 2000, mayo de 1999.