

Retos y amenazas a la formación de ingenieros frente a las transformaciones de la producción industrial. El caso del área metropolitana de la ciudad de México

Estela Ruiz Larraguivel

*Doctora en Ciencias Sociales, área: Sociedad y Educación
por la Universidad Autónoma Metropolitana-
Xochimilco, México D.F.*

Resumen

En este trabajo, se analizan los resultados y hallazgos encontrados en una investigación más amplia sobre la formación de ingenieros y su empleo en las industrias de la transformación dentro del Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM). Bajo un panorama institucional muy heterogéneo que caracteriza a la educación de la ingeniería, se discuten los impactos que está teniendo en la enseñanza de la ingeniería, el énfasis que los empleadores industriales le están otorgando a la posesión de habilidades sociales y desempeño ocupacional en actividades no pertenecientes al campo ingenieril, en sus criterios de contratación de ingenieros. Estos nuevos perfiles de la ingeniería, suponen conflictos a las escuelas de ingeniería tanto públicas como privadas, toda vez que las nuevas exigencias amenazan con desvirtuar la identidad profesional que ha caracterizado a los ingenieros como expertos tecnológicos.

También se analizan los efectos que ocasiona la tendencia de las escuelas de ingeniería por apoyar la elaboración de sus proyectos educativos en las propuestas educativas de la ingeniería que presentan las universidades extranjeras de mayor prestigio.

Palabras Clave

FORMACIÓN DE INGENIEROS; MÉXICO; HABILIDADES DEL INGENIERO; DESEMPEÑO OCUPACIONAL; PERFIL DEL INGENIERO.

1. Hacia la nueva ingeniería

No son muchas las profesiones que en las últimas décadas han experimentado cambios tan acelerados en sus prácticas, contenidos y presencia social como la ingeniería, una profesión que ha estado muy ligada al desenvolvimiento histórico de las sociedades, particularmente en los últimos siglos de la era moderna. Esta importancia social que por mucho tiempo ha ostentado la ingeniería, radica en su estrecha relación con el logro del bienestar social y en la actualidad, frente a la creciente industrialización y el avance tecnológico, la ingeniería experimenta cambios radicales e irreversibles además de que ha pasado a convertirse en un ingrediente estratégico del desarrollo económico e industrial de muchas naciones.

En México desde su confirmación como nación independiente, la ingeniería también ha ocupado un lugar preponderante en la modernización del país y su enseñanza ha sido una tradicional prioridad en las políticas y esfuerzos educativos desarrollados por los gobiernos en las distintas épocas. Ahora, ante la velocidad del cambio tecnológico y los procesos de reestructuración industrial alentados por la globalización de los mercados, la enseñanza de la ingeniería y en general la educación tecnológica, han sido arrastradas por la ola de reformas estructurales que desde hace una década ha venido instrumentando el Estado en los ámbitos económico, educativo y principalmente industrial.

Un amplio rango de acciones se entretienen para impulsar la transformación de la formación de ingenieros, entre los que habría que destacar la aplicación de políticas educativas y mecanismos destinados al fortalecimiento de la educación tecnológica y científica, establecimiento de un mayor número de instituciones tecnológicas, establecimiento de distintas modalidades de educación tecnológica en los niveles medio superior y superior, fomento de la vinculación escuela - sector productivo, aplicación de programas de acreditación nacional e internacional de las carreras de ingeniería, son por citar algunos de los esfuerzos que están incidiendo en el apuntalamiento de la educación de la ingeniería. Sin embargo, en el contexto de la reconversión productiva, se advierte que son los nuevos requerimientos que la industria principalmente la manufacturera, está planteando en materia de contratación de técnicos e ingenieros, los que efectivamente están moviendo a las escuelas de ingeniería a realizar importantes modificaciones en sus proyectos educativos.

Bajo estas apreciaciones, en este trabajo se presentan algunos de los descubrimientos y resultados obtenidos en una investigación mucho más amplia sobre la formación de ingenieros en las especialidades asociadas con la manufactura y su relación con los perfiles ocupacionales que actualmente plantean las industrias mexicanas en el marco de la competitividad comercial (Ruiz, 00). El estudio se sitúa en el Área Metropolitana de la Ciudad de México (en adelante AMCM)

y entre los motivos que animaron su realización, fue el de analizar algunas conclusiones que se desprenden de cuatro estudios mexicanos sobre el mercado de trabajo de los ingenieros, todos ellos realizados en la primera mitad de los noventa (Fundación Barros Sierra/CONACyT, 1992; Valle, 1994; Academia Mexicana de Ingeniería, 1995; Ruiz, 1996).

Uno de los resultados más sugerentes revelados por esos estudios, se refiere al énfasis que los empleadores industriales le están otorgando a la posesión de actitudes productivas y comportamientos sociales en sus criterios de contratación de ingenieros, incluyendo las capacidades de aplicar conocimientos en campos de acción poco relacionados con el campo de la ingeniería, como la administración, las finanzas o comercialización. De acuerdo a los trabajos citados, además de la natural posesión de una formación sólida y general en una las disciplinas específicas de la ingeniería, los nuevos perfiles profesionales que se exigen, comprenden una serie de rasgos de personalidad y capacidades relacionados con las habilidades de solución de problemas y autoaprendizaje, adaptación al cambio inmediato, toma de decisiones y trabajo en equipo, así como la manifestación de actitudes de iniciativa, liderazgo, apropiada comunicación oral y escrita, manejo de las relaciones humanas, dominio de idiomas y otras facultades cognoscitivas y actitudinales que posibiliten al ingeniero desempeñarse eficientemente tanto en las tareas técnicas naturales del proceso productivo, como en la ejecución de otras funciones importantes que se ubican más en lo social y económico que en el campo ingenieril propiamente dicho.

Es interesante destacar también, la influencia que comienza a tener la institución educativa de donde procede el ingeniero egresado en los procesos de reclutamiento que efectúan algunas empresas y en su posición ocupacional. Las investigaciones aludidas, reportan la presencia de una heterogeneidad de ingenieros en el mercado de trabajo industrial que no se restringe al tipo de institución (pública o privada), sino también, a la existencia de una variedad de especialidades y orientaciones de la ingeniería que van desde campos disciplinarios muy generales como la química, mecánica, electricidad, electrónica o industrial, hasta otras más especializadas como Ing. hidráulica, Ing. física, Ing. bioquímica, Ing. en alimentos, Ing. mecánico administrador, etc. Sin embargo, debido a que los nuevos perfiles ingenieriles que se plantean, exigen mayores habilidades sociales y un desempeño ocupacional que trascienda a la ejecución de tareas técnicas propios del proceso productivo, lo que se observa es una propensión aún no generalizada en el conjunto de las empresas, por colocar preferentemente a graduados provenientes de instituciones privadas en los puestos de gerencia asociados con la administración, el manejo financiero y la comercialización, regularmente ubicados en los niveles superiores de la jerarquía laboral y con un mayor salario, y aunque conviene aclarar que la procedencia institucional no constituye un requisito fundamental en la contratación de ingenieros, sí en cambio, se alcanza a percibir

que los empleadores construyen valoraciones muy diferenciadas en torno a la calidad del desempeño profesional de los graduados de las distintas instituciones.

2. La enseñanza y práctica profesional de la ingeniería ante las nuevas condiciones industriales

De entrada, surgen dos interpretaciones que suenan un tanto trilladas para entender esas circunstancias: la primera sería el de atribuirle a la condición socio-cultural de los estudiantes que asisten a las universidades privadas, sus posibilidades relativas de ascenso a las ocupaciones más exitosas. La segunda consideraría esta cuestión como un asunto de calidad educativa y de pertinencia en el proceso de formación que desarrollaría cada escuela.

Si bien, estas explicaciones tendrían algo de cierto, es evidente que la problemática aún presenta rasgos de mayor complejidad que requieren de un mayor escrutinio. Sobre todo porque los aspectos que más llaman la atención son precisamente los cambios que se están generando en la supuesta interacción de dos entidades que se han movido bajo lógicas diferentes como son las escuelas de ingeniería y las industrias, no obstante que en sus puntos de intersección, han influido en el modelamiento profesional de la ingeniería.

En principio, es posible argumentar que frente a las condiciones estructurales en que se halla la industria mexicana, la preferencia por reclutar ingenieros con cualidades positivas y capacidades muy versátiles por encima del mero dominio del conocimiento ingenieril, pudiera ser un expresivo indicador de los movimientos que efectúan las unidades industriales para enfrentar la competitividad internacional en la que hoy en día se ven envueltas, además de reflejar las visiones que dichas organizaciones sostienen respecto de la práctica tecnológica en la producción.

Bajo el sistema de mercados abiertos, en los últimos años la estructura industrial mexicana ha venido experimentado apresuradas transformaciones. La privatización de las empresas industriales propiedad del Estado (paraestatales), la apertura comercial y la inserción del sector productivo de bienes en la competitividad internacional, particularmente por la vía de la firma de tratados de libre comercio con varios países (ej. NAFTA), creciente asentamiento de empresas industriales extranjeras y el aumento de las inversiones económicas orientadas a la producción industrial, son por citar, algunos de los rasgos muy dinámicos que contiene hoy en día, la realidad industrial mexicana.

Ahora, bajo el escenario de la globalización y las nuevas pautas de la producción industrial, el motor de desarrollo y la competitividad ha recaído en la

empresa privada con todo y sus implicaciones en la generación de una forma distinta de organizar al trabajo técnico que a la vez que redefine los contenidos de los puestos ocupacionales, da lugar a nuevas exigencias en materia de contratación de recursos humanos técnicos y que en el caso de los ingenieros, se resuelven en nuevos valores y concepciones de su labor profesional.

La preocupación por alcanzar una producción competitiva, animan a las organizaciones industriales mexicanas a integrarse a los procesos de cambio que no necesariamente se limitan a la renovación del componente tecnológico en sus líneas de producción, sino que abarcan también el establecimiento de nuevas estructuras organizacionales flexibles e interactuantes en donde el potencial humano se ha convertido en un factor clave para el éxito de la empresa. Es en este proceso de democratización de la producción en el que la participación activa del conjunto de individuos vinculados con la producción se ha convertido en una prioridad, donde las empresas justifican la preferencia de un ingeniero cuyo desempeño profesional tiende a situarse más en lo social que en lo estrictamente técnico, con las capacidades que le permitan conocer y responder al entorno incierto y siempre cambiante al que se enfrenta.

Sin embargo, si se mira desde la perspectiva del sistema de conocimientos y habilidades que le ha otorgado la identidad disciplinaria y profesional a la ingeniería, la alta estimación que gozan los ingenieros con experiencia en las áreas económico-administrativas, apenas con el conocimiento ingenieril suficiente que les permita conocer e interpretar el proceso productivo que mantiene la empresa, representa un hecho que amenaza con desvirtuar las características intrínsecas de la profesión, reconocida socialmente por su exclusivo dominio de las tecnologías.

Y es en el marco de esta problemática donde se ubica este trabajo. La idea de rebasar las explicaciones que comúnmente se le adjudican a la relación educación superior – empleo profesional, concebida como un efecto de la oferta y la demanda, devino en una investigación que al ubicarse en la relación escuela de ingeniería – industria manufacturera (en adelante EI – IM) posibilitó conocer los modos como interactúan estos centros educativos a partir de sus visiones y toma de decisiones educativas, con las industrias manufactureras con atención en sus transformaciones productivas (Ruiz, *op.cit.*).

Esta preocupación, comprometió un análisis de carácter integral que permitiera adentrarse en el comportamiento específico que guarda cada uno de estos dos tipos de organizaciones. Más allá del interés por conocer los impactos en el empleo de los ingenieros a partir de los nuevos perfiles que se demandan, en su lugar, se propuso dibujar una visión de conjunto sobre los factores, procesos y relaciones que median en dicha interacción dentro de la diversidad institucional existente en materia de formación de ingenieros.

Tomando en cuenta que la ingeniería no es una sola profesión, sino que en realidad prevalece una variedad de especialidades de la ingeniería, cada una con sus propias formas de organización institucional, sus tradiciones y sistemas de calificación y regulación profesional, en principio, se decidió considerar aquellos campos disciplinarios tradicionalmente vinculados con la industria de la transformación (Química, Mecánica, Electricidad, Electrónica, Industrial, etc.) y el escenario laboral de este tipo de ingenieros, lo constituyó la industria de la transformación, considerada como el lugar primordial en donde se descuelga el mayor dinamismo tecnológico y por supuesto, en donde se realiza la labor del ingeniero.

Si bien, el proyecto se adentra en el funcionamiento que exhiben tanto las escuelas como algunas empresas manufactureras, cabe aclarar que el tema de este trabajo sólo se centrará en el papel que están jugando las escuelas de ingeniería más reconocidas en el AMCM y para lo cual, se reportarán los hallazgos y algunas conclusiones obtenidas. El otro objeto de análisis referido a las causas que han llevado a las industrias a definir perfiles muy dinámicos de los ingenieros, no será por lo pronto, un tema a abordar aquí y cualquier alusión se hará superficialmente.

3. Breve caracterización de la enseñanza de la ingeniería en el AMCM.

A manera de reflexión inicial, se pensó que la presencia de una heterogeneidad de ingenieros egresados provenientes de varias instituciones educativas, en el mercado de trabajo industrial que se estructura en el AMCM, sugiere un panorama muy diversificado de la enseñanza de la ingeniería que no se restringe únicamente al tipo de escuela (pública o privada), sino que llega abarcar una variedad de carreras con distintas especialidades y orientaciones. Se deduce que esta multiplicidad, es el resultado de la histórica vinculación que ha sostenido la enseñanza de la ingeniería con otras dos fuerzas estrechamente articuladas como son el proceso de industrialización en México y los avances científicos y tecnológicos inherentes a la profesión. Una situación que ha llevado a las escuelas de ingeniería a funcionar como una bisagra entre estos dos eventos. ¿En qué consiste esta diversidad curricular dentro del AMCM?

Para tener una idea del estado actual que guarda la enseñanza de la ingeniería, tan sólo en la Ciudad de México (AMCM), existen quince instituciones del nivel superior que ofrecen al menos una licenciatura en alguna especialidad de la ingeniería.

Como es sabido, el AMCM, constituye un complicado conglomerado poblacional que comprende al Distrito Federal (capital de México) y una zona conurbada compuesta de varios municipios pertenecientes al Estado de México.

Con una población estimada de alrededor de 18 millones de habitantes, la Ciudad de México presenta una elevada densidad industrial que la han convertido en el área con la mayor concentración industrial y comercial del país.

En datos de 1998, el conjunto de todas las escuelas de ingeniería asentadas en la zona, sostenía una población estudiantil de poco más de 85,000 estudiantes, distribuidos en 149 carreras de ingeniería¹. Trece de estas instituciones, imparten al menos una licenciatura de ingeniería, cuyo campo de especialización se relaciona con la producción de bienes manufacturados y en los casi 76 planes de estudios de esta clase de ingeniería existentes en el AMCM, se atendía a 54,338 estudiantes (ANUIES, 1998).

De estas trece instituciones, cinco son de carácter público como son la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Instituto Tecnológico de Tlanepantla y el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE). El resto pertenecen al subsector privado del sistema de educación superior, entre las que habría que destacar por su tamaño y el reconocimiento que en las últimas décadas han alcanzado sus egresados, al Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad Iberoamericana (UIA), la Universidad Anáhuac y la Universidad La Salle (ULASA).

FIGURA 1
POBLACION ESCOLAR INSCRITA EN CARRERAS DE INGENIERÍA
DE LA MANUFACTURA EN EL AMCM. (1998).

INSTITUCIONES PUBLICAS

INSTITUCION	POBLACION INSCRITA
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL (IPN)	
ING. EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA	6 542
ING. ELECTRICISTA	1 718
ING. MECANICO	3 732
ING. EN CONTROL Y AUTOMATIZACION	1 205
ING. EN PROCESOS DISCRETOS Y AUTOMATIZADOS (ROBOTICA)	627
ING. BIOQUIMICO	463
ING. EN BIOTECNOLOGIA	64
ING. EN FARMACEUTICA	48
ING. EN ALIMENTOS	32
ING. QUIMICO INDUSTRIAL	1 392
ING. METALURGICO	99
ING. TEXTIL	706
ING. INDUSTRIAL	3 533
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO (UNAM)	
ING. MECANICO-ELECTRICISTA*	4 881
ING. MECANICO	702
ING. EN ELECTRICIDAD-ELECTRONICA	1 629
ING. INDUSTRIAL	634
ING. QUIMICA**	2 626
ING. QUIMICO METALURGICO	270
ING. EN ALIMENTOS	868
*Carrera en liquidación	
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA (UAM)	
ING. MECANICO	826
ING. ELECTRICISTA	754
ING. INDUSTRIAL	992
ING. FISICO	298
ING. ELECTRONICO*	2 414
ING. EN ENERGIA	310
ING. QUIMICO*	1 039
ING. EN ALIMENTOS	1 100
ING. BIOQUIMICO INDUSTRIAL	857
ING. BIOMEDICO	411
INSTITUTO TECNOLOGICO DE TLANEPANTLA	
ING. ELECTRICISTA	177
ING. MECANICO	372
ING. INDUSTRIAL	837
ING. ELECTROMECHANICO	282
TECNOLOGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC (TESE)	
ING. BIOQUIMICO	198
ING. EN ELECTRONICA	454
ING. MECANICO	278
ING. QUIMICO	170

INSTITUCIONES PRIVADAS

INSTITUCION	POBLACION INSCRITA
CENTRO UNIVERSITARIO MEXICO	
ING. INDUSTRIAL	50
ING. ELECTROMECHANICO	50
INSTITUTO TECNOLOGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY (ITESM)	
ING. INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS	1 328
ING. EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES	799
ING. EN SISTEMAS ELECTRONICOS	385
ING. MECANICO ELECTRICISTA	550
ING. MECANICO ADMINISTRADOR	300
ING. QUIMICO ADMINISTRADOR	12
ING. QUIMICO Y DE SISTEMAS	15
ING. FISICO INDUSTRIAL	3
UNIVERSIDAD ANAHUAC	
ING. MECANICO	28
ING. INDUSTRIAL	151
ING. INDUSTRIAL ADMINISTRADOR	74
ING. EN MECATRONICA	39
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA (UIA)	
ING. EN ELECTRONICA Y DE COMUNICACIONES	235
ING. MECANICO ELECTRICISTA	232
ING. INDUSTRIAL	606
ING. QUIMICO	246
ING. BIOMEDICO	110
ING. FISICO	28
UNIVERSIDAD LA SALLE	
ING. QUIMICO	138
ING. EN ENERGIA ELECTRICA Y EN SIST. ELECTRONICOS	143
ING. INDUSTRIAL Y EN SIST. ORGANIZACIONALES	355
ING. MECANICO Y EN SISTEMAS ENERGETICOS	187
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MEXICO	
ING. INDUSTRIAL EN PRODUCCION*	85
ING. INDUSTRIAL EN ELECTRONICA*	112
ING. INDUSTRIAL EN MECANICA*	52
ING. EN SISTEMAS	883
ING. EN PRODUCCION	93
ING. ELECTRONICA	93
ING. MECANICO	135
*Carrera en liquidación	
UNIVERSIDAD PANAMERICANA	
ING. MECANICO ELECTRICISTA+	0
ING. INDUSTRIAL	357
ING. ELECTROMECHANICO	187
*Carrera en liquidación	
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE MEXICO	
ING. MECANICO	405
ING. EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES	1 302
ING. INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS	818
ING. QUIMICO	212

Las tablas mostradas en la figura 1, dejan entrever que la enseñanza de las ingenierías de la manufactura en el AMCM efectivamente, presenta los signos de un notable crecimiento y diversidad, reflejo de las condiciones de expansión y diferenciación en que ha incurrido el sistema de educación superior mexicano, mediado a la vez, por el rápido desarrollo que recientemente ha sostenido el subsector privado de este nivel educativo en el país. En el caso de la formación de ingenieros, este fenómeno se demuestra con el rápido aumento de escuelas de ingeniería que ofrecen un espectro muy disperso de carreras, especialidades y orientaciones de la profesión, unas muy específicas como las que ofrece el Instituto Politécnico Nacional y algunas instituciones privadas, otras con orientaciones muy generales como las que imparte la UNAM e inclusive aquellas ingenierías que aluden un enfoque muy gerencial como las que busca imprimirle el ITESM (Ing. mecánico administrador, Ing. químico administrador). No obstante, lo que si resulta evidente, es que la educación de la ingeniería en el AMCM, está incurriendo en un panorama curricular muy desordenado, cuyas causas requieren de explicaciones más profundas.

El interés por saber a qué responde esta diversidad de carreras de ingeniería, justificó el empleo de un análisis microsocia que penetrara en la dinámica de posturas y decisiones que asumen cuatro importantes escuelas de ingeniería asentadas en la AMCM representadas por la Universidad Nacional Autónoma de México en sus Facultades de Ingeniería y de Química y el Instituto Politécnico Nacional a través de sus Escuelas Superiores de Ingeniería Mecánica Electricista (ESIME) y Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQUE), reconocidas como las instituciones públicas de mayor tradición en el país. Además, dos instituciones de financiamiento privado cuyos egresados en los últimos años han alcanzado una amplia aceptación en el mercado laboral: la Universidad Iberoamericana (UIA) en sus Departamentos de Ingeniería y Química respectivamente y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), en su División de Ingeniería. Para ello, se realizaron doce entrevistas en profundidad a representantes académicos de cada institución, con una antigüedad mínima de veinte años y la experiencia de haber participado en la toma de decisiones institucionales.

Con base en la premisa formulada anteriormente en el sentido de que las transformaciones de la enseñanza de la ingeniería han estado históricamente vinculadas a la industrialización en México y al avance científico y tecnológico, a una sencilla pregunta como: si las necesidades de la industria local constituyen la principal fuente de información en que se apoyan las escuelas para derivar la elaboración de sus proyectos de formación de ingenieros, las respuestas a estas preguntas fueron tan sumamente sorprendentes, que llegaron a perturbar las hipótesis iniciales del estudio.

En principio, los representantes de la UNAM y el IPN, manifestaron no considerar las necesidades de las industrias mexicanas como una fuente impor-

tante de diseño curricular y por el contrario, eran las propuestas de formación de ingenieros que se desarrollaban en los países más industrializados las que sustentaban las decisiones de reforma educativa de sus propios proyectos formativos internacional (destacando el MIT, Universidad de Stanford, CALTECH, Universidad de Sussex, etc.). Si bien, los informantes de la UIA, declararon compartir esta preferencia para apoyar la definición de sus proyectos educativos en las experiencias internacionales realizadas en las instituciones foráneas de mayor prestigio, también toman en cuenta las demandas de las industrias y para ello, realizan consultas y otras actividades conducentes a la obtención de información entre los grupos sociales vinculados con el mercado de trabajo industrial (sociedades de ex-alumnos, egresados, asociaciones gremiales, empleadores, etc.)

En contraste, el ITESM si valora las exigencias de la industria y les da importancia a los perfiles profesionales que formulan las empresas para la contratación de ingenieros, especialmente en los puestos de mayor jerarquía o importancia laboral y aunque los contenidos curriculares también se derivan de las experiencias internacionales, las decisiones de diseño curricular así como la creación y/o eliminación de carreras está supeditada a los criterios por cierto, muy coyunturales que se formulan en las unidades productivas.

Las razones que argumentan los profesores de las instituciones públicas para apoyarse en las experiencias educativas realizadas en otros países y no en las necesidades de la industria local, se basan en las deficiencias tecnológicas y productivas que han caracterizado a la industria nacional y su escasa contribución al desarrollo tecnológico. Manifiestan que las tareas que regularmente realiza el ingeniero en las empresas mexicanas no corresponden con las características auténticas que guarda el sistema de conocimientos científicos y tecnológicos que entraña la profesión de la ingeniería y agregan que el desempeño de actividades no ingenieriles como la administración o las ventas, constituye una distorsión del quehacer profesional. De ahí la preferencia principalmente de las escuelas públicas de ingeniería como la UNAM y el IPN por formular sus modelos educativos a partir de las tendencias internacionales de desarrollo tecnológico, industrial y sobre todo de la profesión, que se verifican en las naciones de mayor avance industrial.

No cabe duda que las declaraciones de los profesores pusieron al descubierto que en el terreno de la formulación de sus proyectos formativos, las escuelas de ingeniería no son tan reactivas a las exigencias industriales como así lo han dejado entrever los responsables de las políticas educativas y no insinúa tampoco, que sea una derivación de la relación aparentemente natural que sostiene la escuela con el proceso industrializador. Por el contrario, detrás de la definición de los contenidos curriculares, parece haber concepciones muy trabajadas en torno a lo que debiera ser la profesión, su práctica y funciones dentro de las sociedades industriales, y un corolario un tanto precipitado que se puede desprender de aquí,

es que la diferenciación tanto institucional como curricular existente en la enseñanza de la ingeniería en México, debiera entenderse como una cuestión de diversas posturas, visiones e intereses distintos en torno a la legitimidad de la profesión, del papel social del ingeniero y de las condiciones tecnológicas e industriales prevalescentes, más que de un problema de calidad educativa.

Dos nuevos temas de interés surgen entonces, de este descubrimiento empírico: por un lado, la tendencia de los responsables académicos de las escuelas de ingeniería por respaldar sus programas educativos en las experiencias de las instituciones tecnológicas pertenecientes a los países con mayor desarrollo industrial. Por el otro, la necesidad por desentrañar la verdadera función que desempeñan los centros de enseñanza de la ingeniería en México.

4. La transferencia institucional en la enseñanza de la ingeniería. Un nuevo tema para un viejo problema

Paradójicamente, la propensión de las escuelas de ingeniería por sustentarse en las propuestas escolares foráneas más exitosas, no es una actividad reciente, producto de nuestros tiempos y por el contrario, ha resultado ser una práctica consuetudinaria que se lleva a cabo desde hace mucho tiempo. Una revisión sobre la evolución histórica de la enseñanza de la ingeniería en México, desde su institucionalización en 1796, cuando se creó el Colegio de Minería, hasta la fecha, demuestra que las iniciativas educativas en materia de formación de ingenieros y en general de la educación técnica, mantuvieron como su principal referente a los modelos educativos generados en las sociedades de mayor influencia económica y cultural del momento. Como así lo ejemplifica la creación en el siglo XIX, de la Escuela Nacional de Artes y Oficios, inspirada en la institución francesa de igual nombre o la Escuela Nacional de Ingenieros de esa época, cuyas experiencias formativas al principio, se basaron en los programas tanto de la *École Polytechnique* como de la *École Centrale des Arts et Manufactures* de Francia, ambas instituciones del nivel superior que por esos años, ya gozaban de gran reconocimientos y posteriormente en el período contemporáneo, del *Massachusetts Institute of Technology* de los Estados Unidos principalmente (Ruiz, op. cit).

Es posible argumentar que en el pasado, la transferencia de modelos de educación técnica traídos del exterior, se inscribe en los procesos de inserción del país al Capitalismo Industrial. La necesidad de contar con los recursos humanos calificados para la modernización, con las características cognoscitivas que demandaba la división técnica y social del trabajo y los nuevos esquemas de la producción industrial, llevaron a las instituciones tecnológicas a funcionar como una

interfase entre el conocimiento científico y tecnológico ingenieril de alcance universal y las condiciones estructurales de la industria nacional.

Para Long, (citado en Boer y Box, 1993) la *interfase* se refiere “a los puntos críticos de intersección entre diferentes niveles del orden social, en donde los conflictos de valor y los intereses sociales tienen mayor probabilidad de que ocurran” (163). Al hablar del mecanismo de *interfase*, significa considerar la confluencia, suspensión o interacción de formas de conocimiento diferentes y posiblemente conflictivas que se sitúan “en el interjuego de variadas construcciones sociales de la realidad asumidas por los actores involucrados” (Ibid.). Con esta definición, se explica que las escuelas de ingeniería han tenido que construir mecanismos de *interfase* en función de los distintos contextos sociohistóricos: entre el conocimiento racional y formal que conlleva el saber científico y tecnológico, y las necesidades de “aculturización” tecnológica de una sociedad que se caracterizaba por su elevada valoración del conocimiento empírico y casi artesanal; entre la transferencia y difusión ampliada de las propuestas tecnológicas foráneas y su domesticación a las condiciones locales de la producción industrial; y hasta recientemente, entre la tecnología moderna y la política industrial estatal en un periodo en que el Estado ostentaba el poder económico e intervenía directamente en los ámbitos productivos.

En un país como México con una industrialización tardía y reducida capacidad científica y tecnológica, se explica que las escuelas mexicanas de ingeniería por mucho tiempo se hayan desempeñado como instancias institucionales encargadas de la difusión y endogeneización del saber tecnológico generado en el exterior, por la vía de la formación de ingenieros en los distintos campos de la ingeniería. Conviene recordar que hasta hace poco, las instituciones tecnológicas se crearon bajo las iniciativas del Estado y por consiguiente, su funcionamiento educativo estuvo muy ligado a los propósitos estatales de intervención en la creación de la infraestructura económica y la modernización del país. Posteriormente, cuando el Estado decide participar directamente en la industria de la transformación, principalmente en el control de los sectores considerados como estratégicos, se consolida como el principal empleador de ingenieros, favoreciendo el acercamiento de estos profesionistas con el poder público y llevando a la ingeniería a alcanzar su conformación profesional en México.

Hubo necesidad entonces, de “importar” una forma social de organizar a la profesión con los contenidos y conocimientos que habían permitido a los ingenieros a alcanzar su reconocimiento social en los países de mayor desarrollo industrial y extenderlo a la realidad mexicana con el fin de impulsar también, la consolidación de la ingeniería en el país y por ende, su legitimación como profesión y disciplina. Sin duda, un esfuerzo que efectivamente obligó a las escuelas de ingeniería a convertirse en organizaciones crecientemente complejas con múltiples y complicadas funciones entre las que habría que destacar, el encargo de constituir las primeras élites tecnológicas importantes en la conducción del proceso

industrializador del país. Se trataba de la organización de una comunidad tecnológica que al apoyarse en una ingeniería basada en las llamadas ciencias de la ingeniería y el conocimiento fundamental sustentado de las ciencias básicas, promoviera la conformación profesional de una ingeniería "racional" cuya práctica en los escenarios industriales, asegurara al ingeniero distinguirse de otros sujetos igualmente vinculados con la operación tecnológica pero de menor nivel como es el caso de los técnicos y trabajadores (Bedor, 1989)²

Con esta visión de la ingeniería y bajo la tutela del Estado, por casi más de cincuenta años, las instituciones públicas de educación superior formaron ingenieros en la cantidad y calidad, con el dominio "científico" de la tecnología que demandaba su principal referente laboral: la industria paraestatal y las dependencias gubernamentales afines, organismos que por cierto, sostenían criterios de baja exigencia en el reclutamiento de ingenieros. Y a lo largo de ese período, los ingenieros egresados de la UNAM y el IPN, rápidamente se colocaban en los puestos de dirección y alta gerencia de las industrias estatales, con sus efectos en el logro de una alta valoración social y económica. Un disfrute que desde entonces, convertiría a estas escuelas de ingeniería, en las instituciones privilegiadas cuya función primordial sería el de preservar, promover y defender a la profesión, con el sistema de conocimientos científicos y tecnológicos que le brinda la exclusividad en las tareas de diseño, interpretación y operación de tecnologías.

En la actualidad, frente a las transformaciones producidas en la estructura industrial nacional y en donde el poder económico se halla en "manos privadas", las escuelas de ingeniería encuentran que su principal objetivo se está viendo amenazado. En efecto, la nueva racionalidad empresarial encarnada en la empresa privada en consonancia con la dinámica exportadora que envuelve a la industria nacional de la transformación, asigna nuevas funciones y valores a la ingeniería que parecen desvirtuar las concepciones técnicas de la profesión, muy arraigadas en las escuelas públicas de ingeniería de mayor tradición en el país.

En efecto, los resultados obtenidos en la investigación referida al principio, acerca del comportamiento que exhibe la empresa industrial y su relación con el empleo de los ingenieros, ayudan a sustentar esta afirmación (Ruiz, op. cit.). Con las pautas de la producción flexible y los nuevos esquemas de organización de la producción, lo que se detecta es que los ingenieros se están haciendo cargo de prácticamente todas las actividades de la empresa, inclusive de aquellas relativamente alejadas de su campo profesional, ocasionando con ello, el desplazamiento de otros profesionistas que hasta hace poco, se responsabilizaban de esas tareas de licenciados en administración, contadores, economistas. La incorporación de métodos muy sistemáticos de administración de la producción, el lugar desatado de las ventas y en general, el manejo eficiente del negocio, son parte de las actuales prioridades que se establece la empresa para ser competitiva y que se resuelven en un perfil profesional muy integral de la ingeniería.

Se trata de una práctica diferente del ingeniero con un matiz más social que técnico, que aunque vulnera los límites disciplinarios que imponen las ciencias de la ingeniería, comienza a ser ampliamente apreciada por los empleadores industriales y una prueba de ello, es su colocación en los niveles superiores y mejor remunerados de la jerarquía laboral.

No obstante, conviene advertir que el interés que muestran los industriales por esa clase de ingenieros, constituye un espejo de las condiciones tecnológicas en que se encuentra la producción industrial en México. La predisposición de las industrias por preferir ingenieros con actitudes muy dinámicas y capacidades gerenciales, en realidad dice mucho de las relaciones sociotécnicas y de sus competencias organizacionales para el manejo tecnológico. De la misma manera, también deja entrever una tendencia a valorar una ingeniería "light" que no coincide del todo, con la concepción tradicional del "quehacer sucio" que significa el diseño y operación de los artefactos y objetos tecnológicos y a manera de corolario, lo que se puede derivar de todo esto, es que las industrias no parecen depositar en la innovación tecnológica de sus procesos y/o productos sus posibilidades de éxito y por el contrario, prefieren concentrarse en la mejor manera de organizar la producción y conducir el negocio.

Consecuentemente, tampoco debe sorprender que esta nueva figura profesional ya sea atractivo para los jóvenes, especialmente aquellos pertenecientes a las clases más favorecidas, quienes de hecho, se están constituyendo en una clientela estudiantil importante para las carreras de ingeniería que ofrecen las instituciones superiores especialmente las privadas. Y lo que está sucediendo, es que los modos de respuesta que exhiben las escuelas de ingeniería privadas, particularmente el ITESM, es el de crear ingenierías de "escritorio" con una elevada carga de contenidos administrativos y financieros, como así lo ejemplifica la carrera de ingeniería industrial, la cual, en los últimos años, ocupa el quinto lugar entre las carreras profesionales más pobladas a nivel nacional (ANUIES, op. cit.).

5. Retos y amenazas a la profesión y enseñanza de la ingeniería, algunas conclusiones

Los años noventa, representaron una profunda ruptura para la educación de la ingeniería y en general, para la educación técnica. En la primeras décadas, una buena parte de las políticas educativas dirigidas al sistema de la educación superior, se centraron en la reforma de la educación tecnológica a fin de incorporar los nuevos postulados que en materia de recursos humanos para la producción, establecía el nuevo entorno industrial. La creación de nuevos modelos alternativos a la educación universitaria para la formación de técnicos superiores, como

así los representa el Sistema de Universidades Tecnológicas, la transformación estructural del Sistema de Institutos Tecnológicos, incluyendo las modificaciones hechas a sus planes de estudios, así como diversas reestructuraciones curriculares emprendidas por las escuelas de ingeniería públicas como la UNAM y el IPN, son ejemplos de una reforma silenciosa que se llevó a cabo en este subsistema en la primera mitad de los noventa.

Por otra parte, dentro de los procesos de crecimiento acelerado del subsector privado de la educación superior, las escuelas privadas de ingeniería continuaron aumentando su cartera de carreras de ingeniería, sólo que ahora incorporan los planteamientos actuales que formulan las empresas, particularmente aquellos que requieren en los puestos de mandos medios y superiores, como así ocurrió con el ITESM, cuando en los primeros años de los noventa, materializa la filosofía empresarial en sus procesos formativos, a través de la programación de asignaturas referidas al desarrollo del espíritu emprendedor, entre otras cuestiones.

No es así el caso de las escuelas públicas de ingeniería que de pronto, sus ideales de conservación de la profesión se han visto quebrantadas por las nuevas funciones asignadas a los ingenieros. Si bien, tanto la UNAM como el IPN han desarrollado reestructuraciones significativas en sus planes de estudios, entre lo que habría que destacar el aumento de las materias de corte humanístico y social y la vinculación escuela-industria, de todas formas resulta evidente que estas instituciones se encuentran en situaciones de gran conflicto ante las presiones sociales de asegurar una formación que permita a sus egresados responder a las nuevas exigencias industriales y las dificultades que enfrentan estas escuelas para definir un perfil de "ingeniero deseable", e igualmente determinar un espacio laboral más delimitado que asegure a sus egresados su ascenso laboral y económico en los escenarios productivos.

Más aún, pese a que las escuelas públicas de ingeniería del AMCM transitan por procesos de cambio, continúa latente la disyuntiva, por ofrecer una formación ingenieril fundamental, respetando los valores y límites disciplinarios que siempre han identificado a la ingeniería o se resuelven por abrir la profesión al conocimiento interdisciplinario y ofrecer una formación ingenieril más social e integral, con el riesgo de una relativa pérdida de la importancia social que posee el ingeniero como experto de la técnica y su función dentro del propio proceso productivo y con la posibilidad de que el país en el futuro inmediato, no cuente en cantidad y calidad suficiente, con los agentes tecnológicos especializados que pudieran hacerse cargo del diseño y desarrollo de tecnologías originales que conduzcan a una mayor independencia respecto de la compra de tecnologías extranjeras.

Lo que sí resulta claro, es que las escuelas de ingeniería, no pueden continuar delegando el conjunto de sus decisiones educativas, en las experiencias formativas que se suceden en el extranjero y por el contrario, su principal reto es el de constituir un nuevo mecanismo de *interfase*, ya no con el Estado que ahora

ha dejado de desempeñar el papel monopólico en el desarrollo industrial del país como así sucedía en el pasado inmediato, sino con otros actores productivos importantes en la transformación estructural de la industria mexicana y con otros referentes sociales y económicos que les faciliten la construcción de un perfil de ingeniero deseable, de un nuevo marco profesional de la ingeniería que se acomode a las exigencias ya no del mercado de trabajo industrial, sino de su clientela estudiantil que continúa fincando en su formación profesional, sus expectativas de movilidad social y económica, sin que sea desplazado por los ingenieros egresados de las instituciones privadas en los puestos ocupacionales de calidad.

Este mecanismo debe ser producido en México, bajo las nuevas realidades industriales y sobre todo con una visión genuina acerca del deber social y práctica profesional de la ingeniería mexicana, que posibilite a las instituciones educativas no sólo anticiparse a las necesidades de la producción, sino también generar nuevas propuestas de acción a las unidades industriales por la vía de los nuevos ingenieros que forma.

Por otra parte, frente a los retos que tienen las escuelas de ingeniería en su conjunto para responder al cambiante mercado de trabajo industrial, la coyuntura actual deja entrever que la problemática de la diversidad institucional y de carreras de ingeniería en el AMCM con todo y sus implicaciones en la presencia de egresados con formaciones tan diferenciadas que llegan a afectar su empleo y posición dentro de la empresa, no resulta ser un asunto de calidad educativa, ni tampoco un tema de la condición sociocultural de los estudiantes. El problema es mucho complejo y por lo pronto, lo que se observa es que la heterogeneidad que caracteriza a la enseñanza de la ingeniería al menos en el AMCM, es una cuestión de las posturas, visiones y valores que cada escuela sostiene respecto de la disciplina y práctica profesional de la ingeniería, así como del papel social que en México, debiera desempeñar en las organizaciones industriales.

6. Algunas observaciones finales

Bajo el reconocimiento de que la problemática expuesta arriba es un asunto mucho más complejo de lo que se puede describir aquí, lo que se pretendió en este ensayo, fue el de construir algunas explicaciones iniciales para entender una problemática que ha recibido muy poca atención entre los historiadores de la educación y los estudiosos de la relación formación profesional y empleo, referido a la "copia" de modelos de educación técnica desarrollados en las instituciones universitarias de mayor prestigio a nivel mundial.

Los casos de transferencia institucional o al menos, a nivel de los contenidos curriculares, que se verifican en la educación de la ingeniería representan sin

duda, un significativo hallazgo que abre nuevas pistas a la investigación en torno a la verdadera función que guardan las escuelas superiores en sus tareas de formación de profesionistas, de sus formas de acceso y selección de contenidos, de los modos de recepción y usos de las nociones ingenieriles y de la manera como combinan diversas fuerzas asociadas con la configuración profesional de la ingeniería.

En el reducido respaldo teórico existente que no permite arrojar explicaciones más acabadas sobre un tema muy poco conocido hasta entonces, se sitúa la justificación de este ensayo, con la intención de abrir líneas de investigación necesarias para la comprensión de otros temas asociados con los modos cómo las escuelas construyen sus currículos y qué otras determinaciones influyen en sus decisiones educativas, que por lo que se puede desprender en este trabajo, no parecen ser las demandas del mercado laboral el principal referente, y por el contrario, las escuelas superiores parecen asumir una función distinta, al estar más interesadas en conservar y promover una visión muy particular de la profesión que enseñan con fines de legitimación social y económica.

Notas

- 1 Los planes de estudios comprenden todas las especializaciones de la ingeniería: agrónomas, las relacionadas con las ciencias de la tierra y las ingenierías extractivas, así como aquellas referidas a los ámbitos de la construcción, los servicios de infraestructura y la producción manufacturera.
- 2 Bedor afirma que la ingeniería alcanza su profesionalización cuando incorpora dentro de su sistema de conocimientos y habilidades, las aportaciones de las ciencias y posteriormente las de las ciencias de la ingeniería a fin de delimitar su exclusiva jurisdicción profesional.

Bibliografía

- AMI, (1995) "Estudio sobre el estado del arte de la ingeniería en México y en el mundo". Academia Mexicana de Ingeniería-CONACyT, México, Vol. III.
- ANUIES, (1998) "Anuarios estadísticos". ANUIES, México
- Boer Leen y Loux Box, (1993-1994) "The tenuous interfase: policy-makers, researchers and user-publics. The case of The Netherlands' development cooperation". Knowledge and Policy, Vol. 6, Nums. 3 y 4, fall/winter, pp. 158-175.
- Bedor Sharon, (1989) "Towards a more representative engineering education". Journal of Applied Engineering Education, Vol. 5, No. 2, pp.173-182.

- FBS, (1992) "Prospectiva de la oferta y demanda de ingenieros en México", Fundación Barros Sierra/CONACyT, Documento interno, México.
- Ruiz L. Estela., (1996) "La formación de ingenieros frente a la transformación productiva". En: El Cotidiano, UAM-I, , año. 13, No. 79, octubre, pp. 25-32.
- _____ (2000) "Formación, profesión y actividad laboral de los ingenieros de la industria manufacturera. El caso del Area Metropolitana de la Ciudad de México". Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco, México.
- Valle Flores, A., (1994) "Aproximación al estudio de los criterios de contratación de profesionistas del área química en la industria farmacéutica de la Ciudad de México", En: Perfiles Educativos, CISE-UNAM, México, Núm. 64, abril-junio, pp. 59-64.

