

Las nuevas tareas de los ingenieros en las industrias manufactureras. Hacia la desprofesionalización de la ingeniería

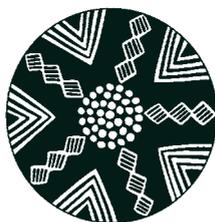
ESTELA RUIZ LARRAGUIVEL*

Este artículo analiza los resultados encontrados en una investigación sobre la formación de ingenieros y su labor profesional en las industrias manufactureras localizadas en la ciudad de México. Se descubre que los cambios tecno-productivos y organizacionales que efectúan las industrias mexicanas están haciendo que el ingeniero se haga cargo de prácticamente todas las funciones y tareas que requiere la empresa, aun aquellas que no mantienen una estrecha relación con las disciplinas de la ingeniería. Se concluye que estas nuevas tareas de los ingenieros amenazan con desvirtuar la identidad profesional de los ingenieros como expertos tecnológicos, llevando a la ingeniería hacia su “desprofesionalización”, al mismo tiempo que colocan a las escuelas de ingeniería en un gran conflicto para definir un proyecto educativo deseable.

This paper analyzes the results produced by a research about the training of engineers and their professional performances within factories in Mexico City. They show that the changes in production technologies and in the organization made by the Mexican industry have as result that the engineers have to carry out all kind of duties and functions required by the company, even when those have nothing to do with the engineer's training. The conclusion is that these new tasks given to the engineers threaten to distort the professional identity of engineers as experts in technology, leading engineering to its deprofessionalization and placing the engineering schools in a huge conflict situation when time has come to define a suitable educational project.

Educación tecnológica / Formación de ingenieros / Reestructuración productiva /
Relación educación superior-trabajo

Techonological education / Training of engineers / Productive restructuring / Relation higher education-labor world



Recepción: 3 de noviembre de 2003 /
aprobación: 23 de agosto de 2004

* Investigadora del Centro de Estudios sobre la Universidad de la UNAM. Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma Metropolitana

tana (UAM-X). Miembro del SNI, con publicaciones sobre la formación de ingenieros y la educación superior tecnológica en México. Es autora del libro *Formación, empleo y actividad laboral de los ingenieros* (2004), CESU/Plaza y Valdés.

1. Por ejemplo en 1910, la Escuela Nacional de Ingenieros creada en el siglo XIX, se incorpora a la Universidad Nacional de México, la fundación del Instituto Politécnico Nacional en 1936, integrando entre sus escuelas, a las Escuelas Superiores de Ingeniería Mecánica Electricista (ESIME) en 1936, y de Ingeniería Química en Industrias Extractivas (ESIQUE) en 1948. También en 1948 se crearon los primeros Institutos Tecnológicos en Durango y Chihuahua.

ALGUNAS NOTAS HISTÓRICAS

Históricamente, la labor de los ingenieros ha estado muy ligada al progreso material de las sociedades modernas. Su exclusiva participación en tareas relacionadas con la innovación, diseño y operación de tecnologías, les ha permitido alcanzar una reconocida presencia social en el logro del bienestar social, y ahora que la tecnología tiene un peso importante en las economías, la posesión de un número amplio de científicos e ingenieros se ha convertido en un indicador del potencial tecnológico y económico de muchas naciones.

En México, los ingenieros también han desempeñado un papel estratégico en los procesos de modernización del país, llegando a adquirir su reconocimiento social en la primera mitad del siglo pasado, principalmente en aquellos años cuando el Estado decide intervenir directamente en la construcción de la infraestructura económica, así como en el arranque y consolidación del proceso industrializador. Estas acciones fueron determinantes para que el propio Estado se constituyera por varias décadas en el principal empleador de ingenieros, interesado en dotar de profesionistas técnicos a las grandes industrias que se encontraban bajo su control. La ineludible participación de los ingenieros en los proyectos nacionales asociados con las grandes obras públicas y el desarrollo industrial propició que estos profesionistas pronto se vincularan con el poder público y económico, al mismo tiempo que lograrían su legitimación profesional y social.

Con el fin de responder a los apremiantes requerimientos de recursos humanos técnicos altamente calificados, necesarios para la modernización del país, la formación de ingenieros siempre ha ocupado un lugar prioritario en las políticas y esfuerzos educativos implantados por los gobiernos de las distintas épocas, favoreciendo el desarrollo y consolidación de la educación tecnológica principalmente en los niveles medio superior y superior.

En efecto, a lo largo del siglo XX, particularmente en los primeros sesenta años, bajo las iniciativas del Estado se reorganizaron las escuelas de ingeniería,¹ las cuales por mucho tiempo formaron en calidad y cantidad los cuadros de ingenieros con las características profesionales tecnológicas que se desprendían a partir de los referentes laborales que representaban las empresas paraestatales y dependencias gubernamentales afines, es decir, ingenieros con los conocimientos técnicos y científicos fundamentales para la operación tecnológica y la ejecución de los procesos productivos.

En la actualidad, frente a las reformas estructurales que ha venido experimentando el país, las prioridades en materia de política educativa se han dirigido hacia el fortalecimiento de la educación tecnológica, a través de la creación de numerosas instituciones educativas dedicadas a la formación de ingenieros y técnicos principalmente en las especialidades asociadas con la producción industrial.

La década de los noventa significó, efectivamente, la ampliación institucional del subsistema de educación superior tecnológica, mediante la creación de numerosos establecimientos en todo el territorio nacional. Cabe destacar la amplia participación de las instituciones educativas privadas en estos procesos, creando nuevas carreras de ingeniería basadas principalmente en los avances científicos y tecnológicos correspondientes a la disciplina, desarrollando nuevas figuras laborales como el de "técnico superior", e inclusive, planteando nuevas modalidades curriculares y de organización académico-administrativa, etc., que obligan entre otras cuestiones a preguntarse sobre los modos de interacción entre la formación de ingenieros, la manera en que ésta se efectúa actualmente y las necesidades y demandas que plantean las estructuras productivas en materia de recursos humanos, especialmente ahora que transitan por procesos de cambios técnicos y organizacionales.

Con el propósito de conocer posibles relaciones entre la importancia económica y social que se le está otorgando a los profesionistas de la ingeniería y la variedad de carreras en que ha incurrido la educación de esta profesión en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), se llevó a cabo una investigación muy amplia de carácter sociológico realizada en el periodo comprendido entre 1998 y 2000, sobre los impactos que está teniendo la formación de ingenieros, especialmente en aquellas especialidades tradicionalmente asociadas con la producción de manufacturas² y su relación tanto con el empleo, como con las nuevas actividades laborales que realizan estos profesionistas en las industrias manufactureras.

Dicha investigación se sitúa en la ZMCM, en el contexto de una amplia diversidad institucional que actualmente caracteriza a la educación de la ingeniería en esa zona (Ruiz, 2000).

A manera de justificación, el estudio se realizó a propósito de los resultados obtenidos en otras investigaciones llevadas a cabo en México, a principios de los noventa sobre el empleo de los ingenieros (AMI, 1995; FBS, 1992). De dichos estudios, tres resultados llamaron la atención y sirvieron de justificación a nuestra investigación. El primero se relaciona con la importancia que los

2. Esto significó descartar del estudio a aquellas especialidades de la ingeniería, que no están muy asociadas con la fabricación de manufacturas, tales como civil, topógrafo, agronomía, las ingenierías extractivas como la petrolera y la minera, así como las pertenecientes a las ciencias de la tierra.

empleadores industriales le están otorgando a la conducta social de los ingenieros —en términos de sus capacidades emprendedoras y de relación social—, por encima de sus competencias técnicas en sus criterios de contratación. Se trata de un perfil profesional y laboral de la ingeniería en el que se valoran diversas cualidades que se sitúan más en lo social tales como las capacidades para interpretar el entorno social, iniciativa y toma de decisiones, habilidades comunicativas en varios idiomas, manejo de las relaciones humanas, liderazgo y trabajo en equipo, disposición de adaptación al cambio constante y autoaprendizaje, por citar algunos. El segundo aspecto muy relacionado con el anterior tiene que ver con la demanda de ingenieros flexibles y versátiles con los conocimientos multidisciplinarios que les permitan desempeñarse eficientemente en los distintos puestos de la empresa, especialmente en aquellos campos de acción poco relacionados con la profesión y disciplina de la ingeniería y tampoco estrechamente vinculados a los aspectos técnicos de la producción, como son la administración, las finanzas, la comercialización, la gestión de negocios.

El tercer resultado se refiere a la influencia que comienza a tener la institución educativa de donde procede el ingeniero recién egresado, en sus destinos ocupacionales dentro de la empresa. En los estudios mencionados, se percibe una tendencia de los empleadores industriales a integrar preferentemente ingenieros graduados en las universidades privadas y ocuparlos principalmente en los puestos gerenciales con tareas no pertenecientes a su profesión, y además de que asumen funciones que demandan un conocimiento ingenieril poco profundo, son de las ocupaciones mejor remuneradas y de mayor proyección social.

Con estos antecedentes, la investigación aludida anteriormente se planteó dos objetivos. El primero fue el de conocer cuáles son los factores de naturaleza educativa, social y laboral que llevan a los empleadores industriales a realizar distinciones en torno a la calidad formativa de los egresados de las escuelas privadas y públicas de ingeniería. El segundo tiene que ver con la caracterización de los factores que inducen a las industrias a preferir ingenieros con las capacidades y actitudes productivas que aseguren un desempeño eficiente en puestos ocupacionales no siempre asociadas con la profesión de la ingeniería y, con ello, identificar las repercusiones que estos nuevos planteamientos establecen en la práctica profesional y enseñanza de la ingeniería.

En principio, los supuestos iniciales que se desprendieron de los resultados encontrados en las investigaciones y que sirvieron

de sustento empírico a nuestra investigación se relacionan, por una parte, con los efectos que está ocasionando la creciente diversidad de escuelas y carreras de ingeniería existentes en la ZMCM, en el empleo industrial, pues es posible inferir que en el mercado de trabajo industrial hay una plural participación de egresados ingenieros con especialidades y formaciones, de tal suerte que el empleador cuenta con una variedad de opciones de ingenieros recién graduados que le permite elegir aquel individuo cuya formación es más acorde con las funciones a desempeñar.

Por la otra, la exigencia de nuevos perfiles profesionales de la ingeniería que plantean las empresas industriales, basados en la valoración de ingenieros con un comportamiento social muy dinámico y productivo, suponen ser una expresión de los cambios que ha venido experimentando la estructura industrial del país: la privatización de las empresas estatales, la apertura comercial, la inserción de la producción industrial en la competencia internacional, los procesos de reconversión industrial, y en particular, los cambios técnicos y organizacionales que se verifican al interior de la empresa. Tales transformaciones han dado lugar a la formulación de nuevas tareas ocupacionales para los ingenieros y por lo tanto a calificaciones laborales más exigentes, que en el caso de estos profesionistas se resuelven en nuevas funciones y valores sobre el quehacer profesional de la ingeniería.

Bajo este sucinto panorama y reconociendo que el ingeniero es un actor esencial en el dominio de la tecnología, pareciera que ante el avance tecnológico y los procesos de reestructuración productiva en el contexto de la apertura comercial, así como los cambios organizacionales emprendidos por las empresas sustentados en los nuevos métodos de administración del trabajo, es posible pensar que los requisitos de contratación dirigidos a estos profesionistas se hayan vuelto más rigurosos y, por tanto, sean los que mayores variaciones experimenten en la definición de perfiles ocupacionales, en tanto que la ingeniería represente tal vez, la profesión en donde los industriales depositan sus expectativas de alcanzar altos niveles de competitividad en su producción.

Con estos propósitos, la investigación se situó en la relación escuela de ingeniería-industria manufacturera, desde una perspectiva integral que diera cabida a explicaciones en torno a los modos de interacción entre dos entidades que históricamente se han manejado desde lógicas diferentes. Dado que la intención principal era penetrar en la dinámica que se vive tanto en las instituciones educativas —escuelas de ingeniería— como al interior de las empresas industriales, se optó por recurrir a un análi-

3. Bajo el régimen de la investigación cualitativa, la entrevista abierta, no estructurada y de tipo conversacional, permite conocer las visiones, percepciones, significados, experiencias y valoraciones que expresan un determinado grupo de sujetos en relación con su vida, su entorno social y en general, con sus formas de interacción social con otros sujetos y situaciones. Los seguidores de este método, consideran que una de las mejores maneras de investigar una organización, institución o procesos, es a través de las experiencias subjetivas de los individuos que conviven cotidianamente en la organización.

sis microsociales y utilizar una metodología cualitativa, toda vez que el propósito era caracterizar con una mirada cualitativa cómo las escuelas de ingeniería responden a las actuales exigencias de las industrias manufactureras, interpretan sus necesidades y las traducen en un proyecto de formación profesional, y por el otro lado, de qué manera las empresas aprovechan los conocimientos aprendidos por los ingenieros egresados durante su formación escolar.

En un primer plano de análisis, se aplicaron diversas entrevistas abiertas de tipo conversacional a académicos representantes de cuatro importantes instituciones, asentadas en la ZMCM, dos públicas como son la Facultad de Ingeniería y Química de la UNAM y la ESIME y ESQUIE del IPN, y dos privadas, representadas por la Universidad Iberoamericana y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, a fin de conocer los movimientos y decisiones que efectúan las instituciones en la formulación de una propuesta educativa que les permita responder a las necesidades industriales.

Por otra parte, mediante la reconstrucción de las trayectorias socio-ocupacionales que han desarrollado al interior de las industrias los ingenieros especializados en las “ingenierías de la manufactura”, y con el objeto de analizar la manera cómo los valores y concepciones profesionales que recibieron los ingenieros durante su formación profesional influye en su desempeño profesional y ascenso laboral, se realizaron también entrevistas de tipo conversacional a trece ingenieros en activo, que trabajaban en otras tantas industrias manufactureras de diferentes tamaños y pertenecientes a distintas ramas productivas.³ Ello con la idea de entender de qué manera el ambiente organizacional de la empresa, las relaciones sociotécnicas, sus mecanismos de aprendizaje tecnológico y el proceso técnico de la producción, justifican la formulación de un perfil profesional con requerimientos más sociales que propiamente técnicos distintivos de la profesión de la ingeniería.

DIVERSIDAD Y DIFERENCIACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA EN LA ZMCM

En términos generales, se podría decir que la tendencia de los empleadores por valorar más el desempeño laboral de los ingenieros egresados de las instituciones privadas es, evidentemente, un indicador de que en el mercado de trabajo industrial participan una variedad de ingenieros egresados de instituciones públicas y privadas que compiten por los trabajos de calidad. Pero

también es el resultado de los procesos de crecimiento y diversificación que ha experimentado la enseñanza de la ingeniería, de tal forma que ha dado lugar a la presencia, en el mercado de trabajo, de ingenieros provenientes de escuelas muy diferenciadas y con formaciones muy heterogéneas en diversas especialidades de la ingeniería.

Tan sólo en la ZMCM y en cifras del 2000, ya existían 19 instituciones de educación superior que ofrecían al menos una carrera de ingeniería, de las cuales nueve pertenecen a instituciones públicas financiadas por el Estado y el resto son de carácter privado. El conjunto de todas ellas ofrecen un total de 148 planes de estudios de diferentes especialidades de la ingeniería, a las que asisten un total de 82 685 estudiantes, cifra que representa casi 20% de la población total de estudiantes inscritos en la educación superior en la ZMCM. Sin embargo, sólo 79.5% cursa sus estudios de ingeniería en las instituciones públicas (ANUIES, 2000).

Como se puede apreciar en la figura 1, el panorama de la enseñanza de la ingeniería en la ZMCM muestra una elevada proliferación de carreras con especialidades y orientaciones muy heterogéneas. Si bien se continúa ofreciendo las carreras consideradas como las tradicionales dentro de la ingeniería, como son las ingenierías civil, mecánica, química, electricista o electrónica, las cuales mantienen una base disciplinaria muy general, el resto de las licenciaturas en ingeniería constituyen derivaciones muy especializadas que se conforman como resultado de relaciones interdisciplinarias, como ingeniería bioquímica, mecatrónica, etc., o bien, a partir de ciertos requerimientos de determinadas ramas productivas, por ejemplo la ingeniería de alimentos, farmacéutica o textil.

Se observan también licenciaturas en ingeniería cuyas especialidades se relacionan con las tecnologías informáticas (ingeniero en sistemas computacionales o en computación), o con el empleo de las llamadas tecnologías emergentes, como son los casos de las ingenierías en biotecnología, robótica, automatización, biomédica, instrumentación y control, etc. Un último tipo de carreras son aquellas con una orientación dirigida a las necesidades ocupacionales que presentan las industrias, como lo ejemplifica el caso del ingeniero mecánico-administrador que ofrece el ITESM o del industrial y en sistemas organizacionales que imparte la Universidad La Salle.

Este notable crecimiento y diversificación curricular e institucional que caracteriza al panorama actual de la educación de la ingeniería en la ZMCM es, evidentemente, una consecuencia de

los procesos de expansión y diferenciación que ha experimentado el sistema de educación superior mexicano en los últimos treinta años. En México esta diversificación se hizo más ostensible con el rápido aumento del subsector privado de la educación superior en las últimas décadas.

Si bien se reconoce que la ingeniería comprende en realidad varias profesiones, particularmente aquellas que conforman especialidades muy genéricas y predominantes en la fase histórica de los inicios de la modernización urbana e industrial en nuestro país (por ejemplo ingeniería civil, mecánica, eléctrica, química, etc.), en el contexto actual de amplia diversidad abruma la multiplicidad diferenciada de carreras, especialidades, orientaciones. De ello se desprende que las variaciones en la educación de la ingeniería en la ZMCM están incurriendo en un desorden curricular, debido a que no se alcanza a observar una circunscripción que permita determinar con claridad los límites que configuran a la profesión de la ingeniería. En contraste, lo que se nota es una fragmentación de la profesión que en principio parece insinuar que es sólo un asunto de las diversas y contrastantes posturas, visiones y criterios que cada institución sostiene respecto de la identidad del ingeniero, el deber ser de su práctica profesional y, consecuentemente, de los modos como las escuelas de ingeniería interpretan las exigencias industriales y sus formas de responder a ellas.

Tal situación no solo parece desvirtuar la imagen históricamente dominante del ingeniero —especialista en el manejo de la tecnología y por lo tanto encargado de la operación del proceso productivo así como del diseño y adaptación de nuevos equipos—, sino que también esta proliferación de especialidades de la ingeniería al interactuar con las actividades ocupacionales que se verifican en las industrias, puede llevar a la profesión a desarrollar un proceso de elevada diferenciación en tanto que la enseñanza de diversas especialidades estarían vinculadas con los distintos segmentos ocupacionales existentes dentro de la jerarquía laboral.

VISIONES Y FUNCIONES DE LAS ESCUELAS DE INGENIERÍA. ¿QUÉ TIPO DE INGENIERO SE DEBE FORMAR?

Una de las hipótesis iniciales que se formularon en la investigación fue que la diversidad institucional y de carreras existentes sobre la ingeniería constituía un espejo de los procesos de industrialización que históricamente ha experimentado el país, en

combinación con los progresos científicos y tecnológicos y sus implicaciones en el modelamiento tanto de la profesión como de la propia disciplina de la ingeniería. Ciertamente, en la formulación de sus proyectos educativos, las escuelas de ingeniería se han venido desempeñando como una bisagra entre estas dos fuerzas.

Bajo este supuesto, fue necesario conocer las determinaciones de naturaleza educativa y profesional que originaron la impartición de una multiplicidad de carreras de ingeniería en la ZMCM. Como se planteó anteriormente, el análisis sobre la lógica y visiones que presentan las escuelas de ingeniería en la toma de decisiones educativas y formativas se hizo a partir del empleo de una serie de entrevistas de tipo conversacional a un total de doce representantes académicos —entre coordinadores de carrera, profesores eméritos, ex directores, presidentes de academia, jefes de departamento, etc.— que laboran en cuatro importantes instituciones educativas que ofrecen carreras de ingenierías asociadas con la producción de manufacturas, con una antigüedad mínima de veinte años y con la experiencia de haber participado en la toma de decisiones institucionales

Las instituciones públicas estudiadas fueron la UNAM en sus Facultades de Ingeniería y de Química, y el IPN por medio de sus Escuelas Superiores de Ingeniería Mecánica Electricista (ESIME) e Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQUE). Las otras dos son 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), sede Monterrey, y en su División de Ingeniería.

Con base en la formulación de la hipótesis inicial, en el sentido de que las escuelas de ingeniería interactúan con base en las necesidades industriales y en consecuencia, la pluralidad de carreras y especialidades existentes son el resultado de dicha interacción, a una sencilla pregunta como: ¿Las necesidades de la industria mexicana constituyen la principal fuente de información para la realización de modificaciones curriculares, actualización de contenidos, creación de nuevas carreras y en general, del desarrollo de proyectos educativos de formación de ingenieros?, las respuestas obtenidas a esta pregunta fueron sumamente sorprendentes, al grado que llegaron a perturbar las hipótesis iniciales.

En principio, los representantes de la UNAM, IPN y la UIA manifestaron que las necesidades que presenta la industria

4. De acuerdo a las declaraciones de los profesores invitados, ellos se referían a la industria en México como toda la industria que opera en el país.

nacional no constituían una fuente de información importante para la retroalimentación de sus propuestas curriculares o en la generación de nuevas propuestas educativas. En contraste, señalaron que son los modelos educativos para la formación de ingenieros que se desarrollaban en las universidades extranjeras de mayor prestigio, los que servían de inspiración en sus decisiones de reforma educativa (destacando el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Universidad de Stanford, Tecnológico de California (CALTECH), Universidad de Sussex, etcétera).

No obstante, conviene señalar que en la UIA se busca complementar esta tendencia por “importar” los modelos curriculares que se realizan en las instituciones extranjeras, con la realización de consultas y otras actividades conducentes a la obtención de información sobre las demandas de las industrias, a través de la sociedad de ex-alumnos de la UIA: egresados, asociaciones gremiales, empleadores, etcétera.

A diferencia de estas instituciones, el ITESM sí toma en cuenta las demandas 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 o eliminación de carreras están supeditadas a los criterios muy coyunturales que se formulan en las unidades productivas.

Las razones que argumentan los profesores de las instituciones públicas por apoyarse en las experiencias educativas realizadas en los países más industrializados, en lugar de considerar las necesidades de la industria mexicana en la formulación de sus proyectos formativos, tienen que ver con las condiciones de atraso tecnológico y productivo que han caracterizado a la industria en México y su escasa contribución al desarrollo tecnológico.⁴ Agregan que las tareas que regularmente realiza el ingeniero en las empresas mexicanas no demandan muchos conocimientos tecnológicos, especialmente aquellos orientados a la innovación y, por tanto, consideran que la formación que ofrecen proporciona al ingeniero más capacidades y conocimientos que lo que realmente requieren las industrias mexicanas. Sostienen además que el desempeño de actividades ajenas a la profesión de la ingeniería como la administración o las ventas, constituye una distorsión del quehacer profesional.

Resulta claro que detrás de la propensión de las escuelas de ingeniería (principalmente las públicas como la UNAM y el IPN) a 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, se percibe una valoración un tanto prejuiciada sobre la actividad industrial que se desarrolla en el país. Pero lo que habría que resaltar aquí es que estas dos instituciones parecen concebir a la formación de ingenieros con los atributos más fundamentales que impone la disciplina de la ingeniería, y preparar ingenieros “para que hagan ingeniería”,⁵ con una orientación hacia el desarrollo tecnológico y la mejora de los procesos productivos, sin importar si este ideal es coherente con las exigencias del empleo industrial.

Habría que recordar que estas instituciones formaron las primeras élites tecnológicas encargadas de la consolidación de la industria de la transformación en México. De igual manera, desempeñaron un papel importante en el desarrollo de una capacidad tecnológica en un país como México, que se ha caracterizado por su atraso tecnológico y, consecuentemente, por su fuerte dependencia de la tecnología extranjera. Por mucho tiempo, estas instituciones no tuvieron dificultades para construir sus proyectos curriculares, toda vez que en los años en que el Estado era el principal empleador de ingenieros, sostenían como su principal referente laboral a las empresas paraestatales, cuyos criterios de reclutamiento de ingenieros no eran muy rígidos. Esta situación ayuda a entender el hecho de que hasta hace poco los graduados principalmente de la UNAM y del IPN se colocaban rápidamente en las posiciones gerenciales o de dirección dentro del sector público, debido a la gran coincidencia que había entre los perfiles profesionales que esas organizaciones solicitaban respecto de las orientaciones y enfoques que esas escuelas le imprimían a la profesión.

Por lo tanto, lo que se puede inferir es que las escuelas públicas de ingeniería, ante el rezago tecnológico que caracteriza a la industria mexicana, se han visto obligadas a buscar la “mejor práctica” profesional y ocupacional del ingeniero y “copiar” los contenidos ingenieriles en las experiencias de las escuelas de ingeniería localizadas en países de mayor desarrollo industrial y tecnológico. Estas instituciones hacen pensar que sus modelos educativos fueron construidos a partir de los exitosos patrones de industrialización y desarrollo tecnológico de sus respectivos países.

De este modo, con la transferencia de reconocidos modelos institucionales extranjeros a la realidad nacional, se tiene la creencia de otorgar una mayor legitimidad a la profesión de la ingeniería, lo que permite interpretar que una de las funciones

5. Declaración de uno de los profesores entrevistados, procedente del IPN.

primordiales que han sostenido las escuelas de ingeniería más tradicionales como la UNAM y el IPN ha sido el de preservar y promover una ingeniería fundamental sustentada en el dominio de las aportaciones recientes de las ciencias de la ingeniería que se proponen en los países más industrializados y concebir al ingeniero egresado de sus escuelas como un agente tecnológico, un vehículo de transferencia de las nuevas tecnologías a las industrias.

Se trata de mantener una imagen de la ingeniería como una actividad primordialmente tecnológica basada en el análisis matemático (cálculo), en las aplicaciones de las ciencias básicas y de las ciencias de la ingeniería, como una manera de proteger y defender el campo profesional (Beder, 1989). Con rasgos más simbólicos que materiales, la conservación y difusión del sistema de conocimientos de la ingeniería, impregnado de una racionalidad científica, tiene la intención política e ideológica de otorgar a los ingenieros un carácter de exclusividad en la toma de decisiones tecnológicas y reconocerse como profesionistas, y con ello, distinguirse de otros sujetos que si bien también se ocupan de las tareas técnicas (técnicos, trabajadores calificados, operadores), no poseen el rigor científico que requiere el diseño, manejo de tecnologías y solución de problemas técnicos.

Por otra parte, resulta claro que las escuelas públicas de ingeniería no han sido tan reactivas a las demandas de las industrias y su principal cometido ha sido el de apuntalar a la profesión de la ingeniería como una disciplina orientada al dominio del conocimiento tecnológico, que no acepta otros contenidos provenientes de las ciencias sociales a fin de no generar un proceso de gradual “desprofesionalización” de la ingeniería.

Empero, ahora con las nuevas pautas de la productividad y los procesos de reestructuración productiva que se verifican en las industrias, con implicaciones de cambio en las relaciones industriales y laborales (gradual desvanecimiento de las jerarquía laborales, organización del trabajo técnico más “horizontal”, flexibilidad en el desempeño de las funciones laborales, democratización de la producción, etc. y su traducción en la formulación de perfiles de la ingeniería más integrales y versátiles), las escuelas de ingeniería —sobre todo las públicas— se encuentran en gran conflicto, cuando ven amenazada su concepción ideal de lo que debe ser la profesión de la ingeniería, con los valores, conocimientos y habilidades que le han otorgado su identidad profesional.

Ese no es el caso de las escuelas privadas de ingeniería, las cuales quizás por su flexibilidad organizacional y administrativa

han podido crear nuevas carreras de ingeniería, incorporando los nuevos planteamientos que formulan las empresas en relación con las nuevas funciones que les están asignando a los ingenieros, como así lo demuestra el ITESM, cuando en los primeros años de los noventa integra la filosofía empresarial en sus procesos formativos mediante la programación de asignaturas referidas al desarrollo del espíritu emprendedor y habilidades sociales.

En síntesis, lo que se puede concluir es que las distinciones valorativas que hacen los empleadores respecto del desempeño profesional que muestran los egresados de las escuelas públicas y privadas, en el contexto de la diversidad de carreras, no parece ser un problema de calidad o de pertinencia con relación a los nuevos planteamientos ocupacionales, sino que es un asunto de posturas, visiones y enfoques que cada escuela sostiene respecto de la disciplina y práctica profesional de la ingeniería. Inclusive, es posible sugerir que ante las transformaciones ocurridas en los ámbitos del trabajo industrial, las demandas del mercado ocupacional son en este momento de tal modo ambiguas que dificulta poder deslindar con precisión los conocimientos y habilidades que debe poseer el ingeniero acorde con las exigencias industriales, una situación que permite entender la oferta de una amplia variedad de especialidades, así como modelos curriculares. Por lo tanto, al no tener un referente laboral más preciso como sucedía en el pasado, las escuelas de ingeniería —especialmente las públicas— tienen ahora dificultades para definir un perfil de “ingeniero deseable” que asegure una formación acorde con las nuevas tareas de los ingenieros, de tal modo que pueda garantizar a sus egresados su ascenso laboral y económico en los escenarios productivos.

IMPORTANCIA DE LOS NUEVOS PERFILES DE LA INGENIERÍA EN LA INDUSTRIA NACIONAL COMPETITIVA

¿Cuál es la importancia que tiene para la industria actual la definición de perfiles muy dinámicos en los trabajadores, técnicos y profesionistas ingenieros, con las características que impone un desempeño laboral eficiente? Como se verá más adelante, en la investigación se demuestra que las industrias efectivamente atraviesan por procesos de cambio que no se limitan a la renovación tecnológica de sus procesos productivos, sino que trascienden a otros ámbitos de la producción igualmente importantes como son la organización del trabajo, comercialización y ventas, compras, control de inventarios, métodos de administración de la producción, etcétera.

Históricamente, la industria siempre se ha caracterizado por ser un lugar privilegiado para el trabajo tecnológico. Constituye un espacio sociotécnico en el que alrededor de la tecnología empleada expresada en los artefactos y maquinaria, con sus diferentes planos de operación, se configura un tipo muy particular de organización del trabajo técnico, que a la vez que jerarquiza y establece distintos niveles cognoscitivos de la actividad productiva, modela las relaciones sociolaborales que se verifican en la empresa.

Las industrias manufactureras son lugares de operación tecnológica cuya principal función es traducir una diversidad de conocimientos técnicos con distintos orígenes, en procesos de fabricación y distribución social de los bienes y servicios que produce. En este sentido, la importancia que la empresa otorga al intercambio de conocimientos técnicos y experiencias provechosos da lugar a que se conciba a la empresa como un espacio de aprendizaje tecnológico que valora el conocimiento útil y práctico dirigido a la solución de problemas y a la creatividad tecnológica.

Sin embargo, en cada empresa se construyen interpretaciones muy particulares en torno al manejo de la tecnología disponible, los modos de producir, las relaciones interpersonales, los modos de negociación con los proveedores y clientes, la manera de surtir una compra, la transmisión de órdenes, las modalidades de contratación de personal y los perfiles que se buscan e inclusive, las innovaciones que la empresa decide sobre dónde y cómo realizar lo que a final de cuentas se resuelve en una manera muy específica de organizar el trabajo de la empresa con sus implicaciones en la labor que desempeñan tanto los propios ingenieros como otros sujetos que participan directamente en el proceso productivo (Pirela, 1996).

Las empresas establecen su propia dinámica de trabajo y de relaciones laborales e industriales y ahora, bajo las presiones de la competencia comercial, la tendencia se dirige hacia una forma de reorganizar el trabajo con los rasgos de un aparente desvanecimiento de la división del trabajo y el fomento de una participación colectiva en las decisiones sobre la producción. De este modo, se plantean nuevos estilos de trabajo en donde los puestos ocupacionales formulan funciones más integrales y cambiantes, tendientes a la valoración de las competencias laborales y profesionales que poseen los recursos humanos y a la posesión de habilidades de interacción social y capacidades comunicativas.

Ante esta argumentación sobre las nuevas realidades ocupacionales y profesionales de la ingeniería, cabría preguntarse ¿cómo

afectan los distintos proyectos de formación de ingenieros, particularmente los de las cuatro instituciones estudiadas, en el desempeño profesional y movimientos laborales de sus egresados?; con base en la forma de organización del trabajo que ostenta la empresa, ¿cómo aprovecha los conocimientos de sus ingenieros, aprendidos durante su formación profesional?, y por último, ¿en qué consisten las nuevas funciones asignadas a los ingenieros, en el marco de los procesos de transformación productiva?

Como se mencionó anteriormente, siguiendo una metodología cualitativa, en la investigación se efectuaron entrevistas abiertas a trece ingenieros en activo, con las carreras de Ingeniería Mecánica, Química, Industrial y Electrónica y provenientes de la UNAM, el IPN, el ITESM y la UIA, aunque también se tomaron en cuenta a un egresado de la UAM y otro de la Universidad Panamericana. Sólo se cuidó que todos ellos estuvieran laborando en industrias manufactureras, sin importar la rama de producción a la que pertenecían, el tamaño o el origen del capital (nacional, extranjero, mixto). Esto redundó en una “selección” de empresas bastante azarosa,⁶ las cuales fueron estudiadas a partir de las percepciones de los ingenieros que en ellas laboraban, percepciones que manifestaban en relación con las competencias organizacionales de la empresa en particular, su capacidad de aprendizaje tecnológico, su organización técnico-organizacional y otras cuestiones que permitieran determinar cómo las empresas aprovechaban los conocimientos de los ingenieros, así como sus criterios de valoración y contratación de los ingenieros.⁷

Otro de los propósitos que se pretendían alcanzar con las entrevistas era el de reconstruir las trayectorias socioeducativas y sociolaborales de cada uno de los ingenieros, como una vía metodológica que permitiera descifrar el peso que tiene la formación profesional recibida en los destinos ocupacionales, desempeño profesional y movilidad ocupacional.

El primer descubrimiento fue que, efectivamente, las industrias bajo estudio⁸ se encuentran en procesos de cambios en distintos órdenes, desarrollando estrategias de reorganización de su producción, abatiendo costos y favoreciendo una participación del conjunto de sus trabajadores. Inclusive, vale mencionar que con excepción de una empresa, el resto mantenían una dinámica exportadora muy intensa.

Se detecta que los cambios que realizan estas industrias se centran fundamentalmente en los ámbitos de la administración de la producción, la gestión organizacional, comercialización de los productos que fabrican (ventas) y el manejo del personal. De

6. El grupo de las empresas investigadas, consistieron en cuatro grandes industrias, siete medianas y dos pequeñas empresas, de las cuales, seis eran de capital extranjero, un de capital mixto y resto de capital mexicano. Las ramas productivas a las que pertenecían, eran de autopartes, plásticos, química y metal-mecánica.

7. Si bien la entrevista no se centraba únicamente en la caracterización de las industrias, la información recibida por los ingenieros al describir las funciones que desempeñaban y su relación con el conjunto de la organización, era suficiente para tener una idea de la organización laboral y comportamiento productivo de la empresa.

8. Es decir, aquellas donde laboraban los ingenieros entrevistados.

ello se puede deducir que al menos las industrias estudiadas mantienen como principal prioridad la de conducir exitosamente el negocio, aun cuando el área relacionada con el desarrollo de nuevos procesos o productos recibe muy poca atención. Esta realidad está determinando que los ingenieros se hagan cargo de prácticamente todas las funciones y responsabilidades de la empresa, a pesar de que muchas de estas actividades no mantienen una relación estrecha con los conocimientos y habilidades de la profesión de la ingeniería.

Hoy en día, los ingenieros “de la manufactura” realizan no sólo las actividades de carácter técnico asociadas con su profesión, sino también involucran la ejecución de tareas de administración general, comercialización y ventas, manejo financiero, gestión organizacional, desarrollo de negocios, etc., que en el pasado regularmente lo desempeñaban otros profesionistas como contadores, licenciados en administración de empresas, economistas. Estas ocupaciones suelen ser las de mayor prestigio y mejor remuneradas, que aquellas tareas que tradicionalmente se le han adjudicado al ingeniero, como son la operación de tecnologías y, en general, el “quehacer sucio” que se efectúa en la planta industrial.

Por lo tanto, se puede deducir que estos movimientos están provocando que la ingeniería se convierta en una profesión estratificada, pues ya es común ver en las industrias a los “ingenieros de cuello blanco y de manos limpias”, desempeñándose en actividades gerenciales que poco tienen que ver con la operación tecnológica y los conocimientos inherentes a su profesión, como son la comercialización y ventas, el manejo de las finanzas, la administración de toda la empresa, e inclusive el manejo de personal. Pero también se encuentran los “ingenieros de cuello *sport* y de manos sucias” que realizan las tareas específicas del proceso de producción dentro de la planta, el manejo de la maquinaria y equipos, actividades de mantenimiento y supervisión, etc., que inclusive se encargan de algunas labores de corte administrativo, dirigidas únicamente al proceso productivo, sin ir más allá de lo que la planta industrial exige.

Al recuperar las valoraciones que los empleadores hacen de los ingenieros, según su procedencia institucional, lo que se descubrió es que los graduados de las universidades privadas se muestran más predispuestos a desempeñarse en las tareas que realiza el ingeniero de cuello blanco y manos limpias, en tanto que manifiestan tener una mejor preparación y actitud para responsabilizarse de esas actividades que poco tienen que ver con el sistema de conocimientos que establece la disciplina de la

ingeniería y, en cambio, demandan conocimientos técnicos poco profundos, además de amplias habilidades sociales, necesarias en el desarrollo de un capital social provechoso tanto para la empresa como para el ingeniero en lo personal.

En contraste, en la realización de las tareas que se llevan a cabo dentro de la planta industrial muy relacionadas con el proceso productivo, los egresados de las públicas son los más valorados para su ocupación en estas funciones. Por la formación fundamentalmente técnica que recibieron, los egresados del IPN y de la UNAM son considerados los más aptos para desempeñarse en estas áreas.

Las revelaciones anteriores sin duda requieren de un profundo análisis. Tomando en consideración que la empresa industrial es ante todo un negocio y por lo tanto siempre se plantea estrategias conducentes al logro de una producción exitosa, la participación de ingenieros en actividades administrativas ajenas a su profesión no representa un hecho del todo novedoso; por el contrario, es una acción habitual de la carrera profesional y laboral que realizan los ingenieros dentro de la organización industrial. Conviene sin embargo resaltar que los ingenieros pueden desempeñarse al menos en dos niveles de administración, una referida a la administración técnica, es decir, ligada a la producción, responsable de diseñar la logística necesaria en el proceso de producción. El segundo nivel estaría relacionado con la administración, o sea la gerencia general de la empresa o, en algunos de sus ámbitos: comercialización, compras y relaciones con proveedores, recursos humanos, etc., cuyo desempeño requeriría del dominio de otros conocimientos y por supuesto, de mayores dosis de capacidades sociales.

Es conocido que los procesos de reestructuración productiva y organizacional están afectando la naturaleza del trabajo gerencial, las formas de desarrollar la administración, planeación y en general, la dirección de una empresa, lo cual permite inferir —como hemos dicho— tendencias de estratificación dentro del mercado de trabajo profesional.

Considerando que los puestos gerenciales inherentemente se vinculan con el poder y con la toma de decisiones que en la mayoría de las veces se desprenden de razones económicas o políticas y no de criterios técnicos o tecnológicos, por la importancia que estas funciones poseen, el escalamiento hacia los puestos gerenciales no técnicos y, en cambio, con mucha proyección y prestigio social, ha llegado a convertirse en la meta ideal de ser un profesionista -ingeniero- exitoso (Allen, 1985; Tang, 2000).

Como se señaló arriba, el hecho de que los ingenieros en especialidades asociadas con la producción de manufacturas tienden a alejarse de las actividades técnicas para desempeñarse en puestos de naturaleza administrativa o de gestión, no constituye una situación novedosa, pues ello ocurre entre los ingenieros de distintos países. Lo que resulta revelador en la investigación es la aparente influencia que comienza a tener la procedencia institucional en un contexto de amplia presencia institucional con escuelas y carreras de ingeniería muy diferenciadas en los movimientos ocupacionales que realizan los graduados ingenieros. La tendencia de los empleadores por valorar aún más a los ingenieros graduados en las escuelas privadas, para su incorporación preferentemente en algunos de los puestos con mayor carga administrativa y mayores dosis de capacidades de relación social respecto de los egresados de las instituciones públicas, no hace sino demostrar el peso que pueden tener la escuelas formadoras de profesionistas en la conservación o alteración de una profesión.

Considerando las conexiones casi naturales que se están estableciendo entre la ingeniería y la administración, es posible suponer que para muchos de estos graduados el ser un ingeniero y al principio desempeñarse profesionalmente como tal, sirve de trampolín para entrar en la administración y desenvolverse en actividades más sociales, estrechamente vinculadas con el poder y la toma de decisiones en distinto ámbitos de la empresa, algo que ha resultado ser del atractivo de los jóvenes pertenecientes a las clases más favorecidas (Tang, 2000).

Según Tang (*op. cit.*), debido a que los ingenieros no son en realidad profesionistas autónomos e independientes —como sería el caso de los médicos, abogados, contadores, etc., sino que su carrera profesional y futuro laboral siempre estará ligado inextricablemente a los escenarios industriales—, fincan en el logro de un puesto ocupacional no técnico pero con mayor proyección social y mayor salario el cumplimiento de sus expectativas de éxito, además de confirmarse como profesionistas y diferenciarse de otros trabajadores técnicos e inclusive ingenieros que han permanecido desarrollando trabajos técnicos.

PRINCIPALES CONCLUSIONES

Los hallazgos encontrados en la investigación dan cuenta de una problemática que requiere ser atendida. Las actuales exigencias laborales y profesionales de los ingenieros por parte de las industrias manufactureras contienen sin duda severas implicaciones de ruptura en el modelamiento profesional de la ingeniería y,

principalmente, en su campo de acción profesional asociada con el manejo y operación de tecnologías complejas.

El hecho de que los perfiles de ingeniería que actualmente se promueven en la esfera industrial involucren el dominio de conocimientos multidisciplinarios, parece vulnerar los intereses y visiones dominantes que se tienen sobre la profesión y hacen que la ingeniería, en palabras de Allen (1985, p. 199), aparezca como una actividad profesional “muy diversa, imperfecta e incompleta”. Para las escuelas de ingeniería más tradicionales el desempeño de ingenieros en tareas no referidas a su disciplina dentro de las industrias significa una “desprofesionalización” de la ingeniería y una gradual pérdida de la identidad y jurisdicción profesional que por mucho había mantenido la profesión de la ingeniería.⁹

Por otra parte, es necesario discutir la importancia que los empleadores le están otorgando a la posesión de conocimientos ajenos a la ingeniería y provenientes de disciplinas sociales y económicas. Además del dominio de habilidades de interacción social, esta demanda estaría reflejando un reducido aprovechamiento del conocimiento ingenieril que adquirieron los ingenieros durante su formación profesional y por parte de las empresas industriales. Si se toma en cuenta que los ingenieros son los profesionistas expertos en el conocimiento y desarrollo de tecnologías, la demanda de ingenieros “administradores” o vendedores, desde la perspectiva de la mayoría de las escuelas de ingeniería, constituye una seria amenaza de “desprofesionalización” de la ingeniería y, por lo tanto, una relativa pérdida de su identidad profesional, en tanto que desvirtúa el sistema de conocimientos y habilidades de la ingeniería, además de vulnerar los límites de su jurisdicción laboral y profesional.

También conviene advertir que la preferencia de los empleadores por reclutar ingenieros “light” contiene severas implicaciones políticas y económicas, pues está claro que aun cuando las decisiones de creación tecnológica continúan ejecutándose en otra parte y no en el país, se corre el riesgo de que se vulneren las posibilidades de contar con expertos tecnológicos encargados del desarrollo de una capacidad tecnológica propia.

REFERENCIAS

- ABBOTT, Andrew (1988), *The system of professions: an essay of the division of expert labour*, Chicago, University of Chicago Press.
- ALLEN, Thomas (1985), “Managing the flow of technology”, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Academia Mexicana de Ingeniería (1995), “Estudio sobre el estado del arte de la ingeniería en México y en el mundo”, vol. III, México, Academia Mexicana de Ingeniería-CONACYT.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2000), “Anuario Estadístico 2000”, México, ANUIES.

9. Al vínculo que se establece entre este sistema de conocimientos profesionales y las ocupaciones laborales, Abbott (1988, p. 20) le denomina “jurisdicción” de la profesión.

- BEDER, Sharon (1989), "Towards a more representative engineering education", en *International Journal of Applied Engineering Education*, vol. 5, núm. 2, pp. 173-182.
- Fundación Barros Sierra (FBS) (1992), "Prospectiva de la oferta y demanda de ingenieros en México", mimeo., México, Fundación Barros Sierra/CONACYT.
- PIRELA, Arnoldo (edit.) (1996), "Cultura Empresarial en Venezuela. La industria química y petroquímica", Caracas, CENDES-Fundación Polar.
- RUIZ, L., Estela (en prensa) (2000), "Formación, profesión y actividad laboral de los ingenieros en la industria manufacturera", México, CESU-UNAM.
- TANG, Joice (2000), *Doing engineering*, Lanham, Maryland, Rowman & Littlefield Publishers.

CARRERAS DE INGENIERÍA EN LA ZMCM (2000)
INSTITUCIONES PÚBLICAS

<p>INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (IPN)</p> <p>Ing. en Procesos Discretos y Automatización: Robótica Industrial AZ</p> <p>Ing. Mecánico AZ</p> <p>Ing. en Computación CULH</p> <p>Ing. en Comunicaciones y Electrónica CULH</p> <p>Ing. Mecánico CULH</p> <p>Ing. Electricista ZAC</p> <p>Ing. en Comunicaciones y Electrónica ZAC</p> <p>Ing. en Control y Automatización</p> <p>Ing. en Sistemas Computacionales</p> <p>Ing. en Matemáticas*</p> <p>Ing. Químico Industrial**</p> <p>Ing. Químico Petrolero</p> <p>Ing. Metalúrgico</p> <p>Ing. Textil en Hilados</p> <p>Ing. Textil en Acabados</p> <p>Ing. Textil en Confección</p> <p>Ing. Textil en Tejidos</p> <p>Ing. Civil</p> <p>Ing. en Farmacéutica</p> <p>Ing. Biomédico</p> <p>Ing. en Biotecnología</p> <p>Ing. Ambiental</p> <p>Ing. en Alimentos</p> <p>Ing. en Mecatrónica***</p> <p>Ing. en Telemática***</p> <p>Ing. en Biónica***</p> <p>Ing. en Aeronáutica</p> <p>Ing. Geólogo</p> <p>Ing. Petrolero</p>	<p>Ing. Topógrafo y Fotogrametrista</p> <p>Ing. Geofísico</p> <p>Ing. Industrial</p> <p>Ing. en Transporte</p> <p>Ing. Bioquímico</p> <p>Ing. en Sistemas Ambientales</p> <p>TOTAL 33</p> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM)</p> <p>Ing. Químico (CU)</p> <p>Ing. Químico Metalúrgico (CU)</p> <p>Ing. Geofísico (CU)</p> <p>Ing. Geólogo (CU)</p> <p>Ing. en Computación (CU)</p> <p>Ing. Civil (CU)</p> <p>Ing. en Electricidad y Electrónica (CU)</p> <p>Ing. en Telecomunicaciones* (CU)</p> <p>Ing. Petrolero (CU)</p> <p>Ing. de Minas y Metalurgista (CU)</p> <p>Ing. Industrial (CU)</p> <p>Ing. Mecánico (CU)</p> <p>Ing. Topógrafo y Geodesta (CU)</p> <p>Ing. Civil (ENEP-Acatlan)</p> <p>Ing. Mecánico Electricista (ENEP-Aragón)</p> <p>Ing. Civil (ENEP-Aragón)</p> <p>Ing. en Computación (ENEP-Aragón)</p> <p>Ing. Mecánico Electricista (FES-Cuautitlán)</p> <p>Ing. Agrícola (FES-Cuautitlán)</p> <p>Ing. Químico (FES-Cuautitlán)</p> <p>Ing. en Alimentos (FES-Cuautitlán)</p> <p>Ing. Químico (FES-Zaragoza)</p>
---	--

<p>TOTAL 22</p> <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA (UAM)</p> <p>Ing. Químico AZC</p> <p>Ing. Civil AZC</p> <p>Ing. Electricista AZC</p> <p>Ing. en Electrónica AZC</p> <p>Ing. Metalurgista AZC</p> <p>Ing. Físico AZC</p> <p>Ing. Industrial AZC</p> <p>Ing. Mecánico AZC</p> <p>Ing. Ambiental AZC</p> <p>Ing. Químico IZT</p> <p>Ing. Biomédico IZT</p> <p>Ing. en Electrónica IZT</p> <p>Ing. en Energía IZT</p>	<p>Ing. Mecánico</p> <p>Ing. Electromecánico</p> <p>TOTAL 4</p> <p>TECNOLÓGICO DE ESTUDIO SUPERIORES DE ECATEPEC</p> <p>Ing. en Electrónica</p> <p>Ing. Bioquímico</p> <p>Ing. Mecánico</p> <hr/> <p>Ing. Químico</p> <p>Ing. en Sistemas Computacionales</p> <hr/> <p>Ing. Industrial</p> <p>TOTAL 6</p> <hr/> <p>TECNOLÓGICO DE ESTUDIO SUPERIORES DE CHALCO</p> <p>Ing. Electromecánico</p> <hr/> <p>Ing. Industrial</p> <p>TOTAL 2</p>
<p>Ing. Hidrólogo IZT</p> <p>Ing. Bioquímico Industrial IZT</p>	<p>TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CUAUTILÁN IZCALLI</p>
<p>Ing. de los Alimentos IZT</p> <p>TOTAL 16</p>	<p>Ing. Industrial</p> <p>TOTAL 1</p>
<p>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLANEPANTLA</p> <p>Ing. Electricista</p>	<p>TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DEL ORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO</p>
<p>Ing. Industrial</p>	<p>Ing. Industrial</p> <p>TOTAL 1</p>
<p>INSTITUCIONES PRIVADAS</p>	
<p>CENTRO UNIVERSITARIO MÉXICO (CUM)</p> <p>Ing. Civil</p> <p>Ing. Industrial</p> <p>Ing. Electromecánico</p>	<p>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY (ITESM)</p> <p>Ing. en Sistemas Computacionales CCM</p> <p>Ing. en Sistemas de Información CCM</p> <p>Ing. en Sistemas Electrónicos CCM</p> <p>Ing. en Electrónica y Comunicaciones CCM</p>
<p>TOTAL 3</p>	<p>Ing. Industrial y de Sistemas CCM</p> <p>Ing. Mecánico Administrador CCM</p> <p>Ing. Mecánico Electricista CCM</p>
<p>FUNDACIÓN ARTURO ROSENBLUETH A. C.</p> <p>Ing. en Computación</p>	<p>Ing. Químico y de Sistemas CEM</p> <p>Ing. Mecánico Electricista CEM</p> <p>Ing. Mecánico Administrador CEM</p>
<p>TOTAL 1</p>	<p>Ing. Industrial y de Sistemas CEM</p> <p>Ing. Químico Administrador CEM</p>
<p>INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO</p> <p>Ing. en Computación</p> <p>Ing. en Telemática</p>	<p>Ing. en Electrónica y Comunicaciones CEM</p>
<p>TOTAL 2</p>	

<p>Ing. Civil CEM Ing. en Sistemas Electrónicos CEM Ing. en Sistemas Computacionales CEM Ing. Físico Industrial CEM</p>	<p>Ing. Biomédico Ing. en Electrónica y de Comunicaciones</p>
<p>TOTAL 12</p>	<p>Ing. Industrial Ing. Mecánico y Electricista TOTAL 7</p>
<p>UNIVERSIDAD ANAHUAC Ing. en Sistemas Computacionales SUR Ing. Civil SUR Ing. Industrial Administrador SUR Ing. en Mecatrónica SUR Ing. en Tecnología de la Información (HUIX) Ing. Industrial (HUIX) Ing. Civil (HUIX)</p>	<p>UNIVERSIDAD LA SALLE Ing. Químico Ing. en Cibernética y Sistemas Computacionales Ing. Civil</p>
<p>Ing. Mecánico (HUIX) TOTAL 8</p>	<p>Ing. en Energía Eléctrica y en Sistemas Electrónicos Ing. Industrial y en Sistemas Organizacionales Ing. Mecánico y en Sistemas Energéticos TOTAL 6</p>
<p>UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MÉXICO Ing. en Computación (SN ÁNGEL) Ing. en Sistemas (SN ÁNGEL) Ing. en Sistemas (SN RAFAEL) Ing. Industrial en Electrónica (TLALPAN) Ing. Industrial en Mecánica (TLALPAN) Ing. Industrial en Producción (TLALPAN) Ing. en Sistemas (TLALPAN) Ing. Civil (NAUCALPAN) Ing. Electrónica (NAUCALPAN) Ing. en Producción (NAUCALPAN) Ing. en Sistemas (NAUCALPAN) Ing. en Electrónica y Comunicaciones* (NAU) Ing. en Telecomunicaciones (NAUCALPAN)</p>	<p>UNIVERSIDAD PANAMERICANA Ing. en Informática Ing. Industrial Ing. Electromecánico TOTAL 4</p>
<p>Ing. Industrial en Producción (NAUC)* Ing. Mecánico TOTAL 12</p>	<p>UNIVERSIDAD SIMÓN BOLIVAR Ing. en Alimentos 1 TOTAL 1</p>
<p>UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA (UIA) Ing. Civil Ing. Físico Ing. Químico</p>	<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE MÉXICO Ing. Químico AZC Ing. en Sistemas Computacionales AZC Ing. Civil AZC Ing. en Electrónica y Comunicaciones AZC Ing. Industrial y de Sistemas AZC Ing. Mecánico AZC Ing. Químico SUR* Ing. en Sistemas Computacionales SUR</p>
	<p>Ing. Civil SUR Ing. en Electrónica y Comunicaciones SUR Ing. Industrial y de Sistemas SUR Ing. Mecánico SUR TOTAL 7</p>
<p>19 Escuelas de ingeniería en la ZMCM, 148 Planes de estudios Total de estudiantes de ingeniería en la ZMCM = 82,685</p>	