

11

84355



UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
UNIDAD X_OCHIMILCO

División de Ciencias Sociales y Humanidades
Doctorado en Ciencias Sociales

Formación, profesión y actividad laboral
de los ingenieros de la industria
manufacturera. El caso del Área
Metropolitana de la Ciudad de México.

T E S I S
Que para obtener el Grado de
DOCTORA EN CIENCIAS SOCIALES
ESPECIALIDAD EN SOCIEDAD Y EDUCACION
p r e s e n t a
ESTELA RUIZ LARRAGUIVEL

Director de Tesis:
DR. RIGAS ARVANITIS

México, D. F.
Julio de 2000

Agradecimientos

No es común aprender mucho de una sola persona, pero las sugerencias del Dr. Rigas Arvanitis, siempre fueron como una constelación de luces radiantes que iluminaban mis ideas cuando se encontraban oscurecidas. Me siento muy agradecida con él.

Esta tesis, el esfuerzo y la inspiración que la sustenta, se la dedico sinceramente a mi asesor el Dr. Rigas Arvanitis. Por sus enseñanzas, comprensión y paciencia, muchas gracias profesor.

En primer lugar deseo expresar mi reconocimiento a mis sinodales, los Doctores Rosalba Casas, José Miguel González Santaló y Leonardo Ríos, por sus sugerentes y oportunas aportaciones y comprensión.

Al Dr. Daniel Villavicencio, le doy las gracias por sus valiosas enseñanzas en el módulo III "La Revolución Científica y Tecnológica y su impacto sobre la Sociedad Contemporánea" y haberme brindado la oportunidad de conocer las teorías de la innovación y el aprendizaje tecnológico las cuales constituyeron una influencia importante en la orientación de mi investigación.

Igualmente, deseo expresar mi gratitud muy especialmente al Ing. Jean Christophe Figueroa y a la empresa Valeos S.A. que a bien dirige, por su interés y la gran ayuda que me brindó para la realización de este trabajo.

Y agradezco muy especialmente a la Mtra, Rosalía Díaz Barriga de la Academia de Humanidades de la Carrera de Ing. en Comunicaciones y Electrónica del ESIME-Zacatenco, por toda su colaboración.

Resumen.

Esta investigación se sitúa en la compleja relación que sostienen la formación de ingenieros en las especialidades relacionadas con la producción de bienes y las necesidades que manifiestan las industrias del ramo manufacturero. Teniendo como marco territorial al Área Metropolitana de la Ciudad de México, el estudio encara el análisis de los modos cómo se concilian la formación, empleo y actividad laboral de los "ingenieros de la manufactura" en el contexto de la reconversión productiva por la que transita la industria de la transformación.

La investigación expone desde una perspectiva macro social y macro económica el estado actual y evolución histórica que presentan dos entidades que se han desenvuelto bajo lógicas diferentes entre sí: las escuelas de ingeniería y sus implicaciones de cambio en la enseñanza de esta profesión y el desarrollo de la industria manufacturera. Lo que se alcanza a observar es la elevada heterogeneidad en que ha incurrido la formación de ingenieros en AMCM, al identificar una variedad de carreras, especialidades y orientaciones de la ingeniería que ha dado lugar a que en el mercado de trabajo industrial, participen ingenieros con distintas procedencias institucionales y tipos de formación.

Con la idea de conocer los efectos que este escenario produce en el empleo y modelamiento de la profesión, la investigación se orienta hacia los polos que componen la relación EI-IM. Por un lado, caracteriza las decisiones que efectúan cuatro importantes escuelas de ingeniería para determinar sus proyectos educativos, a partir de las formas como estas instituciones interpretan las necesidades técnico-productivas de las industrias y por el otro, examina el comportamiento tecnológico y organizacional que guardan las industrias, así como los modos cómo aprovechan los conocimientos y saberes que poseen los ingenieros provenientes de varias instituciones y con distintas orientaciones en su formación.

La vía metodológica elegida se refiere a la reconstrucción de las trayectorias socio educativas y socio laborales que experimentan ingenieros que laboran en las industrias manufactureras, en tanto que dichas trayectorias constituyen una síntesis de influencias y factores determinantes en la conformación de la práctica profesional de la ingeniería.

Indice General

Página

Agradecimientos

Resumen

Capítulo I.

Introducción. 1

Capítulo II.

Acercamiento conceptual al comportamiento de las
industrias y su relación con el desarrollo tecnológico.

Implicaciones en la labor de los ingenieros. 19

Capítulo III.

Situación actual de la enseñanza y empleo de la
ingeniería en la industria manufacturera en el Area

Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM). 66

Capítulo IV.

Industrialización y su relación con la evolución histórica

de la enseñanza de las ingenierías de la manufactura. 106

Capítulo V.

Percepciones y dinámica institucional en la enseñanza de la ingeniería. 229

Capítulo VI.

Funciones y prácticas profesionales de los ingenieros bajo los nuevos

esquemas organizacionales y de la producción manufacturera. 282

Capítulo VII.

Conclusiones Generales. 364

Referencias Bibliográficas. 374

Anexos. 386

CAPITULO 1.
INTRODUCCION.

1. Antecedentes y justificación del estudio.

Este estudio se hizo con el objeto de examinar la situación actual que guarda la formación de ingenieros en aquellas especialidades muy vinculadas a la producción de manufacturas en México y su confrontación con los nuevos requerimientos laborales que actualmente plantean las industrias manufactureras y que a la vez, suponen ser una expresión de los procesos de transformación tecnológica y productiva por los que transita este sector.

La preocupación anterior surgió a propósito de los resultados encontrados en varios estudios realizados en la primera mitad de los noventa, sobre el empleo de ingenieros en México, (FBS/CONACyT, 1992; Valle, 1993; AMI, 1995; Ruiz, 1996). Utilizando distintas metodologías y con diferentes alcances y propósitos, los trabajos aludidos demuestran que las industrias mexicanas se encuentran en procesos de redefinición de sus patrones de calificación laboral y elevan sus exigencias en materia de contratación de ingenieros, como una posible consecuencia de los nuevos esquemas de productividad y de los modos cómo ellas enfrentan el entorno altamente competitivo que las rodea.

Según los estudios citados, las facultades que se demandan para los ingenieros además de poseer una formación sólida general con los conocimientos fundamentales inherentes a la profesión, tienen que ver con las habilidades de aplicación de conocimientos a situaciones novedosas, la solución de problemas y autoaprendizaje, la capacidad de adaptación al cambio constante, toma de decisiones y trabajo en equipo, así como la posesión de actitudes de iniciativa, liderazgo, comunicación efectiva, relaciones humanas, dominio de idiomas y otras cualidades que son requeridas para el desempeño no sólo de las actividades técnicas propiamente dichas, sino en otras ocupaciones no estrictamente vinculadas a la profesión de la ingeniería, entre las que se destacan las áreas de la administración, finanzas o comercialización.

Igualmente, se advierte una variable que no aparecía en las investigaciones sobre la relación educación superior — empleo, realizadas en el pasado. Se refiere a la influencia que comienza a tener la institución educativa de donde procede el ingeniero recién

egresado, en las valoraciones por cierto, muy subjetivas que realizan los empleadores industriales en torno a la calidad educativa de sus graduados y su desempeño en determinados puestos ocupacionales.

Por lo que se puede desprender de esos estudios, actualmente en el mercado de trabajo industrial participa una heterogeneidad de ingenieros procedentes de diferentes instituciones públicas y privadas y con una variedad de especialidades de la ingeniería que abarcan áreas desde muy generales como la química, mecánica, industrial o electrónica, hasta aquellas que aluden campos de acción muy específicos como las ingenierías hidráulica, industrial y de sistemas, en alimentos, en energía, etc. y debido a que las nuevas calificaciones laborales enfatizan más los rasgos de personalidad que el mero dominio de conocimientos técnicos, con base en esos estudios, se percibe la tendencia de que sean los egresados de las instituciones privadas los que reúnen esos requisitos, logrando su ingreso a la empresa en los puestos de mayor jerarquía y desplazando a otros provenientes de las escuelas públicas de ingeniería. En todas estas investigaciones, parece haber una propensión de las empresas por colocar preferentemente a egresados provenientes de instituciones privadas en los puestos ocupacionales de dirección y administración, regularmente asociados a una mejor posición y salario, aunque conviene aclarar que esta situación no significa que la procedencia institucional fuese un criterio generalizado de contratación.

Estos hallazgos animaron a la presente investigación y su principal propósito fue el de encontrar explicaciones en torno a dos circunstancias que parecen estar interrelacionadas. La primera se refiere a la diversidad institucional y curricular que predomina actualmente en la enseñanza de la ingeniería en México, con sus implicaciones en las valoraciones diferenciadas que los empleadores industriales manifiestan por los ingenieros egresados de determinadas escuelas de ingeniería. Para tener una idea de esa pluralidad, tan sólo en el Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM) existen 12 instituciones superiores entre públicas y privadas que imparten al menos una carrera de ingeniería y en datos de 1995, dichas escuelas en su conjunto, ofrecían más de 100 planes de estudios diferentes relacionados con esa

profesión y a ellas asistía una población estudiantil de poco más de 70,000, cifra que representaba el 18% del total nacional de estudiantes inscritos en el área de Ingeniería y Tecnología.

Resulta claro, que la profesión de la ingeniería ha experimentado profundas transformaciones en sus prácticas y contenidos. Pero al tomar en cuenta los nuevos requerimientos profesionales de la ingeniería que hoy formulan los empleadores y ante el hecho de que los egresados provenientes de escuelas privadas, sean preferentemente elegidos para ocuparse en los puestos más significativos de la jerarquía laboral, este asunto lleva a suponer que detrás de la diversidad de carreras y especialidades, subyacen posturas muy particulares que las escuelas de ingeniería asumen en torno a las necesidades industriales y la práctica profesional de la ingeniería de tal modo, que se traducen en una formación con un mayor o menor grado de pertinencia respecto de las funciones ocupacionales que postulan las empresas.

La segunda circunstancia tiene que ver con las determinaciones que han llevado a las empresas industriales a formular perfiles profesionales de la ingeniería cuyo contenido consigna la posesión de atributos de personalidad muy dinámicos y habilidades de aplicación de conocimientos en campos de acción, no necesariamente vinculados con la disciplina de la ingeniería. Sorprendió el hecho de que las industrias mostraran una mayor valoración por este tipo de ingenieros, pues es evidente que esta preferencia contraviene al sistema de conocimientos y habilidades asociados con el diseño y manejo de tecnologías que tradicionalmente le han otorgado la identidad profesional y reconocimiento social a la ingeniería.

A simple vista, las explicaciones lógicas que surgen para entender la dispersión de formaciones de ingeniería existentes, se inscriben en las condiciones de expansión y diferenciación en que ha incurrido el sistema nacional de educación superior en las últimas décadas, mediado por el rápido crecimiento que recientemente ha sostenido el subsector privado de este nivel educativo y en el caso de la formación de ingenieros, este fenómeno se manifiesta con el creciente aumento de escuelas de ingeniería privadas

que ofrecen todo un espectro diferenciado de carreras, especialidades y orientaciones de la ingeniería.

Igualmente, conviene resaltar el ingrediente de la composición socio-económica y cultural de los estudiantes que acuden a las instituciones de educación superior públicas y privadas y su relación con sus destinos ocupacionales. El hecho de que sean los graduados de las escuelas privadas los que poseen los rasgos de personalidad y habilidades requeridos para el desempeño de las ocupaciones menos técnicas y más exitosas de la jerarquía laboral, determina que la inclinación de los empleadores industriales por estos egresados, aparezca como un asunto de clase social más que de un tipo de formación profesional recibida o de calidad educativa que despliega cada escuela de ingeniería.

Si bien, es cierto que estas apreciaciones son relativamente válidas, no poseen la profundidad necesaria para conocer y entender a qué se debe que las industrias en el contexto actual, requieran de ingenieros con atributos muy versátiles y conocimientos interdisciplinarios que las inducen a realizar distinciones clasificatorias entre los egresados según su formación y procedencia escolar. Tampoco ayudan a comprender en qué medida los nuevos perfiles profesionales de la ingeniería que reclaman los industriales, desvirtúan la naturaleza de los conocimientos y habilidades que entraña la disciplina de la ingeniería.

Con la intención de ir más allá de los efectos que conlleva la diferenciación social y educativa existente entre las escuelas privadas y públicas en el empleo industrial, en su lugar se decidió trascender a estas explicaciones y profundizar en el análisis del desenvolvimiento de la profesión de la ingeniería, vista como una práctica que ha sido y es modelada por las condiciones tecnológicas y productivas de la estructura industrial. Bajo esta lógica, se propuso resaltar el estudio de la dinámica técnico-organizacional de las estructuras productivas, con el fin de derivar la manera como se concilian los procesos de formación profesional, empleo y ejercicio de la profesión en el contexto de la industria manufacturera.

Básicamente, el supuesto inicial que se planteó, fue que la especial demanda de ingenieros con capacidades y actitudes más orientados a la administración y gestión organizacional, dice mucho de las características sociotécnicas y de producción que guarda la estructura industrial. De los modos como las empresas organizan el trabajo técnico de tal forma que requieren de ingenieros con orientaciones diferenciadas en su formación para hacerse cargo de los distintos segmentos que se estructuran en la organización del proceso productivo. De la misma manera, también se dedujo que la multiplicidad de carreras y orientaciones dentro de la ingeniería, en términos de los proyectos educativos y estrategias formativas que ostentan las escuelas de ingeniería, es una consecuencia de su histórica vinculación con otras dos fuerzas que se presentan muy articuladas como son el proceso de industrialización en México y los avances científicos y tecnológicos propios de la profesión de la ingeniería.

Ciertamente, desde la institucionalización de la enseñanza de la ingeniería en México ocurrida a fines del siglo XVIII, las escuelas de ingeniería se han venido desempeñando como una bisagra entre esas dos fuerzas, llegando a favorecer la conformación profesional de la ingeniería en sus distintas especialidades y campos de acción. Desde una dimensión puramente temporal, conforme la industria manufacturera se dispersaba en múltiples ramas productivas y adquiría una sofisticación tecnológica, las escuelas de ingeniería extendían el espectro de especialidades y orientaciones de la ingeniería integrando tanto los progresos científicos y tecnológicos, como las necesidades que en un momento específico, determinaba el ejercicio de la profesión.

Sin embargo, la referencia anterior sugiere que detrás de la amplia variedad de especialidades de la ingeniería, subyace una interpretación muy particular que sostienen las escuelas de ingeniería en torno a la práctica profesional y las condiciones estructurales de la industria manufacturera. Se infiere que cada institución le imprime su propio sello a la formación de ingenieros y que los estudiantes son socializados principalmente con los valores y visiones que las escuelas ostentan sobre el trabajo industrial de los ingenieros, lo que da lugar a que los empleadores se formen una imagen del tipo de ingeniero que mejor convenga a sus intereses ocupacionales.

2. *Conceptos centrales y niveles de análisis.*

El trabajo se sitúa en la relación escuela de ingeniería - industria manufacturera (EI-IM) y a lo largo de sus siete capítulos, se analizan sus dimensiones conceptual, histórica, institucional, profesional, educativa y laboral, buscando recuperar las funciones, procesos, relaciones, así como los sujetos, prácticas y contextos que intervienen en dicha relación. Al hacerlo de este modo, fue posible lograr un abordaje integral y convergente que diera cabida al conocimiento y explicación sobre los modos cómo se vinculan los procesos de formación profesional y las actividades profesionales de los ingenieros dentro de las estructuras de producción manufacturera.

Bajo este marco de referencia, la investigación contempla cinco planos de análisis:

a) El estado actual que guarda la enseñanza y empleo de la ingeniería en el AMCM, cubriendo el número de instituciones, carreras y población estudiantil, así como los escenarios de trabajo y puestos ocupacionales en los que se emplean los ingenieros;

b) El análisis histórico y macrosocial del papel social que ha sostenido la formación de ingenieros, —desde la institucionalización de la enseñanza de la ingeniería en México en 1792 hasta nuestros días—, frente al desenvolvimiento también histórico de la industrialización, destacando la participación de los principales actores individuales e institucionales en el fomento tanto de la enseñanza de la ingeniería, como en el desarrollo de la industria manufacturera en sus dimensiones técnica y económica;

c) El conjunto de decisiones, movimientos y visiones que en lo concreto, asumen cuatro importantes escuelas de ingeniería ubicadas en AMCM, en la definición de las carreras, orientaciones y planes de estudio, a partir de sus percepciones respecto del deber ser de la profesión y las necesidades de la industria manufacturera;

d) La dinámica técnico-productiva de las empresas industriales, buscando profundizar en el conocimiento sobre el ambiente productivo y laboral que se vive al interior de la empresa y con ello, derivar la importancia que tiene para estas organizaciones, el reclutamiento de ingenieros con rasgos de personalidad positivas y

un desempeño versátil que no se restringe únicamente a las tareas técnicas inherentes al proceso productivo.

e) Las trayectorias socio-educativas y socio-laborales que en lo particular desarrolla el sujeto ingeniero, desde su ingreso a la escuela hasta su desempeño actual en una industria manufacturera, recuperando las acciones y prácticas concretas y otros elementos de carácter personal que al articularse con las funciones y relaciones laborales que desarrollan durante su desempeño profesional en la empresa, se materializan en oportunidades de ascenso laboral y movilidad social.

El desarrollo de la investigación se ubica en el Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM), la cual fue seleccionada debido a su elevada densidad industrial y por ser la zona en donde existe el mayor número de escuelas y carreras de ingenierías en el país. Las cuatro instituciones educativas seleccionadas para el estudio, fueron la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en sus Facultades de Ingeniería y de Química y el Instituto Politécnico Nacional (IPN) a través de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Electricista (ESIME) y la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQUE), ambas instituciones de carácter público y consideradas como las de mayor tradición y prestigio del país en materia de formación de ingenieros. Las otras dos escuelas pertenecen al subsector privado de la educación superior y se refieren a la Universidad Iberoamericana (UIA) en sus direcciones de Ingeniería y de Química respectivamente y al Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Su elección, se sustenta en el reconocimiento social que sus egresados ingenieros han alcanzado dentro del mercado de trabajo industrial, según las opiniones de los empleadores registradas en los estudios anteriormente citados sobre el empleo de ingenieros. En lo que toca a las licenciaturas de ingeniería, la investigación delimita su objeto de estudio en aquellas especialidades de la ingeniería tradicionalmente asociadas con la fabricación de manufacturas, las cuales para su fácil

alusión, se propuso que fueran integradas bajo el término sintético de "*ingenierías de la manufactura*"¹.

Para la documentación de los movimientos que realizan las escuelas de ingeniería, se realizaron entrevistas en profundidad a profesores de tiempo completo pertenecientes a las cuatro escuelas de ingeniería seleccionadas, con una antigüedad mínima de veinte años y con la experiencia de haber participado en la toma de decisiones curriculares en la institución donde enseñan. Y en lo que concierne al examen sobre el desempeño laboral y prácticas profesionales de los ingenieros, el estudio recayó en ingenieros en ejercicio que laboran en industrias manufactureras de cualquier tamaño y rama productiva y que proceden de instituciones tanto públicas como privadas, asentadas en el AMCM, así como pertenecientes a diferentes generaciones escolares que abarcan los periodos de fines de los setenta, a lo largo de los ochenta y principios de los noventa.

Por último, conviene puntualizar que la elección de las industrias manufactureras como un escenario de trabajo que permite estudiar la enseñanza y empleo de los ingenieros, no obedece simplemente a un criterio metodológico que delimita el universo laboral de estos profesionistas, por el contrario, se deriva del hecho de que en este subsector industrial se realiza la labor del ingeniero, concebida como una práctica profesional que ostenta la exclusividad del conocimiento tecnológico, además de que representa el sector tecnológico de mayor dinamismo e importancia económica.

3. Alcances, limitaciones y aportaciones del estudio.

Conviene mencionar que la construcción de explicaciones se encontró con algunas dificultades asociadas con la reducida bibliografía y escasez de formulaciones teóricas en torno a la enseñanza de la ingeniería e inclusive sobre el papel social que ha

¹ Esto significó descartar del estudio a aquellas especialidades de la ingeniería, tradicionalmente poco vinculadas 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.

sostenido esta profesión en México. Pese a que la profesión de la ingeniería ha estado fuertemente asociada con la modernización del país, es de sorprender el poco interés que ha despertado el tema entre los estudiosos de la formación profesional y el empleo. Y si bien, abunda una gran obra sobre la historia de la industrialización en México, ésta sólo se caracteriza por su realce de los contextos socio-económicos dominantes sin atender sus efectos en el empleo de profesionistas.

Una segunda limitación se ubica en el marco de las investigaciones hechas sobre la relación educación - empleo, uno de los temas más ampliamente estudiados en el marco de la investigación educativa y por el cual circula una amplia literatura nacional e internacional con distintos niveles de profundidad y variadas metodologías. Desde los llamados "seguimientos de egresados" que buscan conocer los modos de inserción de los egresados en el mercado de trabajo, o las encuestas dirigidas a los empleadores que a manera de diagnóstico pretenden precisar los perfiles profesionales que se demandan a fin de incorporarlos en la carrera profesional, hasta aquellos estudios más elaborados que al situarse en una perspectiva más crítica y economicista, se centran en la naturaleza del trabajo al que acceden los egresados a partir de ciertos indicadores. Todos estos estudios han coincidido en que la relación educación superior - mercado de trabajo, no es un fenómeno unidireccional y causal, y por el contrario, en su delimitación participan múltiples factores de diversos tipos.

No obstante, la crítica a estos trabajos se centra en el hecho de que la mayoría de ellos se han desarrollado con una visión de la empresa como una entidad cerrada, estática, ahistórica, sin abundar en los procesos organizacionales y relaciones laborales que se gestan al interior de las empresas y que a la vez son necesarias para entender las disposiciones de los empleadores hacia determinados perfiles profesionales.

Frente a estas limitaciones, fue necesario articular conclusiones aisladas que condujeran a la construcción de un panorama no sólo de carácter histórico en torno al comportamiento que han mostrado ambos procesos educativo e industrial, sino con relación a otros elementos de diversa naturaleza que median entre ellos y cuya caracterización posibilitaron conocer la influencia que tiene la formación profesional

ofrecida por alguna institución educativa en el empleo de los ingenieros, al momento de combinarse con las condiciones intrínsecas que guarda la organización industrial.

Las decisiones anteriores hicieron que la presente investigación, redundara en un trabajo original que arroja conclusiones novedosas y al mismo tiempo, sorprendentes, toda vez que en el abordaje de los distintos planos de análisis, se presentan revelaciones empíricas y conceptualizaciones que se advierten como confirmadoras o contradictorias a las concepciones actuales sobre el papel que juega la educación superior en la movilidad social de los individuos. Considerando el poco respaldo teórico sobre el tema de la ingeniería, durante el proceso de indagación y ante los descubrimientos obtenidos en la aplicación metodológica, fue necesario construir explicaciones que a final se tradujeron en una evolución conceptual que integra las distintas dimensiones del problema y otros elementos que intervienen en la compleja interacción de las escuelas de ingeniería con las industrias manufactureras.

Se trata de un desarrollo conceptual que va del análisis de las situaciones macro asociados con la elaboración de un panorama estadístico de la enseñanza de la ingeniería y empleo de los ingenieros en las industrias manufactureras dentro del AMCM, así como la reconstrucción histórica del papel que han jugado las escuelas de ingeniería en su interacción con el avance industrial, hasta los aspectos micro que le dan un sentido empírico a la investigación, recuperando las acciones concretas que manifiestan los principales actores individuales e institucionales que participan en la relación EI-IM, como son los profesores que conviven en las escuelas de ingeniería con todo y sus representaciones y percepciones acerca de la demandas de las industrias manufactureras del país, así como los egresados ingenieros que laboran en las empresas manufactureras, quienes con base en una serie de variables como sus antecedentes familiares, influencia escolar, imágenes de la profesión y expectativas de ascenso social, desarrollan un recorrido educativo y laboral individual que se inicia desde la elección de una escuela y carrera de ingeniería, hasta su desempeño en puestos de decisión.

Conforme se detectaban hechos y fenómenos novedosos, era necesario elaborar una base conceptual que ayudara a entender el papel que juegan las distintas relaciones y

procesos que se entretajan en la relación EI-IM. Para ello, se retomaron las aportaciones de las teorías sociológicas sobre las profesiones; las formulaciones teóricas hechas en torno al papel social de los ingenieros en la producción industrial y la innovación, así como las recientes contribuciones de los estudios interesados en caracterizar los factores y dimensiones que intervienen en la relación educación superior - empleo, con énfasis en las trayectorias educativas y profesionales que realizan los estudiantes en el contexto tanto de la diversidad institucional, como en el de las nuevas configuraciones del empleo industrial.

Por último, conviene insistir en que una de las contribuciones más originales del trabajo, se refiere al privilegio que se le otorga al conocimiento y comprensión del ambiente técnico-organizacional que sostiene la empresa industrial y sus implicaciones en la definición de un perfil profesional del ingeniero. A diferencia de los trabajos realizados sobre la relación educación - empleo, los cuales en su mayoría no trascienden a la dinámica interna que soporta la empresa, la investigación penetra en la empresa misma, adentrándose en su funcionamiento sociotécnico, en los movimientos internos que realiza para alcanzar una producción competitiva que las ha llevado a emprender modificaciones en los contenidos de los puestos ocupacionales y a partir de esto, justificar la demanda de ingenieros con una serie de atributos muy dinámicos, proclives al desempeño óptimo en ámbitos fundamentalmente gerenciales.

De igual manera, el propósito de conferir un sentido teórico y conceptual a los descubrimientos empíricos obtenidos en el estudio, obligó a recurrir a las teorías sobre la función social y económica de la innovación como un marco conceptual que permitiera encarar la caracterización de la organización técnico-productiva al interior de la industria con sus implicaciones en el desempeño profesional de los ingenieros. La categoría de *aprendizaje tecnológico* fue de gran utilidad en el abordaje de las relaciones sociotécnicas y composición de las competencias organizacionales que se verifican dentro de la empresa, a efecto de justificar la importancia de las cualidades en el desempeño de las ocupaciones laborales más significativas.

4. Organización del estudio. Hallazgos y resultados.

El trabajo presenta siete capítulos y cada uno aborda uno de los distintos planos de análisis que comprende la investigación: conceptual, estadístico, histórico, institucional, profesional y de organización técnico-industrial. El segundo capítulo desarrolla un marco teórico y conceptual a partir de las explicaciones económicas y los enfoques sociológicos que abundan sobre el papel social y económico de la tecnología y su relación con el funcionamiento industrial, destacando la categoría del *aprendizaje tecnológico*, visto como la unidad conceptual que permite entender las competencias organizacionales que desarrollan las empresas, necesarias en el aprovechamiento de conocimientos útiles que las llevan a desarrollar innovaciones y una producción efectiva.

Se encarga también, de discutir las causas que han llevado a la ingeniería a convertirse en una profesión de gran importancia social e igualmente caracteriza el papel social que juegan las escuelas de ingeniería en la configuración y promoción de una visión de la profesión y su práctica en el mercado de trabajo. Se concluye que las escuelas de ingeniería han funcionado como una interfase entre los conocimientos y habilidades que entraña la formación profesional de la ingeniería y los requerimientos tecnológicos y productivos que plantea la industria nacional. Con el sustento teórico de las aportaciones recientes de la Sociología de las Profesiones y las explicaciones sobre la labor profesional que han distinguido a los ingenieros en otros países, se interpretan los procesos de ascenso y consolidación de la profesión de la ingeniería y se discute en términos muy amplios, que el desarrollo profesional de la ingeniería asociada con la manufactura, ha estado muy vinculado a las formas de organización del trabajo técnico que plantean las industrias.

En el tercer capítulo, se presenta una fotografía estadística sobre el estado del arte que guarda la enseñanza de la ingeniería en el AMCM en las especialidades más estrechamente vinculadas a la manufactura y que en su conjunto integran la denominada *ingeniería de la manufactura*, cubriendo el número de instituciones, carreras

y población estudiantil existentes en 1995. Asimismo, muestra una caracterización de la estructura industrial manufacturera de la zona, con el fin de entender los escenarios de trabajo y puestos ocupacionales en los que se emplean los ingenieros. El estudio exhibe la diversidad de carreras y orientaciones de ingeniería que hoy en día, imparten doce escuelas de ingeniería asentadas en el AMCM, de las cuales siete son de financiamiento privado, una circunstancia que deja entrever la existencia de una elevada demanda social y económica por estudiar alguna de las carreras de ingeniería.

Bajo el supuesto de que la evolución de la enseñanza de la ingeniería ha sido una consecuencia de su relación histórica con el avance industrial, el capítulo cuatro incorpora una relación histórica y macrosocial del desenvolvimiento técnico y económico que ha caracterizado a la industrialización en México desde la época colonial hasta nuestros días y su paralelismo con el desarrollo también histórico que ha mostrado la enseñanza de la ingeniería, —con especial atención en aquellas especialidades relacionadas con la producción de manufacturas—.

Se rastrean las trayectorias institucionales y educativas que han desarrollado las escuelas más importantes asentadas en el AMCM, desde la creación del Colegio de Minería en 1796, —antecedente de la actual Facultad de Ingeniería de la UNAM—, hasta la época actual, integrando los impactos que comienza a generar en la profesión, el Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos y Canadá. En este panorama, se documenta el papel determinante del Estado mexicano en la creación y promoción de las primeras escuelas de ingeniería, las cuales se desarrollaron muy ligadas a las iniciativas del Estado de participar en la creación de la base industrial y económica. Al ser el Estado el principal empleador de ingenieros por mucho tiempo, se muestra que estas acciones favorecieron la legitimación y consolidación social de la profesión de la ingeniería en México.

Por otro lado, este recorrido histórico puso al descubierto una problemática que no ha sido percibida en las reducidas investigaciones sobre el tema, se refiere a la copia de proyectos educativos en materia de formación de técnicos e ingenieros, realizados en las sociedades más industrializadas y con los que el país en determinados momentos

históricos se encontraba bajo su esfera de influencia, principalmente Francia hasta principios del presente siglo y posteriormente los Estados Unidos. Esta revelación significó una perturbación a la hipótesis inicial en el sentido de que los movimientos registrados por la enseñanza de la ingeniería y su profesionalización, se encontraban directamente asociados a las condiciones tecnológicas y de producción que en ciertas fases ha mostrado la estructura industrial nacional y en contraste, lo que en realidad se manifestó fue que las escuelas mexicanas de ingeniería por mucho tiempo, jugaron un papel significativo en la difusión y transferencia de tecnologías extranjeras por la vía de la formación de ingenieros con los conocimientos y destrezas requeridos para la operación de esas tecnologías.

En tanto que los apartados anteriores se ubican en un plano macro, en el capítulo cinco, el análisis se sitúa en los movimientos concretos que realizan las escuelas de ingeniería en sus intentos por responder a las demandas del aparato productivo y con ello, comprender las repercusiones que esto conlleva en las diferenciaciones que expresan los empleadores respecto de la calidad formativa con la que egresan sus ingenieros.

Con la aclaración de que el propósito no fue el de detallar desde el punto de vista curricular, cómo se lleva a cabo el proceso formativo de los ingenieros y mucho menos el de examinar el proyecto pedagógico que se establece en cada carrera y en cada escuela, en esta sección se discuten las decisiones que en lo concreto, toman las escuelas para la elaboración de sus proyectos educativos y a lo largo del capítulo, se analizan y confrontan los comportamientos que exhiben las cuatro instituciones formadoras de ingenieros elegidas, frente a las demandas de los empleadores industriales, así como los criterios que las mueven a decidir sus programas formativos a partir de los reclamos industriales, entre lo que conviene destacar las inesperadas declaraciones vertidas por los profesores de esas instituciones, pues la mayoría de ellos admitieron no considerar las necesidades de las industrias mexicanas como una fuente de información relevante en la toma de decisiones educativas y por el contrario, corroboraron la tendencia por inspirarse en los avances que sobre la disciplina de la ingeniería se plantean en las

instituciones educativas más prestigiadas del mundo, especialmente de los Estados Unidos y Europa. Una acción consuetudinaria que efectúan todas las escuelas de ingeniería bajo estudio, particularmente las públicas como la UNAM y el IPN en donde el acercamiento con los requerimientos de las industrias con fines de diseño de planes de estudios es prácticamente inexistente. Aunque la UIA y sobre todo el ITESM, sostienen sin embargo, una serie mecanismos que les permite conocer las necesidades de la industria local a fin de dotar a sus procesos formativos de una mayor pertinencia ocupacional.

Lo anterior significa un descubrimiento empírico que saca a relucir el hecho de que las escuelas de ingeniería han estado más interesadas en apuntalar la profesión de la ingeniería de acuerdo a las características cognoscitivas, profesionales y con los conocimientos científicos y tecnológicos que indican los países más industrializados y con una mayor producción de ingenieros, que en responder puntualmente a las necesidades de la industria nacional en sus distintas fases de desarrollo y condiciones tecno-productivas. Se concluye que ante la relación ausente entre la enseñanza de la ingeniería y los requerimientos laborales de las industrias, es un hecho que cada escuela organiza sus procesos formativos en función de sus concepciones y valores sobre el deber ser de la ingeniería y a la vez, le son transmitidos al estudiante durante su formación profesional.

El capítulo seis está dedicado al examen de dos planos de análisis muy articulados, importantes en la comprensión de las mediaciones que se suceden en la relación EI-IM. Uno de ellos, se refiere al grado de influencia que ejerce el proyecto educativo de cada escuela de ingeniería en los destinos laborales de sus recién egresados. La intención aquí fue la de conocer cómo los ingenieros bajo estudio se sienten formados y en qué medida la formación otorgada por una escuela de ingeniería, interactúa y se entreteje con los propósitos y las condiciones técnico-organizacionales de la empresa, de tal suerte que llegan a modelar la práctica profesional que en lo individual, desarrollan los ingenieros.

La vía metodológica empleada, consistió en la reconstrucción de las trayectorias socio-educativas y socio-laborales que en lo particular desarrollan los sujetos ingenieros,

desde su ingreso a la escuela superior hasta su desempeño actual en una industria manufacturera. En esta dimensión, la investigación pone al descubierto que en los destinos ocupacionales, se entrecruzan una serie de variables que no se limitan a la influencia escolar. Aspectos como los procesos de socialización, antecedentes familiares, condiciones de naturaleza socio-cultural, representaciones subjetivas de la profesión y percepciones del éxito profesional, que al articularse con las funciones, valores y relaciones sociotécnicas que el individuo experimenta dentro de la empresa, se materializan en oportunidades de ascenso laboral y movilidad social. Igualmente, indica que las experiencias profesionales que adquieren los ingenieros dentro de la dinámica técnico y organizacional de la empresa, sobre todo en su primer empleo, son también un factor crucial en su devenir laboral.

El otro plano estudiado en este capítulo, se relaciona con la dinámica organizacional y productiva que muestran las empresas manufactureras, buscando profundizar en el conocimiento sobre el estado productivo y laboral que se experimenta al interior de la empresa y con ello, conocer la importancia que tiene para estas organizaciones, la incorporación de ingenieros con rasgos de personalidad positivas y un desempeño versátil en las múltiples tareas técnicas y no técnicas². Se caracteriza también, los modos cómo la empresa recibe y aprovecha los conocimientos y habilidades de los ingenieros recién egresados con formaciones y valores relativamente distintos.

Integrando las dos dimensiones, el trabajo documenta que las industrias manufactureras donde laboran los ingenieros bajo estudio, se hallan inmersas en una dinámica de exportación de sus productos, por lo que se encuentran efectuando ajustes

² La distinción entre lo que es y no es técnico no es un asunto a tratar aquí. Si bien, algunas ocupaciones como la administración y la mercadotecnia requieren de la aplicación de ciertas técnicas, de tal forma que pueden llegar a ser consideradas como tareas técnicas, con el fin de facilitar la comprensión de la labor de los ingenieros, se propone visualizarlas como actividades no técnicas en tanto que no constituyen un campo natural de la disciplina de la ingeniería. Por lo que se propone aludir a las tareas técnicas como aquellas que hacen referencia a todas las actividades estrechamente relacionadas con el proceso de fabricación, involucrando el manejo de las máquinas y herramientas, hasta aquellos procedimientos necesarios en el mejoramiento de la producción, como son el control de calidad, el mantenimiento de los equipos, la supervisión y control directo de las líneas de producción y en general, las labores que normalmente se realizan en la planta a lo largo del proceso productivo.

en la organización de sus procesos productivos, buscando alcanzar los niveles de calidad que les permita permanecer en la competencia comercial. Sin embargo, los principales cambios no se dan estrictamente en la renovación tecnológica de las líneas de producción, sino en otros ámbitos de la producción como son los aspectos organizacionales y recursos humanos, administración de la producción, comercialización y ventas, los cuales por la importancia estratégica que estos campos representan en la producción exitosa, en la actualidad son los ingenieros quienes se ocupan en estas actividades, desplazando a otros profesionistas que por mucho tiempo se encargaron de ellas. Bajo estas nuevas configuraciones del ejercicio de la Ingeniería, se revela que las formas de organización del trabajo técnico que desarrollan las industrias, involucran una estratificación de la profesión al requerir ingenieros para las ocupaciones técnicas inherentes al proceso productivo y otro tipo de ingenieros dedicados a la aplicación de una Ingeniería superficial que demanda las funciones administrativas y de ventas.

Finalmente el último capítulo siete ofrece una serie de reflexiones que se derivan del conjunto de la investigación, con la intención de integrar las aportaciones encontradas en cada plano de análisis, de tal forma que hacen que esta investigación presente descubrimientos empíricos con muchas aristas que sin duda, requieren de un estudio más profundo en cada una de ellas.

CAPITULO 2.

**ACERCAMIENTO CONCEPTUAL AL
COMPORTAMIENTO DE LAS INDUSTRIAS Y SU
RELACION CON EL DESARROLLO
TECNOLOGICO. IMPLICACIONES EN LA
PROFESION Y ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA.**

1. Introducción.

Es posible deducir que la exigencia de ingenieros con atributos dinámicos es la expresión conceptual de los cambios tecno-organizativos que se suceden en las industrias en sus propósitos por participar en la competencia tecnológica y comercial. El contexto altamente competitivo que rodea a la industria nacional, la ha obligado a adoptar variadas estrategias de carácter técnico, organizacional e incluso laboral, tendientes al logro de una producción de calidad con los estándares que marca la competitividad internacional. Parte de esos movimientos son desde luego, los cambios en los contenidos de los puestos ocupacionales y sus implicaciones en las nuevas calificaciones laborales para los ingenieros.

El suponer que los nuevos perfiles profesionales de ingenieros se derivan de los procesos de reestructuración productiva, justifica en gran medida que la investigación privilegie el conocimiento del comportamiento interno que guarda la empresa industrial, con el fin de caracterizar las actuales funciones que se les están asignando a los ingenieros, así como las determinaciones que las han conducido a ser más exigentes en la contratación de ingenieros.

Pero también se impone la necesidad de conocer cómo los nuevos reclamos ocupacionales hacia los ingenieros, inciden tanto en el campo profesional como en la propia enseñanza de la ingeniería. Tradicionalmente los ingenieros se han distinguido de otros profesionistas, por su dominio del conocimiento tecnológico que los faculta para desenvolverse en las actividades de desarrollo y manejo de tecnologías útiles en la producción de bienes y servicios. Siendo los ingenieros agentes tecnológicos por naturaleza, conviene examinar bajo un tratamiento conceptual, qué papel han jugado estos profesionistas dentro de las condiciones técnicas y productivas que en un momento determinado guarda la estructura industrial y cómo esta circunstancia ha contribuido a la conformación social de la ingeniería en sus dimensiones profesional y disciplinaria.

Por otra parte, en lo que toca al ámbito de la enseñanza de la ingeniería, interesa conocer la función social que desarrollan las escuelas de ingeniería, en la

configuración, promoción y preservación, —con fines de legitimación social—, de la profesión y su ejercicio.

2. Fundamentos generales sobre los estudios económicos y sociológicos de la innovación tecnológica y su relación con el funcionamiento industrial.

Las industrias manufactureras son fundamentalmente escenarios de trabajo tecnológico cuya organización se rige tanto por el sistema de producción que instala una determinada empresa, cuanto por los distintos niveles diferenciados de manejo de tecnologías y operación técnica que requiere su funcionamiento, dando lugar a una forma de organización del trabajo técnico que de manera específica, propone la empresa. Como así lo refiere Edwin Layton (1987), el manejo tecnológico sustento de la producción industrial, involucra necesariamente una jerarquía articuladora de distintos segmentos de conocimientos y habilidades para su operación que induce a las empresas industriales a definir una organización del trabajo técnico de acuerdo al tamaño y características de la producción, los estilos de fabricación del producto y las condiciones tecnológicas en términos del grado de sofisticación y complejidad que guardan los artefactos y maquinaria empleados, entre otras cuestiones. De la forma como se organiza el trabajo técnico se derivan los puestos ocupacionales con sus correspondientes niveles cognoscitivos requeridos para el manejo de la tecnología y sus manifestaciones en una serie de calificaciones laborales y escolares que al final, definen las políticas particulares de contratación del personal.

Pero también es evidente que la empresa industrial no es sólo un taller en donde se fabrican bienes. Es ante todo un negocio que se lucra con la comercialización de sus productos, lo que la convierte en una organización compleja que requiere de la disposición de otras áreas, si bien ligadas al proceso "duro" de la producción, sus funciones están orientadas al "management" y comercialización de los productos que fabrica. Como todo negocio productivo que

es la empresa industrial, ésta es influida por factores de naturaleza externa e interna. Factores externos como el modelo económico imperante, las políticas industrial y tecnológica y el entorno productivo-industrial que la rodea. Y de carácter interno como son los métodos de trabajo, su capacidad tecnológica, la cultura de la empresa, las políticas de recursos humanos, etc.

Dentro de un sistema de mercados abiertos, las industrias definen sus relaciones con otras empresas a través de la competencia, lo que las lleva a introducirse en una espiral ascendente de constante mejoramiento de la calidad y disminución de precios de los bienes y servicios que produce. Este objetivo coloca a las industrias en una búsqueda incesante de métodos y estrategias de producción que al conjugarse con los factores productivos básicos, (capital, tecnología, recursos naturales, mano de obra, etc.) le permitan lograr la eficiencia productiva y su permanencia en el mercado. Sin embargo, ha sido en la renovación tecnológica del proceso productivo, en donde residen las posibilidades de las industrias de aumentar su capacidad de producción con bajos costos y mejor calidad que las lleve a alcanzar elevados niveles de competitividad en sus productos.

Desde la segunda mitad del presente siglo, el avance tecnológico se ha resuelto como un factor de la producción, crucial para los sistemas económicos debido a su estrecha relación con el progreso material que a la vez, impulsa y define el desarrollo económico de una nación. Por las ventajas comparativas que representa la actualización tecnológica en la economía, el asunto de la innovación tecnológica ha llamado la atención de los economistas y sociólogos interesados en conocer los efectos socioeconómicos del proceso de generación de nuevas tecnologías.

Siendo la industria una organización muy ligada al desarrollo tecnológico y por ende, al progreso económico y social, la labor de los ingenieros se resuelve como un elemento clave en el funcionamiento de la empresa, toda vez, que los ingenieros han sido y son los profesionistas únicos en poseer las habilidades y conocimientos para el diseño y operación de tecnologías, de tal forma, que las industrias depositan en ellos, sus expectativas de innovación tecnológica, mejoramiento

técnico y eficiencia productiva. Por consiguiente, difícilmente se puede entender la naturaleza de la práctica ingenieril si no es a través del conocimiento profundo de la función social y económica que presenta la innovación y desarrollo tecnológico en los escenarios manufactureros.

Para los economistas y los estudiosos de las fuerzas sociales, económicas y políticas que impulsan al desarrollo tecnológico, el concepto de innovación tecnológica posee un importante significado. Básicamente se entiende a la innovación como la aplicación de nuevos conocimientos a la producción, resultado de la combinación de procesos acumulados de aprendizaje, de investigación y exploración que derivan en nuevos productos, nuevas técnicas, nuevas formas de organización y en nuevos mercados (Lundvall, 1992).

De la vasta literatura existente sobre este tema, se identifican no sólo diversos tratamientos teóricos y conceptualizaciones, sino también diferentes focos de atención del proceso innovador. Mientras que algunos autores bajo un enfoque macro, se interesan en los efectos que ocasiona el cambio tecnológico en el desarrollo económico, específicamente sus consecuencias en el control del mercado mundial, la competencia y el bienestar social (Schumpeter, 1971; Freeman, 1975; Sabel y Piore, 1990; Porter, 1991), otro grupo importante de investigadores se ha dado a la tarea de analizar desde una perspectiva micro, los factores endógenos que impulsan al proceso innovador y sus implicaciones socioeconómicas e incluso, culturales.

Esta última aproximación ha llegado a convertirse en un marco de estudio muy amplio en el que se sitúan distintas interpretaciones económicas y sociológicas sobre la innovación. Una de las más influyentes en la última década, lo constituyen las teorías económicas sobre la evolución del cambio tecnológico, cuya principal unidad de análisis se centra en el comportamiento interno que exhiben las empresas industriales respecto de la renovación tecnológica de su producción y sus efectos en el logro de una producción competitiva (Rosenberg, 1976; Nelson y Winter 1982; Dosi, et. al., 1988; Lundvall, op. cit.).

Una segunda corriente de interpretación que se pudiera considerar como complementaria en algunos aspectos con la anterior, se coloca en un plano más sociológico e histórico y su centro de atención en términos generales, son los patrones socioeconómicos y culturales involucrados en la génesis y desarrollo de las nuevas tecnologías y sus significados en el contexto social (Bijker, et. al., 1987). Este enfoque denominado "estudios constructivistas de la tecnología" visualiza al desarrollo tecnológico como una construcción social, en tanto que comprende relaciones muy intensas de distintos actores (individuos o instituciones) y sistemas concurrentes en la fabricación de artefactos y otros dispositivos (*Ibid*).

Ambos tipos de estudios, económicos y sociológicos, proporcionan elementos de análisis útiles en la comprensión de la práctica de la ingeniería y su relación con el manejo tecnológico y el sistema organizacional de la empresa industrial. A manera de introducción, en los siguientes apartados se exponen algunas de las conceptualizaciones más importantes de la Teoría Evolucionista de la Innovación y del Enfoque Constructivista de la Tecnología.

a) Principales planteamientos de la Teoría Evolucionista de la Innovación. Importancia del aprendizaje tecnológico.

Como una reacción a los planteamientos clásicos de la economía de la tecnología, los cuales le asignan un tratamiento muy determinista al papel económico de la tecnología y su transferencia social, desde principios de los ochenta un grupo de investigadores economistas e historiadores se interesaron por conocer los mecanismos involucrados en la creación y desarrollo de nuevas tecnologías y su transferencia entre las empresas e inclusive entre los países. Entre sus principales conclusiones, destaca el hecho de que el proceso de innovación tecnológica se funda en un proceso evolutivo de aprendizaje, resultado de las rutinas de trabajo que la mano de obra y otros agentes técnicos experimentan en la práctica del proceso productivo (Nelson y Winter, 1982).

Con representantes como Robert Nelson, Giovanni Dosi y la escuela nórdica encabezada por Bengt-Åke Lundvall, por señalar algunos, los teóricos evolucionistas de la innovación tecnológica, coinciden en visualizarla como la fuerza central que da sustento al crecimiento de la capacidad productiva y la competencia entre las firmas industriales. Sin embargo, subrayan que detrás de la actividad innovadora subyacen procesos de aprendizaje que se traducen en conocimientos y experiencias acumuladas, resultado de los movimientos que realizan las empresas en sus intentos por alcanzar un lugar monopólico en el mercado.

Inspirados en las explicaciones Neo-Shumpeterianas sobre la dinámica que mueven a las industrias a realizar innovaciones técnicas, los teóricos evolucionistas penetran al interior de las firmas y en un nivel microeconómico, buscan profundizar en las acciones transformadoras que realiza la empresa para elevar su productividad (Nelson y Winter, op. cit.). Para estos investigadores, la innovación tecnológica no es un suceso o producto palpable, sino que es ante todo un evento progresivo que involucra una serie de procesos de búsqueda, de aprendizaje y de intercambio de conocimientos acumulados, útiles al mejoramiento de la producción e inclusive a su transformación y que a la vez, son adquiridos por los sujetos gracias a su constante interacción con los artefactos tecnológicos del proceso productivo. No obstante que los evolucionistas reconocen que la innovación tecnológica se nutre de las contribuciones de la ciencia y la investigación y desarrollo, también los conocimientos y experiencias que los trabajadores, técnicos e ingenieros aprenden en sus prácticas rutinarias con la producción, son tan o más importantes en la generación de nuevos conocimientos orientados a la mejora productiva (Rosenberg, 1982; Lundvall, 1992).

Nelson y Winter (op. cit.) consideran a las rutinas técnicas como un elemento clave para entender los movimientos que realiza la firma en el logro de la innovación. Ellos señalan que "las rutinas comprenden las características y movimientos de las empresas que van desde simples rutinas técnicas muy

específicas, pasando por los procedimientos para la contratación y los despidos, el ordenamiento de un nuevo inventario, hasta adelantarse en la producción de bienes con una elevada demanda, a las políticas de inversión en investigación y desarrollo (I&D) o en el anuncio de estrategias de diversificación del producto e inversión en el extranjero" (14). En este sentido, la tecnología se define como una serie de conocimientos orientados a la solución de problemas, por lo que no debe sorprender que en la mayoría de los casos, se adquiere ya sea a través de los conocimientos generados en el avance de la ciencia y la tecnología en su carácter de conocimientos codificados, o heurísticamente como una consecuencia de las prácticas técnicas que se verifican en el proceso productivo (*Ibid.*).

Rosenberg (1979) agrega que el cambio tecnológico es el resultado de una corriente continua de innumerables ajustes, modificaciones y adaptaciones por parte de personal calificado y el acceso a los conocimientos y habilidades que posee este personal por la vía del establecimiento del contacto personal. Para este autor, el desarrollo de capacidades cada vez más especializadas y su combinación con la producción de máquinas cada vez más complejas, son factores que configuran al proceso de industrialización, al mismo tiempo que le imprimen una creciente complejidad, especialización y diferenciación, con sus correspondientes consecuencias en la generación de nuevas habilidades, técnicas, mercancías y servicios. Es así, como la innovación es de hecho, el resultado de un aprendizaje de conocimientos y experiencias acumulados que en su mayor parte, se adquieren gracias a las rutinas que impone la operación técnica y a la constante interacción con el proceso productivo. Es un proceso que lleva a las empresas a construir una trayectoria tecnológica delineada por los frecuentes ajustes que se efectúan para la solución de problemas de la producción, o por la necesidad de adaptar nuevas tecnologías (transferencia tecnológica) a la base técnica y organizacional que guarda la empresa y que pueden redundar en innovaciones simples o inclusive hasta radicales (Dosi, 1988).

Siguiendo con Rosenberg, la transferencia de conocimientos y habilidades acerca de la nueva técnica y su transmisión regularmente se hace de persona a persona, especialmente durante la ejecución de la tarea, lo que da lugar a que la renovación tecnológica se basa en muchas ocasiones en el "aprender haciendo", (learning by doing), lo que significa que los conocimientos adquiridos no están codificados y su aprendizaje se realiza heurísticamente mediante la exposición y participación directa en el proceso de trabajo.

Bajo estas revelaciones, los teóricos evolucionistas le otorgan a la tecnología una definición más elaborada, en tanto que no se refiere al artefacto, al objeto material y sus formas de operación. La tecnología en sí, comprende un cuerpo de conocimientos relacionados con aspectos materiales y humanos. Es información sistematizada que tiene que ver con métodos y habilidades, conocimientos y experiencias útiles en las distintas fases del desarrollo de la tecnología (artefacto o sistema) y que se transmite (y es aprendida) entre los operadores y usuarios del objeto tecnológico (máquinas, herramientas, procedimientos, etc. (Rosenberg, 1982).

Las ideas anteriores, sugieren que las industrias representan un espacio apropiado para el desarrollo de aprendizajes tecnológicos, un proceso que según los teóricos de la innovación, constituye el mecanismo endógeno generador de las innovaciones, además de ser la base que permite a las empresas definir y construir sus trayectorias tecnológicas tendientes a la transformación y mejoramiento de la producción (Dosi, et. al. 1988; Lundvall, 1992; Villavicencio, 1993).

El aprendizaje tecnológico que puede ser tanto individual como colectivo, se define como "la adquisición de habilidades y conocimientos técnicos adicionales por los individuos y a través de ellos, por las organizaciones" (Bell, 1984, citado en Gonsen, 1995), y al respecto, se reconoce que al interactuar con el objeto tecnológico (maquinaria), el aprendizaje puede producirse o bien mediante el aprender-haciendo (learning-by-doing), ese aprendizaje que ocurre en la fase de la manufactura después de que el producto ha sido diseñado y durante la operación

rutinaria del equipo (Rosenberg 1982), o a través del "aprender-usando" (learning-by-using) (Rosenberg, *Ibid*), que se adquiere en la instalación y adaptación de nuevas tecnologías e involucra "lo que los individuos y las empresas pueden aprender a cómo "usar/mejorar/producir bienes en el proceso mismo de manufactura, al conocer los requerimientos específicos de los consumidores, venciendo los cuellos de botella, etc." (Dosi, 1988:223).

Por último, Lundvall (1988) agrega un tercer estilo de aprendizaje tecnológico. Se refiere al aprender-interactuando (learning-by-interacting) que ocurre en las interacciones sociales que se suceden entre los actores de la producción, mediadas por el intercambio de información técnica que se da entre proveedores y usuarios de tecnologías en torno al funcionamiento del equipo, inclusive entre los individuos que laboran en la empresa, especialmente cuando se encuentran en situaciones imprevistas de solución de problemas. Esta última modalidad, sugiere por lo tanto, que el aprendizaje tecnológico es fundamentalmente un proceso social que comprende relaciones interpersonales muy estrechas y de comunicación activa entre los actores relacionados con la innovación.

Con la argumentación anterior, se desprende que la tecnología contiene información organizada que requiere de ser asimilada por la empresa con el propósito de favorecer su adecuada apropiación y operación. Los medios como la empresa accede a estos conocimientos, son a través de dos vías: a) los conocimientos codificados y usualmente de carácter público que entraña el propio objeto tecnológico, formalizados a la vez, en documentos y textos con la información pertinente para su apropiado manejo, (ej. manuales de operación); y b) la acumulación de conocimientos tecnológicos que ostentan los individuos (e instituciones) vinculados a los procesos productivos y que son el resultado del conjunto de sus largos procesos de experiencias de aprendizaje gracias a su interacción directa y rutinaria con el manejo y operación del equipo (Villavicencio, 1993)

Esto último, hace referencia a los conocimientos y experiencias "privados" porque no son codificados, ni formalizados en documentos "...y que sólo es posible percibir en la práctica de quienes hacen investigación y desarrollo, así como de quienes ejecutan los procesos de trabajo y de producción" (Villavicencio, op. cit.:24). Se incluye dentro de esta dimensión, al conocimiento tecnológico que poseen los técnicos e ingenieros, sea como resultado de sus conocimientos adquiridos a lo largo de su formación escolar, o como consecuencia de la cantidad de experiencias de aprendizaje desarrolladas, efecto de sus prácticas habituales dentro del proceso de producción (*Ibid.*). Utilizando las palabras de Dosi (1988) se puede señalar que "los cambios tecnológicos y organizacionales que desarrolla cada empresa son también procesos acumulados y lo que la empresa pueda hacer tecnológicamente en el futuro, es delimitado por lo que ha sido capaz de hacer en el pasado" (225), esto es, por su trayectoria tecnológica.

Dentro de esta línea de pensamiento, la empresa industrial es concebida como una base sociotécnica en donde la organización de la empresa y las relaciones laborales y sociales que se gestan en su interior, giran alrededor de la tecnología disponible con todo y sus alcances y limitaciones en la mejora tecnológica y de la producción (Villavicencio,1994). La empresa industrial vista como un espacio sociotécnico, articula tres ámbitos: el plano tecnológico conformado por los componentes técnicos y tecnológicos utilizables; el plano social configurado por los agentes de la producción que conviven alrededor del proceso productivo; y el entorno socio-político y económico que rodea a la unidad productiva y en el que participan actores sociales, (ej. ingenieros, dependencias gubernamentales encargadas de la regulación y fomento tecnológico, centros de investigación, universidades y otros organismos poseedoras del conocimiento tecnológico reciente). Al hablar de la empresa como una organización sociotécnica, se hace referencia al intercambio de conocimientos técnicos y empíricos entre el personal que participa en la producción, (ingenieros, técnicos y trabajadores) en torno al know how y a los métodos y formas de solución de problemas técnicos, que dan

lugar a la conformación de una capacidad de aprendizaje tecnológico por parte de la empresa (Villavicencio y Arvanitis, 1994).

Si la innovación es concebida como un conjunto de conocimientos recientes y económicamente provechosos que se adquiere bajo condiciones que son favorables para su apropiación, la empresa que se comporta como un lugar de relaciones sociotécnicas, involucra la promoción de procesos de aprendizaje que redunden en una capacidad para adaptar, operar y dominar la tecnología adquirida e inclusive realizar innovaciones (*Ibid.*).

De este modo, las fuentes del aprendizaje tecnológico son principalmente de carácter inmaterial e incorporan personas e instancias ajenas al área de la planta: clientes, subcontratistas, proveedores de tecnología o de bienes básicos e intermedios, firmas de diseño e ingeniería e inclusive otros que son portadoras de información reciente y experiencias pertinentes al propósito de mejorar las prácticas productivas, la base técnica y por supuesto, la calidad del producto. De ahí que, las empresas tejen una red de relaciones inter-empresas y con otras instituciones y actores depositarios del conocimiento tecnológico, abarcando a las universidades y los centros de investigación, con el fin de favorecer la circulación e intercambio de experiencias y conocimientos que redunden en innovaciones en la producción (Lundvall, op. cit; Dosi, op. cit.).

Asimismo, se deduce también que las estrategias que establezca la empresa industrial para acceder al conocimiento tecnológico, serían infructuosas si no están acompañadas de una organización del trabajo técnico flexible así como del establecimiento de mecanismos de gestión de las relaciones socio-industriales entre los operadores, técnicos e ingenieros que posibilite la circulación de experiencias, conocimientos y habilidades técnicas necesarias para la adaptación, manejo, mantenimiento de las máquinas e inclusive su mejora, de tal forma que conduzca a la empresa a la eficiencia técnica. En síntesis y citando a Villavicencio y Arvanitis (op. cit.) "el aprendizaje tecnológico es un proceso colectivo, idiosincrático y

acumulativo" (257) que se articula a los modos particulares como la empresa organiza su producción y define sus relaciones laborales.

b) Principales conceptualizaciones del enfoque constructivista de la tecnología sobre la innovación.

Para los investigadores de esta aproximación, la tecnología es ante todo un constructo social, desarrollado por individuos o colectividades que pertenecen a determinados grupos sociales, "debido a que los grupos sociales tienen diferentes intereses y recursos, ellos tienden a tener diferentes visiones sobre la propia estructura de los artefactos" (Law, 1987:111). En contraste con los planteamientos neoclásicos de la economía de la innovación, para los constructivistas, la tecnología no es una variable exógena, sino que constituye un evento heterogéneo que involucra una multiplicidad entrecruzada de procesos y reacciones de orden político, social, cultural, económico y psicológico, mismos que pueden materializarse en compromisos y negociaciones, en habilidades, visiones, intereses, impedimentos y actitudes que trascienden por mucho, a la conceptualización tradicional de que la tecnología es el resultado tangible de un mero proceso lineal que se inicia con el invento hasta su comercialización (Callon, 1988; Bijker y Law, 1992). Conviene mencionar que dentro de esta aproximación, se distinguen a su vez, tres vertientes de trabajo: (Bijker, 1997:6) el enfoque de sistemas orientado a la explicación del modelamiento social de la tecnología (MST) (Mackenzie y Wajcman, 1985; Bijker y Law, 1992); la aproximación denominada Red-Actor (Callon, 1987); y el enfoque de la construcción social de la tecnología (CST) (Bijker, et. al., op. cit.).

Las investigaciones pertenecientes a este último enfoque, se apoyan generalmente en rastreos históricos sobre la evolución tecnológica de determinados artefactos, con la intención de identificar las fuerzas socio-políticas y económicas, así como los actores que intervinieron en su construcción y modelamiento. Gracias a este método de análisis, los sociólogos de la tecnología

revelan que el proceso de planeación y construcción de los objetos tecnológicos se verifica en un ambiente de gran controversia y negociación y su forma final (closure) se adquiere cuando uno de los grupos sociales que participan en su modelamiento, impone sus modos de solución del problema por distintos medios (*Ibid.*).

De lo anterior, se resalta la categoría de "grupo social relevante" acuñado por Bijker (1988), "la cual, alude a instituciones y organizaciones (grandes corporaciones industriales, centros de desarrollo tecnológico), así como a grupos de individuos organizados o no organizados" (30) y de acuerdo a este autor, la identificación de este grupo relevante, estaría delimitado por el hecho de que "todos los miembros de un determinado grupo social comparte el mismo conjunto de significados que evoca el artefacto en cuestión" y por supuesto, los consumidores y usuarios de la tecnología son algunos de los grupos sociales reconocidos como relevantes. (*Ibid.*).

En síntesis, la construcción de tecnologías está supeditada a los significados que evoca en determinadas colectividades sociales y contextos históricos y se difunde una abundante literatura en donde se demuestra que la elaboración de un nuevo artefacto o un sistema tecnológico, no obedece a criterios puramente económicos o de "curiosidad" técnica, por el contrario, los responsables (científicos, ingenieros, empresarios, etc.) actúan alrededor de los modos como el nuevo objeto se articula a otras variables de naturaleza social, económica, política y cultural.

Se trata de la mediación de una heterogeneidad de factores no técnicos y multivariados provenientes de distintos ámbitos que se yuxtaponen de manera estructurada, conformando una red de interacción (Pinch y Bijker, 1987). De esta compleja red que conecta actores, conocimientos científicos y técnicos, entidades institucionales, políticas, significados, intereses, etc. que da lugar al desarrollo del artefacto tecnológico final pero que en el curso de su diseño y elaboración se entretejen tensiones y conflictos de interés entre los diseñadores, Callon (1987), deriva su teoría denominada "Red- Actor" (actor-network).

Los planteamientos anteriores resultan ser muy ilustrativos en la comprensión de la labor de los ingenieros en la producción. Dado que el diseño, operación y difusión tecnológica es mediada por fuerzas sociales, esta característica puede extenderse a las actividades técnicas que realizan los ingenieros. John Law (op. cit.) y Michel Callon (op. cit.) en sus respectivos estudios, hacen referencia al ingeniero como un agente tecnológico que no sólo interactúa con los artefactos y procesos productivos, sino que requiere de usar conocimientos y habilidades provenientes de las ciencias sociales. John Law emplea el término "ingeniería heterogénea" para referirse a la forma en que los ingenieros requieren de asociarse con otras entidades no técnicas y realizar actividades en ocasiones más sociales y políticas para la solución de los problemas que se producen durante la construcción tecnológica. Por su parte, Callon sugiere que los ingenieros actúan como sociólogos al tener que coordinar y manejar una multiplicidad de factores no pertenecientes al ámbito técnico, que intervienen en la toma de decisiones técnicas:

"Yo demuestro que los ingenieros que elaboran una nueva tecnología, así como todos aquellos que participan en uno u otro momento, en su diseño, desarrollo y difusión, constantemente construyen hipótesis y formas de argumentación que conducen a estos participantes al campo del análisis sociológico. Les guste o no, ellos son transformados en sociólogos o lo que yo le denomino, ingenieros-sociólogos" (83)

Los planteamientos de Callon respecto de las funciones técnicas de los ingenieros resultan ser muy esclarecedores en lo que a la enseñanza de la ingeniería se refiere. En principio, la idea que sugiere Callon ante el hecho de que la práctica tecnológica es un fenómeno que debe abordarse interdisciplinariamente con un contenido más sociológico que técnico, deja entrever que lo que las escuelas de ingeniería realmente están legitimando, es una visión neutral y muy determinista de la tecnología que no corresponde a la realidad de la práctica ingenieril que se verifica en los escenarios industriales. Se trata de una percepción de la ingeniería, concebida como una profesión esencialmente técnica, que elude

contenidos de naturaleza social, económica, política e inclusive ético, indispensables en la comprensión de las implicaciones socioeconómicas que ostenta la tecnología en el bienestar social, así como otros conocimientos que han demostrado ser cruciales en el ejercicio de la profesión como la administración, comercialización y la gestión organizacional (Beder, 1989).

3. Importancia del aprendizaje tecnológico en la dinámica productiva de la empresa industrial y sus implicaciones en la labor del ingeniero.

La importancia estratégica que poseen las industrias manufactureras como espacios naturales para la realización de la función tecnológica se expresa muy claramente en la argumentación de Constant (1988):

"... A pesar de lo que se ha dicho, en general la gente compra artefactos o los productos de sistemas complejos (luz eléctrica), los cuales involucran y a la vez, requieren de una inmensa cantidad y variedad de conocimientos tecnológicos. La compra o el uso de casi cualquier tecnología moderna es mediada por las organizaciones complejas que son necesarias para efectuar la integración de conocimientos y recursos indispensables en la producción y distribución del artefacto o servicio" (231)

Históricamente las industrias se han caracterizado por ser esos sitios privilegiados para el manejo tecnológico en donde una de sus principales funciones, es el de realizar actividades de traducción de una diversidad de conocimientos y prácticas que al circular fluidamente al interior de la empresa, se materializan en la optimización de la fabricación y distribución social de bienes y servicios. Los estudiosos de la innovación han demostrado que la tecnología en sus distintas fases operativas envuelve un complejo de interacciones con actores especializados y empíricos de la técnica, con elementos humanos y no humanos, con aspectos técnicos y no técnicos, etc. que requieren de ser organizados para constituir un sistema de conocimientos útiles a la producción de bienes y su colocación en el mercado (Villavicencio y Arvanitis, op. cit.; Constant, op. cit.).

Cada empresa dibuja su función tecnológica a partir de sus propios objetivos y necesidades productivas y económicas. En su definición intervienen tanto factores internos de la propia empresa (ej. el número de etapas que integran la cadena productiva y su complejidad técnica, su capacidad tecnológica y disposición al aprendizaje, sus prácticas administrativas y sus métodos de gestión de las relaciones laborales, etc.); como otros eventos que se desprenden de los modos como la empresa en particular, interactúa con el ambiente externo (presiones del mercado, avances técnicos, modelo económico, etc.). En esta combinación de fuerzas, cada empresa justifica la conformación de una modalidad organizacional propia que jerarquiza y disgrega diferentes niveles del trabajo técnico y administrativo, con sus respectivos grados de complejidad intelectual y operativa.

Más aún y a manera de ilustración, Constant, plantea que las formas de organización del trabajo que desarrolla una empresa en particular, constituyen una definición propia de su función tecnológica. Agrega que las empresas pueden compartir una práctica tecnológica genérica considerando los patrones tradicionalmente empleados en la fabricación del producto. Sin embargo, sus artefactos producidos pueden expresar "apreciaciones organizacionales radicalmente diferentes acerca de cómo la tecnología debería ejecutar su función y cómo la empresa en sí, suministraría esa función" (232).¹

Lo anterior evidencia que la empresa es una entidad mucho más dinámica, cuyas acciones no se restringen a los componentes "duros" que contiene su proceso productivo. La empresa que busca permanecer en el mercado, está obligada a establecer mecanismos proactivos y reactivos que le permitan enfrentar los desequilibrios provenientes del exterior y que le pueden acarrear alteraciones en su desempeño funcional. De ahí que, dependiendo del grado de disposición que

¹ Constan expone a manera de ejemplo, los casos de la fabricación de los autos "Honda Civic" y "Lincoln Town Car", los cuales, representan la misma tecnología genérica, utilizando las prácticas tradicionales (en su sentido más amplio) en el diseño del motor de combustión, el diseño de transmisión, fabricación de llantas, robótica, máquinas-herramienta, etc., pero el conocimiento

posea para el útil uso de los conocimientos técnicos y económicos recientes, la empresa estará en condiciones de desarrollar una capacidad de aprendizaje continuo y permanente que redunde en niveles cognoscitivos crecientemente más complejos.

Resumiendo, en la empresa la operación tecnológica se resuelve como una práctica social que requiere de la participación activa de individuos que intervienen en distintos niveles de complejidad. La idea de que la organización industrial es un espacio de aprendizaje tecnológico, entraña la revalorización del conocimiento socialmente utilitario y práctico, abocado a la explicación y solución de problemas. De este modo, de nuevo se recupera la categoría del aprendizaje tecnológico como un proceso clave para entender el comportamiento de las industrias, sobre todo en el contexto altamente competitivo y de elevada densidad tecnológica imperante en la actualidad.

Al respecto Tanguy (1996) señala que la importancia estratégica del aprendizaje tecnológico radica en que este proceso se extiende a la propia organización para traducirse en una capacidad de aprovechamiento de los conocimientos a nivel institucional, consistente no sólo en la adquisición de nuevos conocimientos tecnológicos, sino también en el desarrollo de nuevas competencias organizacionales que se traducen en mayores posibilidades de creación tecnológica.

Para que el aprendizaje tecnológico alcance el estatus de ser un proceso organizacional, no es suficiente con favorecer una mera transmisión de conocimientos o intercambio de ideas, tiene que tener una trascendencia en el mejoramiento de la producción o en la toma de decisiones para que dichos saberes sean institucionalizados por la empresa (*Ibid.*). La intensidad del aprendizaje tecnológico que exhiben las empresas estaría determinado por las distintas fuerzas provenientes del ambiente exterior e interior de la empresa, entre los que destacan

tecnológico que subyace en estos dos tipos de autos, encarna "la compleja y funcionalmente

el modelo económico predominante, la naturaleza de su potencial tecnológico, la división técnica del trabajo existente, el grado de flexibilidad efectivo tanto en los factores de la producción como en la propia organización laboral de la empresa, etc. aunque vale decir también que el espíritu empresarial de los actores que laboran en la empresa, cobra un sentido estratégico en la promoción de aprendizajes, mejoras e innovaciones productivas (Gonsen, 1995).

Ciertamente, en los estudios hechos sobre la innovación y el aprendizaje tecnológico, no se deja de reconocer la importancia del talento empresarial para el manejo exitoso de la producción y aprovechamiento de cualquier conocimiento que le asegure a la empresa la renovación técnica de sus procesos productivos. Pocos efectos tendría el conocimiento que se adquiere en la operación técnica, (digamos que por parte de la mano de obra que labora) si la empresa no establece condiciones organizacionales expeditas que permitan la circulación de los conocimientos y experiencias tecnológicas con diferentes niveles de complejidad cognoscitiva entre el personal, con el propósito de explotar ese aprendizaje y asegurar el rendimiento óptimo de la producción.

Es evidente que en muchas de las historias tecnológicas dedicadas a la caracterización de los mecanismos intrínsecos del proceso innovador, el abordaje de la empresa industrial a partir de sus estilos de organización del trabajo técnico y las relaciones socio-industriales que ahí se gestan, ha sido un tema fundamental. No ha sido el caso, en lo que se refiere al conocimiento sobre los aspectos de naturaleza cognoscitiva que conlleva la función tecnológica en cada organización. Un asunto que sin duda, reviste de singular importancia para la comprensión de las implicaciones que tiene el manejo técnico y de la producción en la labor de los ingenieros y por su puesto, en la definición de los criterios para su contratación.

Se trata del proceso de traducción que Ruffier (1998) lo define como "el medio empleado para hacer que un actor comprenda la problemática y el punto de vista

diferenciada estructura organizacional que presentan las dos firmas" (232).

de los demás actores" (135), y del cual se desprende que las empresas –a través de los actores vinculados con la tecnología– disponen de ciertas capacidades para descifrar las necesidades o problemas de un actor (como pueden ser los clientes, proveedores, consumidores e inclusive los propios técnicos e ingenieros ocupados en el interior de la empresa) y concretarlos en decisiones técnicas o acciones administrativas que aseguren la fabricación de ese bien o servicio con las características que satisfagan a los actores demandantes.

De este modo, la traducción trasciende a una mera acción comunicativa y en contraste, resulta ser una actividad demasiado compleja que involucra el uso de conocimientos, códigos y saberes de distinta naturaleza filosófica (científicos, técnicos, prácticos, empíricos, heurísticos) y orígenes disciplinarios, todos ellos asociados con la explicación y solución de los problemas industriales y todos ellos involucran la aplicación de los conocimientos complejos y simples adquiridos diferencialmente por los individuos vinculados a la producción (operadores, técnicos, ingenieros), en distintos procesos de aprendizaje: escolar, profesional, operación rutinaria del trabajo técnico, etc.

Si bien, para los teóricos constructivistas, las unidades industriales representan un mundo de significados e imágenes muy particulares que se construyen alrededor de la creación u operación tecnológica y las formas de producir, ellos no reparan con la profundidad requerida en el contenido cognoscitivo del aprendizaje tecnológico, en la variedad de conocimientos existentes en el flujo de información que corre por toda la empresa y su relación con la mejora productiva. Como ya se ha mencionado, la fábrica es un espacio propicio para el aprendizaje tecnológico entre los individuos que interactúan con la producción, lo que implica una dinámica de intercambios de conocimientos y experiencias de diversos orígenes que al demostrar su utilidad en el mejoramiento del proceso productivo, llegan a formar parte del aprendizaje tecnológico, tanto en un nivel individual como institucional.

Esta dinámica cognoscitiva que cotidianamente experimenta la empresa junto con los estilos de trabajo técnico que establece y las prácticas sociotécnicas que les son propias, la pueden llevar a estructurar un abigarrado tejido organizacional y tecnológico en el que a su vez, se descuelga una manera de llevar a cabo las relaciones socio-laborales con sus expresiones en la definición de los patrones de calificación ocupacional y profesional del personal que labora, así como sus políticas de selección y reclutamiento, entre muchas otras cuestiones. Inclusive se podría argüir que en el caso de la selección de ingenieros, los perfiles que formula la empresa para su incorporación, en buena medida son determinados por las características cognoscitivas y cualitativas que encierra su capacidad tecnológica y productiva y consecuentemente, por las clases de conocimientos que en lo particular, son ampliamente valorados por la empresa.

Sin embargo, en el contexto de los países dependientes de tecnologías foráneas, con su reducida infraestructura institucional y política que no favorece el desarrollo de nuevas tecnologías, los planteamientos sobre el aprendizaje tecnológico anteriormente expuestos ameritan otro matiz, en tanto que este proceso ha sido regularmente estudiado en el caso de las naciones más industrializadas, poseedoras de grandes empresas intensivas en conocimientos científicos y tecnológicos.

Algunos autores como Villavicencio y Arvanitis, (1994) y Pirela (1996) han estudiado los efectos de la transferencia tecnológica en industrias de países con atraso tecnológico, (en México y Venezuela, respectivamente). Su principal foco de atención se ubica en los procesos de aprendizaje que realizan las empresas durante la adaptación y asimilación de tecnologías importadas. Este asunto reviste de gran importancia en el enriquecimiento de los estudios económicos y sociológicos sobre la innovación, toda vez que se parte del hecho de que en las naciones con una reciente industrialización, carecen de una infraestructura institucional y política (falta de políticas de fomento tecnológico, reducida capacidad científico-tecnológica y de I&D, mano de obra poco educada, etc.) que ha redundado en la

conformación de un sector industrial con bajos niveles de calidad en su producción y desaprovechamiento de la capacidad tecnológica instalada.

Bajo este panorama, los autores demuestran cómo frente a tales deficiencias, las industrias de esos países efectúan importantes mejoras en el proceso productivo, llegando inclusive a trascender al desarrollo de innovaciones, pese a contar con una mano de obra poco calificada además de no existir las condiciones institucionales y sociales para el acceso a la información tecnológica reciente o carecer de estímulos para una comercialización más incisiva de sus productos. En términos generales, los autores confirman que la industria que pretende ser competitiva (y que por lo tanto, posee adecuadas competencias organizacionales), al desarrollar una producción con elevados niveles de calidad, basan su accionar en el aprovechamiento de los conocimientos y experiencias codificados o no, que son aprendidos por los individuos que operan la "nueva" maquinaria. En este sentido, la transferencia de tecnología envuelve un asunto de traducción o domesticación de un saber y saber-hacer tecnológico en un lenguaje que puede ser entendible para los usuarios de esa tecnología (Tanguy, op. cit.:27).

Lo anterior sale a colación, porque ciertamente las empresas constituyen una organización particularmente dinámica en cuanto a la búsqueda y uso de información se refiere. Sin embargo, en el presente decenio y bajo los acelerados procesos de transformación productiva y tecnológica, las empresas están cada vez más interesadas en favorecer el acceso y circulación de información y conocimientos actuales con el fin de renovar en el menor tiempo posible, sus procesos de diseño, producción y comercialización de sus productos, siempre con la idea de disminuir sus costos y alcanzar una calidad competitiva en sus productos.

Inducidas por la dinámica competitiva a nivel internacional y sostenidos por los acelerados progresos tecnológicos, las industrias están obligadas a satisfacer necesidades de consumo cada vez más diversas y complejas. Las transformaciones producidas en la configuración organizacional de las industrias en parte, se

sustentan en la incorporación de nuevas tecnologías, principalmente aquellas basadas en la microelectrónica y la informática, toda vez que con la automatización de la producción, el diseño y la fabricación ya no están tan disociadas y por lo tanto, se facilita la producción variada y por lotes de productos con ciclos de vida cada vez más reducidos. Bajo esta lógica, se detecta que el concepto de la innovación se presenta bajo una connotación muy elástica que incluye cualquier estrategia técnico u organizacional que pueda conducir a la empresa al logro de la renovación técnica de la producción (Dosi, et. al., 1988).

En estas condiciones, las empresas justifican sus ajustes en sus intentos por acceder a la información reciente tanto en lo que concierne a las cambiantes necesidades de los clientes, cuanto en lo que a innovaciones de procesos y de productos se refiere (Arvanitis, 1996). Estos propósitos de entrada, significan una revalorización de las capacidades humanas relacionadas con el aprendizaje y las habilidades de aplicación y comunicación del conocimiento útil en la solución de problemas, lo que trae consigo, posibles alteraciones tanto en la organización del trabajo como en las relaciones sociales dentro de la empresa y por supuesto, también en los criterios de contratación de personal técnico y profesional, esto es, en la calificación laboral.

En las situaciones de cambio por las que transitan las estructuras de producción industrial y bajo el nuevo paradigma técnico-productivo, la innovación en su carácter de concepto y práctica, ya no se restringe al desarrollo y asimilación de nuevas tecnologías productivas, sino que se extiende a otros ámbitos de la empresa como la reorganización del trabajo en la producción, control de calidad de todo el proceso productivo, políticas de recursos humanos, comercialización y mercadotecnia (Mertens, 1994), con la expectativa de que la optimización funcional de estas áreas, no sólo redunden en una producción más competitiva, sino que sirvan también de espacios que favorezcan el acceso y flujo de información técnica, comercial y económicamente relevante para la empresa. Acciones que se sustentan

en la necesidad de aprovechar conocimientos multidisciplinarios, formales y empíricos provenientes de distintas fuentes internas y externas a la empresa.

Como así lo sugiere Arvanitis, (1996): "las empresas deben tener estrategias claras así como la capacidad de buscar información y habilidades útiles para analizar detenidamente su entorno, para obtener éxito" (214). Y en efecto, la empresa interesada en desarrollar una disposición al aprendizaje tecnológico, intensifica sus procesos de búsqueda y aplicación de conocimientos técnicos que son útiles para el mejoramiento de la producción con calidad, que en su conjunto se traducirían en experiencias tecnológicas acumuladas, —en una memoria tecnológica—, que comprenden acciones relacionadas con el acceso y asimilación de la información tecnológica a través de diversas vías, entre las que habría que destacar, el establecimiento de estrechas relaciones de colaboración con los clientes y proveedores que redunden en una retroalimentación de la actividad productiva, (el aprovechamiento del aprender-interactuando) así como de aquellos conocimientos que se asimilan mediante el aprender-haciendo (*learning by doing*), durante las situaciones de adaptación de la maquinaria, o mediante el aprender usando (*learning by using*), en la reparación y mantenimiento o la modificación de sus partes, hasta la creación de nuevos procesos y/o productos generados en las unidades de I&D (Pirela et. al. 1996)

Lo anterior significa que las industrias que aspiran a ser exitosas se interesan por poseer las competencias organizacionales que la predispongan al aprovechamiento de las oportunidades tecnológicas, responder eficazmente al ambiente que le rodea, reaccionar acertadamente ante la incertidumbre y sobre todo, como lo señala (Gonsen, op. cit) a la adquisición de una capacidad tecnológica entendida como "la capacidad de seleccionar, asimilar, adaptar y mejorar la tecnología ya existente o importada y/o crear nuevas tecnologías" (6). Bajo esta lógica, el aprendizaje tecnológico es en sí, un aprendizaje organizacional o como Tanguy (1996) le denomina, *institucional*. Para esta autora, lo importante en la noción de aprendizaje radica en la motivación de los actores sociales, en las

razones por las cuales están dispuestos a aprender, pero también es evidente que ese aprendizaje no debe guardarse en la experiencia de cada individuo, sino que la empresa debe valorarla y reconocer su importancia estratégica para incorporarlos en su memoria tecnológica.

Resumiendo, la utilidad que representa para la empresa contar con un cuerpo de conocimientos útiles, la obliga a desarrollar una serie de competencias organizacionales, integrando habilidades, estrategias y procedimientos conducentes a la difusión, aprendizaje y traducción de conocimientos que han demostrado ser provechosos en el logro de la competitividad de la empresa. Sin embargo, en el contexto de la competitividad y la flexibilización de la producción, las competencias organizacionales vistas desde el funcionamiento de la empresa, no necesariamente estarían ligadas a la ejecución de tareas concretas relacionadas con la tecnología. Autores como Nordhaugh (1998) considera que el desarrollo de competencias organizacionales que realiza la empresa, ya no puede reducirse únicamente a aquellas actividades asociadas con las rutinas del trabajo técnico o las que se practican en las tareas de mantenimiento o supervisión de la calidad a fin de favorecer el aprendizaje tecnológico, sino que como lo sugiere este autor², las competencias organizacionales que construye la empresa industrial que busca ser competitiva, trascienden a otras tareas no tan concretas e igualmente importantes ubicadas en el ámbito de la organización, tales como las políticas de gestión y cultura organizacional, instalación de fluidas redes interpersonales tanto al interior como con otros actores externos a la empresa, políticas de eficiencia en distintos ámbitos de la organización, criterios de contratación de talentos, etc. y en general aquellas capacidades que permitan a la empresa interpretar las señales tecnológicas y comerciales del entorno, además de aprovechar las oportunidades tecnológicas.

² Nordhaugh propone una clasificación de competencias organizacionales que van desde aquellas muy generales, las cuales son compartidas por el conjunto de las empresas, hasta aquellas que se derivan de las características específicas e idiosincráticas de cada firma.

Al caracterizar las transformaciones productivas que se verifican en las empresas industriales, se hizo bajo la consideración de un estado homogéneo de las industrias. Es evidente que en la realidad esto no sucede así y por el contrario, en México se detecta una estructura industrial sumamente diversa y heterogénea, limitada no sólo por la rama de la producción o el tamaño de la empresa, sino por el propio comportamiento que exhiben las empresas en particular. Cada empresa desarrolla una cultura tecnológica muy particular que modela su comportamiento sociotécnico y su accionar productivo y como así lo señala Pirela (1996): "...cada empresa es un tipo especial que se comporta de manera idiosincrática, incluso en aspectos aparentemente cotidianos de su funcionamiento: la forma de reunirse, la dinámica de los pagos a proveedores, la forma de emitir y transmitir las órdenes entre niveles jerárquicos, las formas internas de tramitar adquisiciones y las de negociar con proveedores e incorporar los suministros, las modalidades de contratación de personal y los perfiles que se buscan; hasta las relaciones interpersonales y los chistes exhiben grandes diferencias entre las empresas" (104).

A manera de suposición se puede argüir que la heterogeneidad que caracteriza a la organización industrial, sobre todo en lo que respecta a sus dinámicas internas, (las cuales sugieren múltiples interpretaciones en torno al aprendizaje tecnológico y sus características cognoscitivas), pudiera ser un factor relevante en la conformación de la práctica profesional de la ingeniería. En la actualidad bajo las nuevas pautas de productividad, las aspiraciones de las empresas por integrar ingenieros con atributos muy versátiles y con un manejo interdisciplinario de conocimientos son una muestra de que los contenidos de los puestos están cambiando, abarcando funciones más globales y ya no tareas específicas, de tal forma, que lo que se percibe hoy en día, es una tendencia a la formulación de perfiles ocupacionales y no tanto de perfiles profesionales como así se hacía en el pasado.

En una primera aproximación, es posible argumentar que esta versatilidad de funciones, pudiera ser una de las causas de la dispersión de carreras y

orientaciones existentes en la enseñanza de la ingeniería y sus efectos en el gradual desvanecimiento de las fronteras que formalmente han delimitado al sistema de conocimientos de la ingeniería. Pero también es de suponer, que dicha diversidad laboral en campos, muchos de ellos no relacionados estrictamente con el conocimiento ingenieril, signifiquen serias dificultades para las escuelas en sus intentos por delimitar y preservar el ámbito profesional de los ingenieros, así como el sistema de conocimientos de la disciplina que le ha dado a la profesión su reconocimiento social.

4. Un acercamiento al estudio de la profesión de la ingeniería.

El examen de la profesión de la ingeniería es un asunto complicado, pues como lo señalan Evetts y Buchner (s/f): “es obvio que no hay **una** profesión de la ingeniería, sino que hay una amplia diversidad de diferentes especialidades de ingeniería, cada una con su propia institución profesional, tradiciones históricas y sistemas de regulación y organización” (p. 4). Los ingenieros no pueden ser considerados como tal, sino agregan una especialidad (mecánica, química, electrónica, civil, etc.) que a final de cuentas, le representan su afinidad profesional. A esta limitación habría que agregar que los ingenieros con especialidades abocadas a la fabricación de bienes son por lo regular empleados de organizaciones industriales, por lo que el posible control que estos profesionistas pudieran tener sobre las ocupaciones laborales establecidas en el mercado de trabajo, no siempre se sitúa en la fuerza de su profesión, sino que dependen de todo un sistema burocrático o de los modos de organización del trabajo técnico que establece la empresa.

Una de las conclusiones más aceptadas por los estudiosos de la sociología de las profesiones, se refiere al dominio que ejerce un grupo de profesionistas sobre un sistema de conocimientos (por lo regular de carácter abstracto y formal) y

habilidades relacionados con la solución de problemas y su uso preponderante en determinadas áreas del trabajo (Torstendahl, 1990). Al vínculo que se establece entre este sistema de conocimientos profesionales y las ocupaciones laborales, Abbott (1988:20) le denomina "jurisdicción" de la profesión.

Al menos se identifican dos condiciones mutuamente incluyentes que son inherentes en la consolidación social de la profesión: a) que el sistema de conocimientos/habilidades mantenga desde el punto de vista disciplinario, una mayor demarcación y exclusividad que le asegure que sea sólo utilizado por los profesionistas que por las vías formalmente establecidas, han adquirido esas capacidades, (formación universitaria, acreditación de conocimientos, licenciamiento, etc.) y b) que ese cuerpo de conocimientos profesionales, abstractos y racionales, haya alcanzado una importancia utilitaria para la sociedad o para el Estado, de tal forma que conduce a los individuos que dominan esos conocimientos a alcanzar una legitimidad social y por consiguiente, el control laboral y ocupacional de la profesión, en el uso utilitario que pueda poseer ese sistema de conocimientos en determinadas áreas del trabajo. Esta ventaja puede representar para los miembros de la profesión conseguir inclusive, una posición monopólica en el uso y aplicación de ese sistema de conocimientos en la esfera del trabajo.

En el caso de los ingenieros, esta condición puede aplicarse a los ingenieros agrónomos y civiles quienes por la definición precisa de su campo de intervención profesional y la trascendencia de esos conocimientos en el progreso material de una sociedad, han podido mantener una injerencia muy activa e influyente en la vigilancia ocupacional de sus actividades laborales y profesionales. No es el caso de las ingenierías asociadas con la manufactura. En lo individual, cada una de las profesiones ingenieriles (química, mecánica, electrónica, industrial, etc.) han tenido dificultades para mantener una identidad profesional y cohesión gremial. Difícilmente se puede realizar un deslinde entre los conocimientos y labores de los ingenieros mecánicos y electricistas o entre los ingenieros electricistas y

electrónicos e incluso entre los ingenieros químicos que para muchos, la ing. química incorpora mucho del sistema de conocimientos de la ing. mecánica.

Más aún, el caso de la ing. industrial representa una situación muy especial. Constituye una profesión un tanto amorfa cuyo campo de acción ha sido objeto de fuertes debates que a la fecha no resuelven aún su delimitación. Sea considerada una ingeniería dedicada a la administración de la producción o una ingeniería de "escritorio" ubicado en los puestos superiores de la planeación y dirección, la ingeniería industrial es una profesión transdisciplinaria y versátil que no entra en los cánones tradicionales de la ingeniería pero que sin embargo, recientemente al menos en México, ha sido ampliamente requerida por las organizaciones industriales.

Utilizando algunas palabras de Abbott, las ingenierías de la manufactura agrupan profesiones con una jurisdicción altamente vulnerable. No hay que olvidar que el desarrollo y consolidación social que han alcanzado las ingenierías ha estado en gran parte, supeditada al cambio tecnológico y la expansión industrial. Conforme la tecnología se hizo más sofisticada y la organización fabril se hizo más compleja, los ingenieros han podido afianzarse como profesionistas importantes para la economía, pero debido a las variaciones existentes en la organización del trabajo técnico y en el manejo de tecnologías, los ingenieros en cada una de sus especialidades han enfrentado serias dificultades para mantener una jurisdicción propia que les permita alcanzar el monopolio de sus actividades ocupacionales.

Con todo lo anterior, conviene aclarar que debido a que el propósito de la presente investigación se limita al abordaje de la enseñanza conjunta de las ingenierías de la manufactura y su relación con la industria manufacturera, con atención en los movimientos y determinaciones que llevan a las escuelas a construir una imagen de la ingeniería y a decidir sobre su acción, no se pretende la caracterización de la conformación profesional de cada una de las distintas especialidades y por el contrario, se parte del supuesto de que cada una mantiene

su propia identidad profesional pero que al insertarse en la industria manufacturera, las ingenierías de la manufactura comparten intereses cognoscitivos y profesionales al laborar en empresas que persiguen fines comunes.

En principio, se propone recuperar dos variables que han sido fundamentales en la profesionalización y enseñanza de la ingeniería, particularmente las asociadas con la producción manufacturera. La primera se refiere a la íntima relación que guarda el desarrollo de la ingeniería con el avance y operación de tecnologías en el contexto de un país con atraso tecnológico. La segunda, tiene que ver con la ubicación de los ingenieros en la estructura ocupacional del trabajo técnico dentro de las industrias y sus repercusiones en la delimitación profesional de la ingeniería. A manera de suposición, se podría afirmar que las escuelas de las ingenierías de la manufactura gravitan alrededor de los modos de intersección de estas dos fuerzas, a la hora de definir sus proyectos educativos.

5. Importancia del desarrollo tecnológico y la organización del trabajo técnico en el funcionamiento de las escuelas de ingeniería.

a) Educación de la ingeniería y difusión del conocimiento tecnológico.

Los procesos de modernización de las sociedades industrializadas han entrañado la construcción de una capacidad social para la asimilación e innovación tecnológica indispensable en el aumento de la productividad y consecuentemente, en el ingreso económico de los países. Esta capacidad social como lo señala Nelson (1996:257): "incluye principalmente una fuerza laboral bien educada con competencias superiores en las principales ciencias y tecnologías de la época; una organización y administración adecuada de las empresas; instituciones de financiamiento; y capacidad de los gobiernos por mantener su sistema fiscal y monetarios en orden". En términos generales, se podría añadir que las dos

primeras condiciones se empalman con la práctica de la ingeniería en su acepción más amplia.

Siendo la ingeniería una práctica de la tecnología que desde entonces gira alrededor de esas dos condiciones, los estudiosos de la innovación, destacan también la importancia social y económica de la labor de los ingenieros en la difusión ampliada de las aportaciones tecnológicas a la solución de los problemas industriales y cómo esta función devino en la formalización institucional de la enseñanza de la ingeniería (Inkster, op. cit.).

La institucionalización de la educación de la ingeniería —y en general de la educación técnica— se hizo con la visión de ser un mecanismo que contribuiría a la creación y crecimiento de la capacidad social y tecnológica permeable a la generación, innovación y difusión de la tecnología. Ciertamente, las escuelas técnicas, han sido percibidas como las instancias encargadas de "la comunicación ampliada de las bases matemáticas y mecánicas así como de la práctica de la ingeniería" (Inkster, Op. cit.:93), por lo que, a mediados del siglo XIX, las instituciones técnicas de los Estados Unidos y las naciones europeas más industrializadas, vincularon la enseñanza con la investigación y con frecuencia apoyaban a centros de investigación especializada cuya producción científica era relevante para la industria local o a las necesidades sociales (*Ibid.*).

Empero, en el caso de las naciones periféricas como México con un escaso acervo científico y tecnológico, las escuelas de ingeniería por mucho tiempo, han sido las únicas instituciones encargadas de la difusión y transferencia de tecnologías extranjeras a las industrias, por la vía de la colocación de sus ingenieros egresados en las fábricas. La incursión gradual de los ingenieros en los procesos productivos y su inherente asociación con el manejo de tecnologías, pronto los convirtió en importantes agentes tecnológicos que personalmente se encargarían de la asimilación, adaptación y operación de las innovaciones en los escenarios industriales del país.

Es ampliamente aceptado que la tecnología es un evento multidimensional y multireferencial, cuyo desarrollo es fuertemente influido por aspectos de carácter cultural y simbólico establecidos por la sociedad que la promueve y la usa (Pacey, 1980). Aunque los esfuerzos gubernamentales orientados a la modernización de la estructura productiva, siempre han estado fuertemente inspiradas en los exitosos patrones de industrialización seguido por las sociedades desarrolladas, resulta difícil aceptar que la transferencia de conocimientos técnicos provenientes del exterior, se haya llevado a cabo de un modo directo y “puro”, desconociendo por completo, las tradiciones técnicas y las formas sociales y culturales que han sustentado la organización del trabajo productivo de una sociedad, en este caso la mexicana.

La ingeniería en México ha sido desde sus inicios, una profesión muy dependiente del conocimiento foráneo (Cleaves, 1985). Sin embargo, al igual que el desarrollo tecnológico en las distintas épocas, la conformación social de la ingeniería también ha estado sujeta a las prácticas socioculturales y económicas de la organización social donde se ejerce y a los modos como ésta orienta las acciones de los ingenieros (Pacey, 1980). No hay duda de que el conocimiento tecnológico que poseen los ingenieros ostenta una importante validez económica y social en cualquier sociedad del mundo, pero como se puede desprender del capítulo anterior, el prestigio que como profesión alcanza la ingeniería en un momento histórico específico, —en México y en cualquier sociedad—, no está necesariamente determinado por la posesión del conocimiento tecnológico en sí, sino por los modos como este conocimiento está socialmente organizado (Collins, 1990).

Este razonamiento lleva a sospechar que las escuelas de ingeniería desempeñan un papel muy activo en la construcción y valoración de la función simbólica, social y económica que debe representar la operación tecnológica encarnada en la práctica de la ingeniería. En sociedades como la nuestra, en donde la evolución industrial ha mostrado ciertas características que no son compartidas por los países

más industrializados y una de ellas ha sido su incapacidad por desarrollar tecnología propia, el supuesto anterior adquiere un mayor significado.

El tardío ingreso del país a la modernidad y una herencia cultural en donde la valoración de la ciencia y la tecnología no se encontraba en una situación de gran arraigo, devino en una aguda dependencia en los progresos que en materia de ciencia y tecnología se generaban en las naciones más desarrolladas y que a la fecha no se ha podido revertir. Bajo esta realidad, no debe sorprender que a la enseñanza de la ingeniería y en general a la educación técnica se le asignara un lugar preponderante en los esfuerzos por acercar a la ciencia y a la tecnología con la sociedad en tanto que los egresados de las escuelas de ingeniería hasta muy recientemente, representaron el único mecanismo que han tenido las industrias para acceder al conocimiento tecnológico reciente. Esta circunstancia constituye una razón adicional para entender que efectivamente las políticas educativas en los ámbitos de la enseñanza técnica impulsadas desde el siglo pasado, han sido delineadas con el propósito de favorecer el desarrollo de una amplia base de recursos humanos altamente calificados en el manejo de la ciencia y la técnica, a fin de hacerse cargo de la recepción, adaptación y difusión local de las tecnologías transferidas desde el exterior, necesarias en la construcción de los cimientos que soportarían a la industrialización y urbanización.

A manera de conjetura, es posible sugerir que bajo las condiciones socioculturales y económicas del momento, los establecimientos de educación técnica, sobre todo la escuela de ingenieros, sirvieron como poderosos agentes de la difusión del conocimiento tecnológico foráneo, e inclusive por mucho tiempo, constituyeron la única estructura institucional dedicada a ese propósito, en tanto que las asociaciones gremiales de ingenieros tomaron mucho tiempo en organizarse y alcanzar el control de su campo de acción en los escenarios industriales. Consecuentemente, se podría afirmar que las escuelas de ingeniería en países con atraso tecnológico, han actuado como instancias de enlace entre la ciencia y la tecnología universal, respecto de las necesidades que precisa el

ambiente socioeconómico e industrial prevaleciente, pero también como promotoras del desarrollo y afianzamiento de la profesión.

En efecto, los proyectos de formación de ingenieros que establecen las instituciones, en cierta forma sintetizan las modalidades de acceso, selección y adaptación del conocimiento científico y tecnológico producida en el exterior y su traducción en significaciones, códigos y valoraciones que al ser transmitidos a las generaciones de ingenieros, pautan el modelamiento sociocultural tanto de la tecnología como de la profesión de la ingeniería.

En las escuelas de ingeniería de todas las épocas, actúa una comunidad de especialistas tecnológicos, cuyo análisis como así lo señala Saldaña, (1989) "puede dar cuenta de las vías seguidas para la generación, adaptación y preservación de las tradiciones intelectuales, de las formas reconocidas durante cierto tiempo como las soluciones tecnológicas, de los estilos de operación tecnológica, de los mecanismos de socialización de la oferta tecnológica con las demás formas culturales vigentes y en general, del proceso de domesticación y de endogenización del saber tecnológico" (p. 52). Los materiales utilizados, los métodos de enseñanza y procesos de transmisión y sobre todo la derivación de los contenidos que entraña la formación de ingenieros, son la expresión material de "las modalidades que adoptó el proceso complejo de adopción del conocimiento foráneo y el de su reformulación en función de los contextos sociohistóricos" (*Ibid.*:52; Saldaña, 1996).

En resumen, las escuelas de ingeniería de todas las épocas, han actuado como centros de formalización y racionalización del conocimiento tecnológico y su adaptación a las condiciones materiales de la sociedad. A las escuelas de los países con reducida capacidad científica y tecnológica, habría que añadirle la característica de fungir como instancias encargadas de la domesticación de la tecnología importada y su aplicación social, aunque en estos propósitos se entreteja una imagen de lo que debe ser la práctica de la ingeniería en la sociedad.

b) Educación de la ingeniería, división del trabajo técnico industrial y estratificación profesional.

Con la expansión industrial, la ingeniería alcanza su profesionalización dividiéndose en nuevas especialidades que de entrada la configuran como una profesión difícil de delimitar su campo de acción. El capitalismo industrial no solo significó el empleo de tecnologías complejas, sino también una organización del trabajo técnico que por su ordenamiento diferenciado de las actividades que entraña la operación de tecnologías, ciertamente tendría repercusiones en la estratificación social. El rápido desarrollo industrial que experimentaron los países europeos y los Estados Unidos a partir de la segunda revolución industrial, trajo consigo la consolidación del modo capitalista de producción que se traduciría en la propagación mundial de una forma de organización del trabajo delimitada en segmentos ocupacionales jerárquicamente articulados.

Algunos autores visualizan al ingeniero como el actor central del Capitalismo Industrial moderno (Meiksins y Smith, 1996). El ingeniero es un experto en la técnica, encargado fundamentalmente de las tareas complejas que trascienden a las simples rutinas técnicas. El posee los conocimientos de las ciencias aplicadas relacionadas con el manejo de tecnologías que lo capacitan para la planeación, control, dirección, diseño y en el menor de los casos de supervisión del proceso productivo. Habilidades que le representaron su ubicación en los niveles superiores o intermedios dentro de la organización del trabajo que se estructura en la empresa y adjudicarse las funciones de administrar y coordinar los trabajos más rutinarios de los que se encargarían los trabajadores técnicos y obreros. Y es bajo esta circunstancia, donde se desprende un análisis más complejo de la evolución social y económica de la ingeniería y en donde se explica la diversidad de estructuras y visiones que ostenta la enseñanza de esta profesión (Meiksins, 1996, a).

Sin embargo, Meiksins y Smith en su estudio comparativo sobre la labor de los ingenieros en seis países industrializados,³ contravienen algunas explicaciones Marxistas en el sentido de que "el desarrollo del capitalismo tiende a promover convergencias y disolver diferencias nacionales" (233), y por lo tanto, la evolución de las sociedades industriales se inscribe en el establecimiento de condiciones políticas, económicas y/o tecnológicas comunes para todos, redundando en una homogeneización de la división del trabajo, incluyendo los métodos de formación de trabajadores calificados. En contraste, estos autores comprueban las distintas maneras de organizar el trabajo técnico que históricamente han mostrado las economías más avanzadas. Agregan que las diferentes culturas, tradiciones y estructuras socioeconómicas de cada país, desarrollan sus propios patrones de organización económica y división del trabajo, aunque —según los autores—, no dejan de mostrar algunas similitudes estructurales en el modo de producción.⁴

Desde una perspectiva social, las revelaciones de Meiksins y Smith resultan ser muy apropiadas en la comprensión de las formas como la organización del trabajo técnico que se verifica en cada sociedad, influye en la labor del ingeniero, en su identidad profesional, en su estatus social y desde luego, en la enseñanza de la ingeniería. Los autores demuestran que en los contextos nacionales, los ingenieros son formados y organizados de manera muy diferente de tal forma que en cada caso, los ingenieros no comparten del todo, las mismas funciones laborales, ni la misma importancia social y económica, y por lo tanto, tampoco ocupan posiciones similares dentro de la jerarquía social. Sin embargo, ante las fuerzas de la convergencia y la homogeneización que impone el modo de producción capitalista en distintas etapas históricas, los países, sobre todo los que se encuentran en vías de desarrollo, se ven obligados a imitar los modelos de producción de la empresa

³ Los países estudiados por Meiksins y Smith son Gran Bretaña, Estados Unidos, Francia, Alemania, Suecia y Japón

⁴ Una crítica interesante que señalan Meiksins y Smith es que la diversidad de los modos de producción y organización del trabajo técnico encontrados en cada país lleva a la suposición de

capitalista de las economías más industrializados y a importar una concepción social de profesionalización, en este caso, de la ingeniería que se configura en esas sociedades.

En este contexto, la división técnica del trabajo industrial ha sido determinante para que la profesión de la ingeniería se convirtiera en una ocupación que se caracterizaría no solo por sus tradicionales especialidades, sino también por las funciones y rangos diversos que asumirían los ingenieros en cada sociedad (Meiksins y Smith, 1996). Por lo que no debiera sorprender que históricamente, los ingenieros prácticamente de todo el mundo, se han constituido como un grupo profesional que aglutina individuos no sólo con distintas especialidades, sino con funciones y categorías diversas, aún dentro de una misma disciplina; ingenieros que bien pueden desempeñarse en altos puestos ejecutivos de dirección y planeación, u ocupándose en puestos intermedios de supervisión, o realizando labores técnicas un poco más simples y tampoco se pueden descartar aquellos dedicados a las actividades de innovación tecnológica dentro de la empresa.

Con base en la importancia social que tienen las diversas actividades que desempeña el ingeniero en la división del trabajo técnico y el lugar que ocupa la producción industrial en el desarrollo de cada sociedad, la conformación de la ingeniería adquiere los rasgos no solo de una profesión dividida sino también estratificada que ayuda a entender por un lado, el por qué los ingenieros en determinados países, adquieren diferentes grados de valoración social que incide en una conformación gremial con distintos grados de cohesión cognoscitiva y profesional necesarios tanto en el control ocupacional de su desempeño laboral, como en la propia regulación de su ejercicio profesional, (Meiksins, op. cit.; Collins, op. cit. Cleaves, op. cit.). Y por el otro, por qué las escuelas, se ven continuamente envueltas en procesos de traducción y de interpretación que se convierten en

catalogar como sociedades atrasadas a aquellas que por sus condiciones estructurales se alejan del modelo capitalista de producción (233)

dilemas y tensiones al tener que definir ¿para qué tipo de funciones laborales deben formar a sus ingenieros? y ¿bajo qué visión de la ingeniería?

Al incorporar las variables de la tecnología y la organización del trabajo técnico, el examen sobre el papel social que han desempeñado las escuelas de ingeniería en el crecimiento económico, obliga a problematizar el conjunto de relaciones, procesos y elementos de variada naturaleza que al interactuar entre sí, conforman el tramado socio educativo de la formación de ingenieros.

Insistiendo en que la evolución social y enseñanza de la ingeniería difícilmente puede explicarse si no es a través del avance tecnológico y su vinculación con los esquemas de organización del trabajo técnico que conlleva la industrialización, el análisis sobre el funcionamiento de los centros formadores de ingenieros debe situarse en esta línea de investigación.

Con esta perspectiva, se propone visualizar a las escuelas de ingeniería como una *interfase* entre el conocimiento racional y formal que conlleva la ciencia y la tecnología, respecto de los requerimientos tecnológicos que plantea la industria local siempre con una visión utilitaria de esos saberes.

Las escuelas de ingeniería en sus intentos por acercar la tecnología reciente (extranjera o local) a la sociedad, se resuelven como organizaciones complejas que se mueven alrededor de una dinámica de factores entrecruzados y en donde la comunidad tecnológica involucrada en ellas, continuamente está obligada a descifrar, a fin de construir un proyecto educativo acorde con las transformaciones experimentadas en los planos de: a) Las acciones modernizadoras que junto con el avance industrial, se desprenden a su vez, de las modificaciones hechas al modelo de desarrollo económico y social y la organización del trabajo; b) Los progresos de la ciencia y la tecnología y sus impactos en la conformación de la ingeniería; y c) Las posturas y modalidades de relación —por lo regular de naturaleza dependentista— que se establecen con aquellos países que por su gran capacidad económica, industrial y tecnológica llegan a imponerse en los ámbitos político, económico y tecnológico.

Precisamente es a partir de estos procesos de interpretación, reformulación y ajuste en torno a una amalgama cambiante de factores, como las escuelas de ingeniería construyen una racionalidad institucional propia, no estática y diferencialmente filtrable a la dinámica tecnológica e industrial prevaleciente, que con el tiempo, las lleva a conformar una trayectoria institucional cuya evolución pauta la práctica de la ingeniería y su enseñanza.

El concepto de *interfase* es de utilidad en la comprensión del funcionamiento educativo y social que guardan las instituciones de educación técnica. Retomando la definición de 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). La interfase implica tomar en cuenta la intersección, discontinuidad e interacción de diferentes y posiblemente conflictivas formas de conocimiento, en tanto que se sitúa "en el interjuego de variadas construcciones sociales de la realidad asumidas por los actores involucrados" (*Ibid.*).

En este sentido, al distinguir a las escuelas de ingeniería como la interfase del ejercicio de la ingeniería en sociedades con una exigua capacidad científica y tecnológica, significa tomar en cuenta que en sus relaciones con el conocimiento científico y tecnológico universal (abstracto y formal) inherente al campo de la especialidad de la ingeniería y con la distribución racionalizada del trabajo técnico, subyacen procesos de interpretación y traducción de esas realidades que se materializa en una visión de la profesión de la ingeniería y por supuesto, en un modo de llevar a cabo la formación de ingenieros.

6. Principales dificultades en el estudio de la relación escuela de ingeniería - industrialización en México.

El abordaje profundo sobre el comportamiento de las escuelas de ingeniería vistas como instancias de interfase entre el conocimiento abstracto y racional propio del

campo de la ingeniería y las condiciones materiales de la estructura industrial en el contexto de un país con industrialización tardía y dependencia tecnológica, enfrenta algunas dificultades de orden teórico y conceptual que conviene advertir.

La primera está relacionada con el problema que se mencionó anteriormente. La ingeniería no es una profesión única y en México, no es una profesión comparable por ejemplo, a la medicina y sus especialidades, (cardiólogos, neurólogos, gastroenterólogo, etc.), toda vez que los médicos obtienen el título de médico general para después especializarse en algunos de los sistemas anatomofisiológicos. En contraste, cada especialidad de la ingeniería (química, mecánica, electrónica, industrial, agrónomo, etc.) constituye una profesión en sí misma, delimitada por el objeto de estudio que establece su campo de intervención y con su propio cuerpo de conocimientos disciplinarios de tal forma que requiere de ser cursada como una sola carrera profesional.

A esta problemática, habría que añadirle el hecho de que en las investigaciones relacionadas con la función económica de la innovación, así como en la formulación de las políticas científica y tecnológica, regularmente no conceden un tratamiento distinto a la formación de ingenieros y en su lugar, suelen involucrarla en las tareas de formación de científicos, lo que se ha traducido en dificultades para definir los límites del campo de acción profesional de los ingenieros y sus implicaciones en la educación de la ingeniería.

Un segundo problema tiene que ver con el reducido número de estudios sobre la historia de la educación tecnológica que rara vez la relacionan con la historia de la tecnología y mucho menos con los modos como las instituciones acceden y seleccionan el conocimiento científico y tecnológico a ser incluido en sus proyectos formativos. (Pannabecker, 1995). Es evidente que en los centros de enseñanza técnica, los procesos de comunicación y difusión no se verifican bajo las mismas condiciones que han revelado los estudiosos de la sociología de la ciencia sobre la circulación de los productos científicos entre las comunidades de investigadores, o por los economistas interesados en las formas de transmisión y socialización de las

innovaciones tecnológicas a las industrias. Y de acuerdo a los reclamos de Pannabecker, la historiografía de la educación tecnológica no incluye temas como las relaciones internacionales y transferencia de conocimientos y sus formas de recepción, así como otros problemas de carácter cultural que intervienen en la definición de los programas educativos.

Aunque en las investigaciones sobre el cambio tecnológico, las escuelas politécnicas son reconocidas como uno de los soportes institucionales que favorecen el despliegue de la actividad científica y el desarrollo tecnológico (Day 1987; Inkster, 1991), la dinámica funcional que exhiben estos centros en la producción y derivación de los conocimientos, constituye la caja negra de esos estudios. Si desde la perspectiva histórica se admite que la evolución de la ingeniería ha estado estrechamente vinculada con el desarrollo tecnológico, poco se conoce como estos dos procesos en constante interacción con la industrialización, influyen en el diseño de los programas educativos y concepciones formativas de las escuelas de ingeniería. Inclusive tanto en los ámbitos de la investigación como en el nivel de la formulación de las políticas incentivadoras del cambio tecnológico, la función de interfase que realizan esos centros educativos entre el progreso científico y tecnológico y la industrialización, es prácticamente desconocida, aún las que se refieren en las naciones industrializadas de los siglos XIX y XX.

Pero en los países de la periferia, tradicionalmente menos industrializados como México, con una vida científica y tecnológica relativamente débil, dedicada más a la endogeneización del conocimiento que a su producción, el análisis sobre el papel social y económico que juegan las escuelas de ingeniería cobra una relevancia aún mayor, pues se trata de establecimientos que se han distinguido más por su función de domesticación del conocimiento tecnológico foráneo en las distintas etapas sociohistóricas y por los movimientos que realizan para favorecer la recepción, difusión y conducción del cambio técnico en las industrias manufactureras del país.

A la falta de una historia completa sobre la educación tecnológica, se le agrega algunos problemas de carácter conceptual muy vinculadas al quehacer de la historiografía sobre la tecnología y su relación con la industrialización en México. En primer lugar, las contadas historias sobre la enseñanza de la ingeniería en México, no ofrecen mayores elementos de análisis sobre los mecanismos de acceso y recepción del saber científico y tecnológico relativo a la disciplina de la ingeniería y su traducción en contenidos curriculares. En segundo lugar y en contraste con la abundante literatura sobre la historia económica de la industrialización mexicana existente, sorprende el poco interés que han mostrado los historiadores por conocer los impactos de la ciencia y el cambio tecnológico en la industria local, una situación que se refleja en el reducido número de investigaciones históricas sobre el tema, siendo algunos de ellos, meros recuentos cronológicos de las invenciones y descubrimientos, o apologías en torno a la labor realizada por personajes dedicados al desarrollo de una ciencia y tecnología mexicana. Pero rara vez en estas revisiones, se destaca el contexto sociocultural, económico y político en el que se sitúan estas acciones.

7. Conclusiones.

Pese a las dificultades que entraña una explicación más articulada del comportamiento de las empresas industriales en términos de su aprendizaje tecnológico y su relación con la consolidación social de la profesión de la ingeniería y su enseñanza, lo primero que salta a la vista, son los procesos muy complejos y conflictivos que enfrentan las escuelas de ingeniería para decidir sobre sus proyectos educativos.

La complicada naturaleza que implica la creación de nuevas tecnologías y su difusión ampliada, con todo y sus impactos en los órdenes culturales, económicos y sociales de cada sociedad, es sin duda, un proceso que envuelve inexorablemente

a la labor de los ingenieros, matizando su campo disciplinario y devenir profesional.

Como se pudo apreciar en este capítulo, la construcción de tecnologías y su uso extensivo en las estructuras industriales, no involucra un desarrollo lineal y mecanicista, sino que es ante todo una abigarrada práctica social en la que participan una conjunto de diversos actores institucionales e individuales con intereses y significados distintos e inclusive antagónicos acerca del potencial utilitario de la tecnología; con conocimientos y saberes de varios tipos: formales, racionales, empíricos y heurísticos, pero que no obstante, son útiles en el diseño y manejo de dicha tecnología; y con efectos ideológicos y simbólicos en las variadas reacciones e interpretaciones que genera la tecnología dentro de las organizaciones sociales.

Conforme el avance tecnológico se hace más sofisticado y adquiere una mayor velocidad, es de suponer que la práctica profesional del ingeniero alcanza una elevada dispersión en sus funciones y sistema de conocimientos que hacen que su conformación profesional, en palabras de Abbot (op. cit), sea constantemente vulnerable a los cambios que se registran en los ámbitos donde se desarrollan y se manejan los artefactos y dispositivos tecnológicos.

A esta complejidad se le agregan los comportamientos organizacionales y productivos por cierto muy peculiares, que muestran las empresas industriales, en tanto reflejo del aprendizaje tecnológico que han desarrollado así como de su disposición a la constante renovación técnica de sus líneas de producción. En las sociedades, cada una con sus propios patrones socio-económicos y culturales, la profesión de la ingeniería, es continuamente arrastrada por las valoraciones que la organización social le asigna a la tecnología en sus distintas fases de desarrollo y por la importancia que le representa un cierto modelo de producción y una forma de organización del trabajo técnico que ciertamente, genera repercusiones en la identidad profesional de la ingeniería.

La situación se complica aún más en las comunidades sociales menos industrializadas como es el caso de México, de tal forma que las obliga a establecer permanentes lazos de dependencia tecnológica con respecto a los países más desarrollados. Siendo el ingeniero un profesionista que tradicionalmente se ha destacado por sus tareas de creación tecnológica, en las naciones con atraso industrial, este profesionista ve disminuido su campo de acción restringiendo su labor a las actividades de adaptación y operación de los artefactos tecnológicos creados en el exterior y en el menor de los casos, a la supervisión y control del proceso productivo. Una tarea que por la escasa atención que le confiere las competencias organizacionales de la empresa industrial, ha llegado a convertirse en una ocupación que por mucho tiempo mantuvo un reducido interés social.

De este modo, la valoración que puede desarrollar la ingeniería con sus repercusiones en el logro de una legitimación social, estaría mediada por la trascendencia que significa para una cierta nación, la utilidad de los contenidos y prácticas de la ingeniería en la prosperidad material. En México con su limitada capacidad de innovación tecnológica, la participación del ingeniero en el desarrollo de nuevas tecnologías, no alcanza aún el reconocimiento que se le brinda en los países productores de tecnologías y si bien, históricamente el ingeniero ha sido un profesionista clave en la modernización del país, sus actividades muy vinculadas con el quehacer "sucio" que significa la operación de máquinas y herramientas, no ha sido, entre otras cuestiones, del atractivo de las élites industriales.

Por las condiciones estructurales que guarda la industria nacional, —aún en el contexto actual de la renovación técnica de la producción y la competitividad comercial— y su expresión en una división del trabajo técnico, es una realidad que los ingenieros se desempeñan en un campo profesional y laboral un tanto amorfo que no acaba de definirse y con una aparente versatilidad que les permite ubicarse tanto en los puestos superiores por lo regular asociados con las actividades de administración de la empresa y comercialización, como en aquellos segmentos ocupacionales directamente vinculados con las labores del manejo técnico del

proceso productivo. Esto ha determinado que la ingeniería en México sea una profesión muy estratificada en donde paradójicamente, las tareas de mayor prestigio social y mejor remuneradas son precisamente las que no se relacionan estrechamente con los conocimientos que guarda la disciplina de la ingeniería. Y si bien, por mucho tiempo, la intervención del Estado no sólo en la industrialización del país, sino también en la creación de instituciones de educación tecnológica, fue determinante en la consolidación profesional de la ingeniería, esta se hizo bajo la promoción de un perfil del ingeniero relacionado con las labores técnicas propios de su disciplina, que lo facultarían para hacerse cargo de la producción industrial, adaptando las tecnologías extranjeras.

Por otra parte, la empresa es una entidad que muestra un comportamiento idiosincrático respecto del manejo de la producción. Define una organización del trabajo técnico basada en la estructuración vertical de segmentos ocupacionales, en la que los ingenieros usualmente son colocados en los niveles intermedios y superiores. Dependiendo de su disponibilidad al aprendizaje tecnológico y las competencias organizacionales que despliega, la empresa industrial le asigna una calificación laboral a las distintas funciones que realiza el ingeniero. Una valoración que llega a proyectarse en el mercado de trabajo configurando una demanda económica muy diferenciada respecto de los ingenieros que requiere y le interesa reclutar.

De lo que se puede desprender de este panorama un tanto confuso sobre el papel profesional de los ingenieros, se deduce que las escuelas de ingeniería se ven en la necesidad de gravitar alrededor de al menos tres fuerzas, cuya articulación entre sí, no se presenta con una claridad que faciliten su adecuada interpretación: a) el avance tecnológico de alcance mundial y sus implicaciones económicas, sociales y culturales en el desarrollo social de cada nación; b) la visión que se construye en torno a la profesión del ingeniero en cada espacio social; y c) los modos como se configura el mercado de trabajo en cada sociedad, a partir de una concepción que construye la empresa respecto de la labor del ingeniero.

En este sentido, en la definición de sus programas formativos, las escuelas de ingeniería, se desempeñan como una interfase entre estas tres fuerzas para traducirlos en un plan curricular y en una manera de llevar a cabo la formación de ingenieros. Se trata de una función muy compleja, porque sugiere un complicado entramado de interacción con múltiples actores y procesos institucionales que se resuelven en dilemas a la hora de formular los contenidos y métodos educativos de la enseñanza de la ingeniería.

La convergencia de múltiples factores que intervienen en ejercicio profesional de los ingenieros en el contexto de un país con una escasa disponibilidad a la investigación y desarrollo, determina que los colegios de ingenieros asuman una decisión muy particular en torno a lo que debiera ser la profesión, mediada por los modos como la institución interpreta las necesidades industriales, la demanda económica que se establece sobre el accionar profesional de los ingenieros dentro del mercado ocupacional, así como la demanda social que se configura como una reacción a las cambiantes exigencias que sobre la profesión, plantea el aparato productivo.

Como así se mencionó en este capítulo, hay que recordar que hasta muy recientemente, en nuestro país, las escuelas de ingeniería en su papel de interfase del conocimiento científico y tecnológico foráneo, se constituyeron como el único mecanismo que posibilitaba la domesticación de esa tecnología a las condiciones industriales y económicas que ha vivido el país. Ello mediante la importación de una forma de organizar a la profesión, así como de un sistema de enseñanza originada en las naciones de mayor potencial tecnológico e industrial.

Resulta claro, que detrás de la existencia de múltiples programas curriculares de la ingeniería que hoy en día se ofrecen en los centros de educación tecnológica, parece haber procesos de resignificación muy específicos que la institución realiza a efecto de materializar en un plan de estudios, una visión un tanto subjetiva de la profesión con la idea de favorecer y conservar su legitimación social. Son procesos de interpretación que adquieren un mayor sentido, cuando el conjunto de factores,

relaciones y variables que inciden en la conformación disciplinaria y profesional de la ingeniería, se articulan con una mayor coherencia y correlación.

De ahí la importancia de la función de interfase que guardan las instituciones formadoras de ingenieros, vista como una condición que posibilita enfrentar las interacciones complejas que llevan cabo con las distintas instancias que son relevantes en la confección de los programas formativos y sobre todo en la definición de la profesión. Sólo faltaría por saber qué otras interfases existen y cómo llevarían a cabo su función?

CAPITULO 3.

SITUACION ACTUAL DE LA ENSEÑANZA Y EMPLEO DE LA INGENIERIA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN EL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO (AMCM)

1. Una aproximación al estado actual de la enseñanza de las ingenierías de la manufactura en México.

En México la formación de ingenieros se ubica en el nivel de la educación superior y a lo largo del territorio nacional, un cálculo aproximado de 283,000 estudiantes están inscritos en alguno de los casi 700 planes de estudios existentes sobre esta profesión.¹ En el caso de la enseñanza de las ingenierías de la manufactura, existen poco más de 245 escuelas de ingeniería distribuidas en todo el país pertenecientes a instituciones universitarias y tecnológicas, tanto públicas como privadas que ofrecen al menos, algunas de las carreras de Ingeniería: Química, Mecánica, Eléctrica, Electrónica e Industrial con una orientación fundamentalmente industrial.

Sin embargo, es al nivel de los planes de estudios donde se detecta todo un espectro de orientaciones que pueden oscilar entre una formación general, como es el caso de la ingeniería mecánico-electricista y una, con un alto grado de especialización como lo representan las carreras de ingeniero químico administrador o ingeniero industrial en sistemas. Aunque es necesario mencionar que la mayoría de los programas de enseñanza de la ingeniería, combinan la preparación general con la especializada, a través de la incorporación en los últimos semestres de la carrera, de módulos o áreas especializadas en un campo de la ingeniería o en el manejo de la producción.

A partir de la segunda mitad de los ochenta, las instituciones de educación superior (en adelante IES) han diversificado la oferta de carreras de ingeniería relacionadas con la manufactura, creando toda una variedad de especialidades. A nivel nacional, la cartera de las ingenierías de la manufactura en 1995 sumaban poco más de 250 carreras y a ellas acudían una cifra cercana a los 187,000 estudiantes. La gran mayoría de estas carreras, son derivaciones muy especializadas de algunas de las cinco ingenierías mencionadas arriba (ej: ingeniero industrial administrador). Otras son el resultado de las relaciones interdisciplinarias como la ingeniería bioquímica o biotecnología y un tercer tipo están

ligados a las ramas productivas más específicas, por ejemplo la ingeniería de alimentos, farmacéutica o textil. (tabla 1.)

TABLA 1. POBLACION ESTUDIANTIL EN LAS PRINCIPALES CARRERAS ASOCIADAS CON LAS INGENIERÍAS DE LA MANUFACTURA				
CARRERAS	PRIMER INGRESO	REINGRESO	EGRESADOS	TITULADOS
Ing. Industrial	10 912	54 958	6 640	3 822
Ing. Electrónica	7 255	38 166	3 859	2 228
Ing. Químico	3 693	20 500	2 830	2 471
Ing. Mecánico Electricista	3 621	19 841	2 206	1 363
Ing. Mecánico	4 446	18 897	2 294	1 321
Ing. Electricista	1 898	8 955	972	531
Ing. Electromecánico	1 923	7 259	976	193
Ing. Bioquímico	857	4 275	455	433
Ing. Bioquímico Administrador	708	2 735	209	215
Ing. en Alimentos	455	2 322	279	163
Ing. en Sistemas Eléctricos y Electrónicos	275	1 517	200	193
Ing. en Control y Computación	182	1 036	116	92
Ing. en Control y Automatización	255	808	102	0
Ing. Biomédico	86	757	38	42
Ing. Bioquímico en Industrias Alimentarias	93	703	57	41
Ing. Físico	77	562	28	28
Ing. en Energía	97	473	35	12
Ing. Textil	2	376	198	166
Ing. Biotecnólogo	62	333	36	19
Ing. Bioquímico Industrial	16	270	54	54
Ing. en Procesos Discretos y Automatización (Robótica)	102	256	0	0
Ing. en Instrumentación y Control de Procesos	6	202	31	26
Ing. en Materiales	113	141	0	0

¹ Estimaciones a partir de los datos de los Anuarios Estadísticos de la ANUIES de 1995.

Ing. Bioquímico en Productos Naturales	0	87	22	12
Ing. en Farmacéutica	0	33	8	0
Ing. en Mecatrónica	12	32	0	0
Ing. en Sistemas Industriales	0	19	11	0
Ing. en Sistemas de Energía	0	13	18	13
Ing. en Computación Administrativa y de Producción	0	7	0	0

Fuente: Anuario Estadístico, 1995. ANUIES

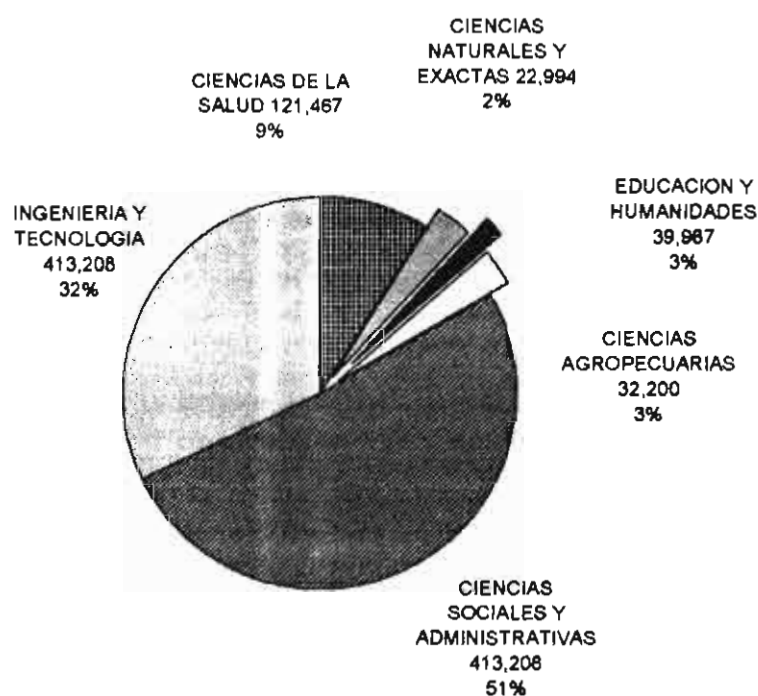
Aparecen también ingenierías cuyas especialidades se asocian con las nuevas formas del uso de la energía (ej. ingeniero físico, ing. en energía), o con las tecnologías informáticas, tales como el ingeniero en sistemas o en computación y recientemente, se han creado otras ingenierías basadas en el empleo de las tecnologías emergentes en la producción industrial, como son los casos de la ingeniería en robótica, en instrumentación y control, en mecatrónica, sistemas electrónicos, etc.

Con respecto al peso que ejerce la demanda estudiantil en las carreras de ingeniería, es interesante conocer primero cómo se distribuye la población estudiantil del nivel superior en las diferentes áreas de estudios (ANUIES, 1995). En 1995, la población escolar de licenciatura que en ese año sumaba 1,217,431 estudiantes, se dividía principalmente en las áreas de: Ciencias Sociales y Administrativas, la de mayor población con 618,705 estudiantes (51%); en la de Ingeniería y Tecnología con 394,200 (32%) y en tercer lugar en la de Ciencias de la Salud con 116,570 (9%) (gráfica 1) (ANUIES, 1995).

Cabe agregar que entre las diez licenciaturas más pobladas en el país, la ingeniería industrial ocupa el quinto lugar con un ingreso de 54,937 estudiantes, después de las de contador público, licenciado en derecho, licenciado en administración y medicina. Las

ingenierías electrónica y civil aparecen en los lugares octavo y noveno respectivamente.
(Ibid.)

Gráfica 1.
DISTRIBUCION DE LA POBLACION ESCOLAR DE
LICENCIATURA POR AREAS ACADEMICAS.
(Total: 1,217,431)

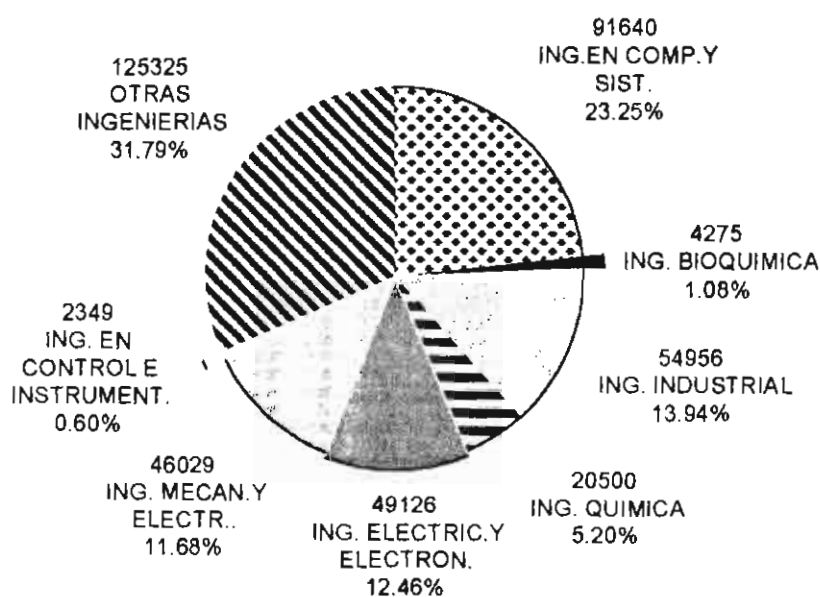


Fuente: Anuario Estadístico, 1995, ANUIES

El conjunto de carreras pertenecientes al área de Ingeniería y Tecnología se agrupan a su vez, en distintas subáreas siendo a nivel nacional, la de Computación y Sistemas, la más poblada con 91,640 estudiantes. Sin embargo, resulta pertinente aclarar que esa población se reparte entre poco más de 14 planes de estudios que comprende esta

subárea, la cual incluye tanto modalidades de ingenierías propiamente dichas (ej: Ing. en computación y sistemas), como licenciaturas (como la de lic. en informática) con orientaciones que considerando su gran versatilidad, hace suponer su empleo en todo el mercado de trabajo y difícilmente se puede tener la certeza de que estas carreras necesariamente se vinculan con la producción manufacturera. En este sentido y para los fines de esta revisión, se hace necesario reservar su uso extensivo como una ingeniería representativa de las ingenierías de la manufactura (Gráfica 2).

Gráfica 2.
POBLACION ESCOLAR EN LAS PRINCIPALES
SUBAREAS DE LAS INGENIERIAS DE LA
MANUFACTURA.
 (Porcentaje respecto del total nacional en Ingeniería y
 Tecnología: 394,200)



Fuente: ANUIES, 1995

Siguiendo en orden decreciente, se encuentra la ingeniería industrial en sus distintas orientaciones, con un total de 54,956 estudiantes.² En tercer lugar se ubica la subárea de ingeniería eléctrica y electrónica con 49,126 alumnos y muy cerca está la ingeniería mecánica y eléctrica que agrupa a 46.029 estudiantes. (ANUIES, op. cit.)

En el último puesto, se encuentra una nueva conformación de ingenierías cuya aparición se ubica a fines de los ochenta. Se trata de la subárea de "control, instrumentalización y procesos", con una matrícula total de 2,349 alumnos³ y que a la fecha incluye cinco carreras, la mayoría creadas en los primeros años de los noventa.

2. La enseñanza de las ingenierías de la manufactura en el Área Metropolitana de la Ciudad de México, (AMCM).

Tomando como base las estadísticas que proporciona la ANUIES sobre la población escolar del nivel de licenciatura en 1995, una estimación del total de estudiantes inscritos en las carreras de ingeniería que se imparten en 12 instituciones superiores públicas y privadas asentadas en el AMCM, es de aproximadamente 75,223 lo que representa el 21% del total de estudiantes de licenciatura que acuden a las instituciones localizadas tanto en el Distrito Federal (D.F.) como en cualquiera de los municipios del Estado de México que forman parte del área metropolitana de la Ciudad de México.⁴ Esa cifra también corresponde al 19.08% del total nacional de estudiantes inscritos en el área de Ingeniería y Tecnología.

²Con la aclaración de que existen varias carreras de ingeniería industrial con distintas orientaciones.

³Sumando la población de las ingenierías en: Instrumentación y Control de Procesos; Procesos Discretos y Automatización (Robótica); Control y Computación; Control y Automatización y en Mecatrónica.

⁴Con base en los datos proporcionados por la ANUIES, la población escolar de licenciatura en el Distrito Federal es de 271,610 estudiantes. Respecto del número de estudiantes que asisten a instituciones superiores ubicados en los municipios conurbados del Estado de México (ej. Naucalpan, Tlanepantla, Ecatepec, Huixquilucan, Cuautitlán, Texcoco,), es de aproximadamente 80,261.

Para 1995, en el AMCM, se enseñan 105 planes de estudios de ingeniería,⁵ de los cuales 67 se asocian con la producción manufacturera y a este tipo de carreras, acuden alrededor de 51,629 estudiantes (Tabla 2).

TABLA 2.

POBLACION ESCOLAR INSCRITA EN INGENIERIAS DE LA MANUFACTURA EN INSTITUCIONES DE LA ZONA MATROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO (1995)

INSTITUCIONES PUBLICAS

INSTITUCIONES	PRIMER INGRESO	REINGRESO SUMA*	EGRESADOS	TITULADOS
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL (IPN)				
ING. EN COMUNICACIONES Y ELECTRONICA	1 496	5 986	1 293	804
ING. ELECTRICISTA	475	1 388	258	137
ING. MECANICO	1 137	3 961	614	396
ING. EN CONTROL Y AUTOMATIZACION	255	808	102	0
ING. EN PROCESOS DISCRETOS Y AUTOMATIZADOS (ROBOTICA)	102	435	0	0
ING. BIOQUIMICO**	0	386	56	67
ING. EN BIOTECNOLOGIA**	0	46	13	4
ING. EN FARMACEUTICA**	0	33	8	0
ING. EN ALIMENTOS**	0	66	10	1
ING. QUIMICO INDUSTRIAL**	0	1 278	314	442
ING. QUIMICO METALURGICO	0	66	44	88
ING. TEXTIL	188	552	198	166
ING. INDUSTRIAL	771	3 669	522	326

*Incluye las poblaciones de las unidades: Zacatenco y Culhuacán.

** Incluye las poblaciones de las unidades: Zacatenco y Azcapotzalco

***El primer ingreso de estas carreras se inscriben al tronco común.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO (UNAM)				
ING. MECANICO-ELECTRICISTA***	1560	7874	1041	468
ING. QUIMICA****	539	2618	458	230
ING. QUIMICO METALURGICO	80	244	44	31
ING. EN ALIMENTOS	195	663	64	23

*Incluye las poblaciones de la Fac. de Ingeniería-CU, ENEP Aragón y FES Cuautitlán.

**Incluye las poblaciones de la Fac. de Química-CU, y las FES Zaragoza y Cuautitlán.

⁵Los 105 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.

INSTITUCIONES	PRIMER INGRESO	REINGRESO SUMA*	EGRESADOS	TITULADOS
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA (UAM)				
ING. MECANICO	94	775	22	23
ING. ELECTRICISTA	71	787	29	17
ING. INDUSTRIAL	105	886	62	60
ING. FISICO	30	346	6	8
ING. ELECTRONICO	214	2 301	107	79
ING. EN ENERGIA	47	289	2	2
ING. QUIMICO	114	1 141	52	62
ING. EN ALIMENTOS	100	950	65	92
ING. BIOQUIMICO INDUSTRIAL	96	757	52	42
ING. BIOMEDICO	69	603	23	26

*Incluye las poblaciones de las unidades: Azcapotzalco e Iztapalapa

INSTITUTO TECNOLOGICO DE TLANEPANTLA				
ING. INDUSTRIAL EN ELECTRICA	63	314	10	5
ING. INDUSTRIAL EN MECANICA	79	455	36	6
ING. INDUSTRIAL	118	835	54	10
ING. ELECTROMECHANICO	61	356	36	1

TECNOLOGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC (TESE)				
ING. BIOQUIMICO	42	185	5	0
ING. EN ELECTRONICA	138	525	10	0
ING. MECANICO	82	289	9	0
ING. QUIMICO	49	99	0	0

INSTITUCIONES PRIVADAS

INSTITUCIONES	PRIMER INGRESO	REINGRESO SUMA*	EGRESADOS	TITULADOS
INSTITUTO TECNOLOGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY (ITESM)				
ING. INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS	283	1 616	106	106
ING. EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES	123	799	81	81
ING. EN SISTEMAS ELECTRONICOS	77	385	56	56
ING. MECANICO ELECTRICISTA	96	550	36	36
ING. MECANICO ADMINISTRADOR	53	300	27	27
ING. QUIMICO ADMINISTRADOR	9	12	0	0
ING. QUIMICO Y DE SISTEMAS	6	15	0	0

*Incluye las poblaciones de los campus: Ciudad de México y Edo. de México

⁵Los 105 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.

INSTITUCIONES	PRIMER INGRESO	REINGRESO SUMA*	EGRESADOS	TITULADOS
UNIVERSIDAD ANAHUAC				
ING. MECANICO	15	31	5	0
ING. INDUSTRIAL	48	152	74	130
ING. INDUSTRIAL ADMINISTRADOR	38	60	0	0
ING. EN MECATRONICA	81	105	0	0

*Incluye las poblaciones de los planteles sur (D.F.) y norte (Edo. de México).

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA (UIA)				
ING. EN ELECTRONICA Y DE COMUNICACIONES	46	282	16	24
ING. MECANICO ELECTRICISTA	54	289	40	12
ING. INDUSTRIAL	89	585	111	85
ING. QUIMICO	42	331	35	50
ING. BIOMEDICO	17	118	4	15
ING. FISICO	9	44	1	2

UNIVERSIDAD LA SALLE				
ING. QUIMICO	37	183	43	6
ING. EN ENERGIA ELECTRICA Y EN SIST. ELECTRONICOS	43	176	33	10
ING. INDUSTRIAL Y EN SIST. ORGANIZACIONALES	80	339	44	11
ING. MECANICO Y EN SISTEMAS ENERGETICOS	55	201	30	11

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MEXICO*				
ING. INDUSTRIAL EN PRODUCCION	52	348	89	60
ING. INDUSTRIAL EN ELECTRICA	0	14	0	0
ING. INDUSTRIAL EN ELECTRONICA	71	477	144	42
ING. INDUSTRIAL EN QUÍMICA	12	86	23	9
ING. INDUSTRIAL EN MECANICA	77	332	79	11

*Incluye las poblaciones de los planteles: San Rafael, Tlalpan e Insurgentes en el D.F. y Lomas Verdes en el Edo. de México.

UNIVERSIDAD PANAMERICANA				
ING. MECANICO ELECTRICISTA	157	535	87	73

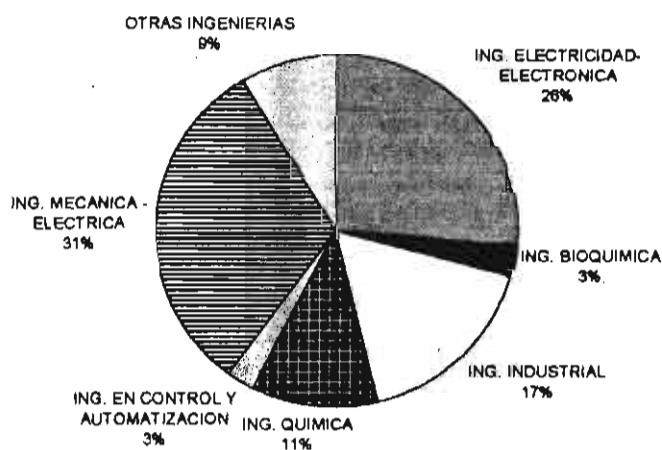
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE MEXICO				
ING. MECANICO	60	232	14	0
ING. EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES	148	551	45	0
ING. INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS	119	397	17	0
ING. ELECTRICISTA	0	4	5	1
ING. QUIMICO	33	114	1	0

*La sumatoria incluye reingreso y primer ingreso.

Fuente: Anuarios Estadísticos, ANUIES, 1995.

En principio y con la idea de precisar cuales son las subáreas de las ingenierías de la manufactura que en el AMCM atraen el mayor numero de estudiantes, se observa que la de mecánica-eléctrica que aglutina licenciaturas consideradas como tradicionales dentro del campo de la ingeniería,⁶ es la más demandada con 16,182 estudiantes, lo que representa el 31.34% del total de la población escolar que estudia ingenierías de la manufactura en esta zona (gráfica 3).

Gráfica 3.
POBLACION ESCOLAR EN LAS PRINCIPALES SUBAREAS DE LAS
INGENIERIAS DE LA MANUFACTURA EN EL AMCM.
(total: 51,629)



Fuente: ANUIES, 1995

⁶Comprendiendo carreras como ingeniería mecánica en sus distintas orientaciones (industrial, administrador, etc.), ingeniería mecánico-electricista y la ingeniería electromecánica.

En segundo lugar, se sitúa la subárea de electricidad-electrónica con 13,675 alumnos, que equivale al 26.48% y en tercer lugar entre las preferencias estudiantiles, está la ingeniería industrial con 8,827 que corresponde al 17.09%. La ingeniería química aparece en un cuarto sitio con 5,791 alumnos, representando el 11.21%. Las áreas de las ingenierías cuyo desarrollo se ubican en los ochenta como la ing. bioquímica, que también incluye a la biotecnología y aquellas relacionadas con el control, automatización y la robótica, presentan cifras muy cercanas a los 1,374 y 1,348 estudiantes que corresponden al 2.66% y 2.61% respectivamente. Sin embargo, si se toman en cuenta las cifras relativas al primer ingreso que expone la tabla 2, se aprecia que en la mayoría de las instituciones, las ingenierías industrial y electrónica son las que exhiben un creciente número de inscripciones, sobre todo si la carrera presenta una orientación hacia la administración.

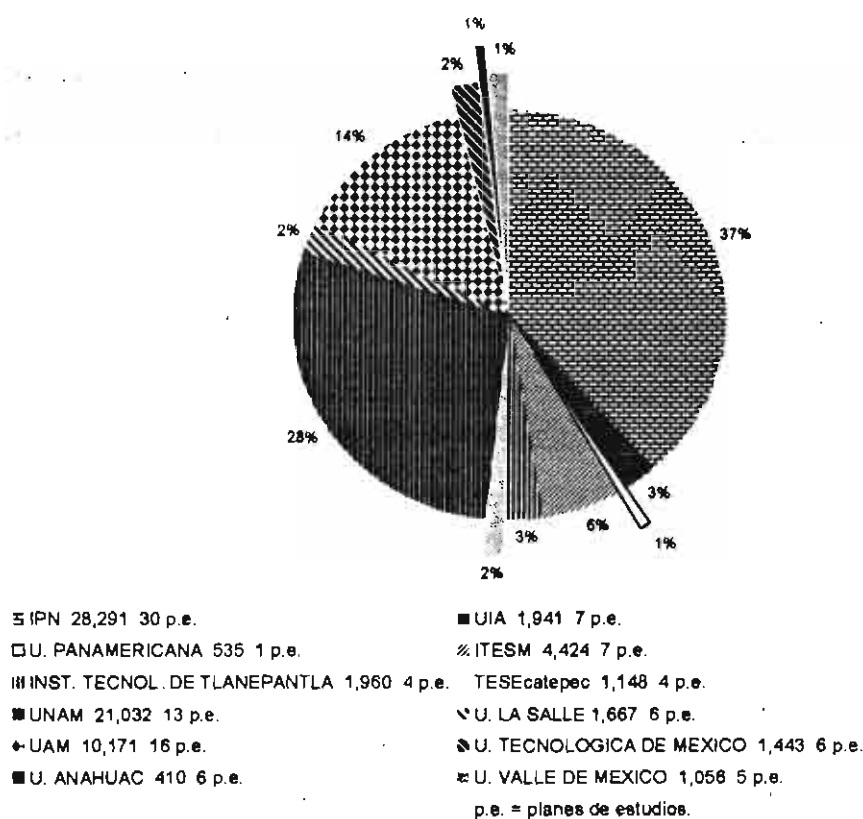
En lo que concierne a la distribución de los estudiantes de ingeniería en la 12 escuelas y sus correspondientes carreras, es evidente que son las instituciones públicas las que absorben el mayor número de estudiantes. El Instituto Politécnico Nacional (IPN), el tecnológico más grande del país, no solo en cuanto al volumen de su matrícula y el tamaño de su infraestructura, sino también por las treinta carreras de ingeniería que en 1995 ofrecía, de las cuales trece se relacionan con la producción industrial de manufacturas, sostiene una población global de estudiantes de ingeniería de aproximadamente 28,503 (gráfica 4).

Por su parte, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) imparte a través de veinte planes de estudios distintos e independientes, un total de 13 licenciaturas de ingeniería a las que acuden poco más de 21,000 estudiantes. De esa lista de carreras, solo cuatro pertenecen al campo de las ingenierías de la manufactura, que a su vez, son enseñadas en seis planes de estudios diferentes entre sí.⁷ La tercer escuela

⁷Por ejemplo, la carrera de ing. mecánica-eléctrica, se enseña en la Facultad de Ingeniería, la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Aragón y en la Facultad de Estudios Superiores (FES)

pública de ingeniería con mayor número de alumnos, se encuentra en la Universidad Autónoma Metropolitana en sus planteles Azcapotzalco e Iztapalapa, con 10,171 estudiantes distribuidos en un total de 16 carreras de ingeniería de las cuales diez se asocian con la producción manufacturera.

Gráfica 4.
DISTRIBUCION DE LA POBLACION INSCRITA EN CARRERAS DE
INGENIERIA EN 12 INSTITUCIONES DEL AMCM.



Fuente: ANUIES, 1995.

En dos de los municipios conurbados al Distrito Federal más industrializados del país, se ubican el Instituto Tecnológico de Tlanepantla, perteneciente al Sistema

Cuautitlán con planes de estudios distintos. Lo mismo sucede con la Ing. Química que se imparte en la Fac. de Química y en las FES de Zaragoza y Cuautitlán.

Nacional de Institutos Tecnológicos de la SEP y el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, un organismo público descentralizado que recibe financiamiento de los gobiernos federal y del Estado de México. Ambas instituciones en su conjunto, presentan ocho carreras de ingenierías de la manufactura y albergan a poco más de 4000 estudiantes.

Las siete IES restantes, pertenecen al sector privado de la educación. El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad Anáhuac y la Universidad del Valle de México poseen escuelas que se localizan tanto en el Distrito Federal como en la zona conurbada de Estado de México, mientras que las universidades: Iberoamericana (UIA), La Salle, Panamericana y Tecnológica de México sólo mantienen un establecimiento en el D.F. (ANUIES, 1995). En todas estas instituciones en su conjunto, se atienden a más de once mil estudiantes, siendo el ITESM el de mayor población con más de cuatro mil cuatrocientos alumnos en sus dos establecimientos y entre todas ellas se cubren un total de 39 planes de estudios de ingenierías, de las cuales 32 se vinculan con el ámbito manufacturero⁸

El IPN presenta un programa de licenciaturas en ingeniería consideradas como duras y en donde combina las tradicionales carreras con otras de reciente creación asociadas con las nuevas tecnologías. En la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica-Eléctrica (ESIME), perteneciente a esa institución, en sus planteles de Zacatenco, Culhuacán y Azcapotzalco, se enseñan las ingenierías en comunicaciones y electrónica, eléctrica, mecánica, en computación y al inicio de esta década, se crearon dos carreras de ingeniería: la de Control y Automatización y la de Procesos Discretos y Automatización: Robótica Industrial, que se imparten en las unidades de Zacatenco y Azcapotzalco respectivamente.

⁸ Cabe señalar que en 1995, solamente las universidades Panamericana y Tecnológica de México se encontraban incorporadas a la UNAM o al IPN, por lo que los planes de estudios que ofrecen son los mismos que sostienen estas dos últimas instituciones. Las cinco IES privadas restantes, gozan de autonomía para elaborar sus propios planes y registrarlos ante la Secretaría de Educación Pública (SEP).

La Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQUE) se encarga de la ingeniería química y la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas contempla la enseñanza de la ingeniería bioquímica. Las Unidades Profesionales Interdisciplinarias de Biotecnología (UPIB) y de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) ofrecen en el primer plantel, las ingenierías biomédica, en alimentos, en biotecnología y en farmacéutica y en el segundo, la ingeniería industrial. Vale la pena añadir que en el IPN, se ubica la única escuela de ingeniería en el país dedicada a la formación de ingenieros textiles en cuatro especialidades.

Como se verá más adelante, a partir de una reforma curricular realizada en 1996, la Facultad de Ingeniería de la UNAM imparte las ingenierías mecánica, electricista, electrónica e industrial, mientras que en la Facultad de Química, se enseña la ingeniería química, ambas escuelas localizadas en el campus de Ciudad Universitaria.

Igualmente, en las unidades multidisciplinarias de la UNAM localizadas en la zona conurbada del Estado de México, la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Aragón y la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán (FES-C) se enseña la ingeniería mecánica-eléctrica. Esta última institución junto con la Facultad de Estudios Superiores de Zaragoza (FES-Z) se encargan de la carrera de ingeniería química. La FES-C ofrece también la carrera de ingeniería en alimentos.

Por su parte, la Universidad Autónoma Metropolitana en su conjunto, propone diez carreras de ingeniería estrechamente relacionadas con la producción manufacturera en sus unidades de Azcapotzalco (UAM-A) e Iztapalapa (UAM-I). Ambos planteles comparten la enseñanza de las ingenierías química y electrónica pero con planes de estudios distintos e independientes y mientras que en la UAM-A se imparten 6 carreras de ingeniería relacionadas con la manufactura: electricista, en electrónica, físico, industrial, mecánico y químico, la UAM-I ofrece las ingenierías en electrónica, en energía, en química, bioquímico industrial y biomédico.⁹ Conviene destacar que a diferencia del IPN, tanto la UAM como la UNAM, enseñan ingenierías con una

⁹La UAM-A ofrece un total de 9 carreras de ingeniería y la UAM-I imparte 5.

perspectiva muy general y ha sido a nivel de los planes de estudios en donde mediante la figura de módulos o áreas, se abordan los distintos campos de especialización de la disciplina, mismos que son optativos para el estudiante.

En contraste, los currículos de las carreras de ingeniería que ostentan la mayoría de las IES privadas, muestran una aguda tendencia hacia la especialización y a la preferencia de ofrecer ingenierías menos duras y poco referidas directamente con la operación técnica de la producción, como así parece reflejarlo el ITESM que busca una formación de ingenieros para ser ocupados en actividades más relacionadas con los aspectos administrativos y organizacional de la producción industrial.

En efecto, por la propia nomenclatura de las carreras de ingeniería que se imparten en el AMCM, las cuales sugieren una determinada orientación o especialización, es posible realizar algunas interpretaciones en torno a la visión que sobre la formación de ingenieros presentan las instituciones públicas y privadas. En principio se podría mencionar que el balance anterior sobre la enseñanza de la ingeniería, muestra una combinación de dos grandes tipos licenciaturas de ingeniería. Uno que agrupa carreras de ingeniería que se delimitan únicamente por un determinado campo disciplinario de la ingeniería (ej. ing. mecánica, ing. química, ing. bioquímica, etc), dejando entrever que se trata de una formación fundamental sobre las ciencias de la ingeniería. El segundo tipo, aglutina planes de estudios que se relacionan en mayor grado con algunos campos de la ingeniería aplicada en la disciplina ingenieril correspondiente. Son carreras que presentan una orientación profesional muy específica dirigida hacia determinados ámbitos de la producción, o hacia las aplicaciones industriales que presenta la propia disciplina, (ej: ing. mecánico en sistemas energéticos, ingeniero químico administrador, ing. en sistemas electrónicos y las variedades de la ing. industrial).

Y es precisamente a nivel de los planes de estudios donde se perciben las mayores diferencias entre los modos como las IES privadas y públicas forman a los ingenieros. A simple vista, se puede notar que son las instituciones públicas de educación superior asentadas en la Ciudad de México, las que tienden a ofrecer ingenierías del primer tipo, otorgando un enfoque basado fundamentalmente en las ciencias de la ingeniería,

obviamente delimitado por el campo de especialización de la ingeniería, (IPN, UNAM, UAM-A, TESE) mientras que la cartera de carreras que imparten las escuelas privadas, en su mayoría se inclinan por enseñar ingenierías más específicas, en términos de ciertas áreas de aplicación o como se mencionó arriba, hacia las áreas de la organización y administración de los procesos productivos y en general de la empresa. (ITESM, La Salle, Universidad del Valle de México).

Sin embargo, es interesante agregar que en los primeros años de los noventa, la mayoría de las escuelas de ingenierías, principalmente las públicas, desarrollaron profundas reformas en sus planes de estudios. El propósito fue el de otorgar un carácter cada vez más general a la formación de ingenieros y al mismo tiempo enfrentar al viejo dilema de tener que reducir el tiempo de la formación por un lado, y por el otro, responder a la necesidad de proporcionar al estudiante una formación cada vez más integral e interdisciplinaria, lo que paradójicamente implica una cantidad mayor de conocimientos provenientes no sólo del campo de la ingeniería, sino de otras disciplinas pertenecientes a las ciencias sociales y económico administrativas.

Como se mencionó anteriormente, el IPN desde principios de los noventa, ofrece las ingenierías en Control y Automatización, en Procesos Discretos y Automatizados (Robótica), y a fines de la década pasada, implantó las ingenierías en Biotecnología y Biomédica. No obstante, el IPN desarrolló en 1993, un proceso de reestructuración en la mayoría de sus currículos, siendo las ingenierías que imparten la ESIME y la ESIQUIE las que experimentaron cambios significativos en sus contenidos y organización curricular. Entre estos ajustes, se destaca el aumento de módulos o áreas de especialización al final de la carrera y la programación de estancias estudiantiles en las empresas, dentro de los planes de algunas licenciaturas.

En la segunda mitad de los 90, el IPN creó la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, (UPIITA) en donde se imparten tres nuevas carreras: ing. en biónica, ing. en mecatrónica e ing. en telemática. De igual manera, la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas abrió la ingeniería en sistemas ambientales. Con

estas nuevas carreras, el IPN suma un total de 34 planes de estudios de ingeniería en otras tantas especialidades.

La reforma curricular a la que se aludió líneas arriba por parte de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, misma que se inició en 1994, consistió en la separación de las áreas de mecánica, electricidad-electrónica e industrial que por varias décadas, conformaron la carrera de ingeniería mecánico-electricista, para resultar en tres carreras independientes entre sí y con planes de estudios distintos, de tal forma que cada carrera enseña los contenidos básicos y especializados que requiere su respectivo campo profesional. (FI, 1996)¹⁰

Asimismo, el Sistema de Institutos Tecnológicos perteneciente a la Secretaría de Educación Pública (SEP), cuyo único plantel ubicado en la Ciudad de México, se encuentra en el municipio conurbado de Tlanepantla, experimentó una transformación curricular, consistente en la compactación de sus 55 licenciaturas muy especializadas, a sólo 19 carreras. Las ingenierías fueron las que mayores modificaciones experimentaron. De ofrecer hasta 28 ingenierías con una elevada especialización (ej: ingeniero químico administrador o ingeniero industrial en procesos), con el propósito de lograr una formación básica y general, los Institutos Tecnológicos redujeron su lista de carreras y actualmente imparten sólo 12, de las cuales, siete se asocian con la industria.¹¹

Por último cabe resaltar que en relación a la creación de licenciaturas basadas en las nuevas tecnologías para la producción, solamente dos instituciones (IPN y la U. Anáhuac), han formalizado la enseñanza de nuevos campos que son parte del futuro inmediato de la ingeniería de la manufactura. Mientras que en 1994, la Universidad Anáhuac comenzaría a impartir la ingeniería en Mecatrónica. En otras instituciones como la UNAM, la UAM, el ITESM y la UIA, se han incorporado esas áreas de conocimientos en el ámbito de las asignaturas o áreas (módulos) de especialización, dentro de las carreras de ingeniería mecánica o electrónica.

¹⁰Esto explica el porqué en la tabla no. 2, no aparecen estas ingenierías dentro de las carreras que ofrece la UNAM.

Un último aspecto que se hace necesario resaltar es la tendencia de algunas instituciones privadas consideradas como pequeñas, a desincorporarse de las grandes instituciones públicas y obtener alguna autonomía en la selección de carreras y su correspondiente diseño curricular, al obtener el permiso de la SEP para su registro y validez oficial de los títulos que ofrecen. Tales son los casos de la Universidad La Salle, que recientemente agregó a su cartera de carreras de ingeniería, la de ing. bioquímico y recientemente la Universidad Panamericana, que por mucho tiempo estuvo incorporada a la UNAM, para ofrecer la ing. mecánica-electricista y en la actualidad liquidó esas carrera para ofrecer tres nuevos cursos de ingeniería con planes de estudios elaborados por la propia institución. Se trata de las ingenierías: industrial, electromecánica y en informática.

3. Situación demográfica de los profesionistas de las ingenierías de la manufactura.

El examen anterior sobre la enseñanza de la ingeniería en el AMCM, da cuenta de los movimientos curriculares y diversificación en las que han incurrido las carreras de las ingenierías de la manufactura y su relación con la demanda social que se verifica tanto en instituciones superiores privadas como en aquellas que basan fundamentalmente su financiamiento en el subsidio gubernamental. Sin embargo, convendría conocer como esta relación que se establece entre la oferta institucional y la demanda estudiantil impacta desde una perspectiva demográfica y geográfica, a la conformación de las profesiones en México y particularmente en el Distrito Federal y su zona conurbada.

De acuerdo con los datos obtenidos en el XI Censo Nacional de Población y Vivienda aplicado en 1990, (INEGI, 1993) el país cuenta con poco más de 1,897,377 profesionistas distribuidos en 52 disciplinas académicas registradas (INEGI, 1990). Con relación a las ingenierías vinculadas a la industria manufacturera, se observa que en el país, existen

¹¹Estas modificaciones no eran todavía reportadas en los Anuarios Estadísticos de la ANUIES de 1995.

102,835 ingenieros mecánicos e industriales, representando el 5.4% del total nacional y lo que los hace ocupar el quinto lugar entre los profesionistas más numerosos, después de los contadores con el 10.6%, médicos (8.7%), abogados (7.5%) y administradores (6.9%), en ese orden. (INEGI, 1993).

Los ingenieros químicos y químicos industriales representan el 2.7% con 50,348 profesionistas y ocupan el décimo sitio, mientras que los ingenieros eléctricos y electrónicos con el 2.4% y en computación y sistemas con el 0.9%, se sitúan en el doceavo y vigésimo segundo lugar respectivamente. Los bioquímicos se ubican en el puesto número 37 con el 0.3% y los ingenieros biomédicos se asoman con apenas 345 profesionistas en todo el país y ocupando la última posición. (*Ibid.*)

La mayoría de los ingenieros mecánicos e industriales se distribuyen en los estados con mayor desarrollo industrial, siendo el D.F., el Estado de México, Nuevo León y Jalisco en ese orden, las entidades que en su conjunto, agrupan poco más del 50% de los ingenieros en todo el país. El mayor número de ingenieros químicos se concentran principalmente en el D.F. y en el Estado de México, aunque otros estados igualmente industrializados como Nuevo León y Jalisco son rebasados por Veracruz y por lo tanto, ocupan el cuarto y quinto lugar respectivamente.

En el Distrito Federal, los censos reportan que existen 475,424 profesionistas, lo que equivale a 557 profesionistas por cada 10,000 habitantes. Sin embargo, en la lista de las diez disciplinas profesionales más numerosas en la zona, la única ingeniería de la manufactura que aparece es la que corresponde al área de la ingeniería mecánica e industrial con 21,096 ingenieros, lo que equivale a una densidad de 26 ingenieros mecánicos e industriales por cada 10,000 habitantes (INEGI, 1995). El caso de la ingeniería química que se encuentra entre las diez profesiones más pobladas a escala nacional, en el D.F. ocupa apenas el onceavo lugar con 12,993, es decir, 16 de estos profesionistas por cada 10,000 habitantes (*Ibid.*) (tabla 3).

En Nuevo León, la segunda entidad federativa con más profesionistas y la tercera más industrializada, cuenta con un total de 115,698 profesionistas, de los que casi el 90% de ellos se concentran en los cuatro municipios que conforman el área metropolitana de

Monterrey. Con una población total de 3,096,736 habitantes, se registran 39 ingenieros mecánicos e industriales por cada 10,000 habitantes. Igualmente en esta misma relación, se hallan 13 ingenieros químicos y químicos industriales.

TABLA 3.
LAS DIEZ PROFESIONES MAS POBLADAS EN LAS TRES ENTIDADES
FEDERATIVAS MAS INDUSTRIALIZADAS

DISTRITO FEDERAL	
LAS 10 PRINCIPALES PROFESIONES	DENSIDAD*
1. CONTADURIA	64
2. DERECHO	50
3. MEDICINA	49
4. ADMINISTRACION	48
5. ING. MEC. E INDUS.	26
6. ARQUITECTURA	25
7. ODONTOLOGIA	21
8. ING. CIVIL Y DE LA CONST.	20
9. ECONOMIA	19
10. PSICOLOGIA	18
* No. DE PROFESIONISTAS POR CADA 10,000 HABITANTES	

NUEVO LEON	
LAS 10 PRINCIPALES PROFESIONES	DENSIDAD*
1. CONTADURIA	44
2. ING. MEC. E INDUS.	39
3. MEDICINA	29
4. ADMINISTRACION	28
5. DERECHO	26
6. ARQUITECTURA	13
7. ING. QUIM. Y QUIM. INDUS.	13
8. PSICOLOGIA	12
9. ING. CIVIL Y DE LA CONST.	11
10. ING. EN COMPUT. Y SIST.	11
* No. DE PROFESIONISTAS POR CADA 10,000 HABITANTES	

ESTADO DE MEXICO	
LAS 10 PRINCIPALES PROFESIONES	DENSIDAD*
1. CONTADURIA	26
2. ADMINISTRACION	17
3. MEDICINA	17
4. DERECHO	16
5. ING. MEC. E INDUS.	14
6. ARQUITECTURA	8
7. ING. ELECTRICA	8
8. ING. QUIM. Y QUIM. INDUS	7
9. ING. CIVIL Y DE LA CONST.	7
10. ODONTOLOGIA	7
* No. DE PROFESIONISTAS POR CADA 10,000 HABITANTES	

JALISCO	
LAS 10 PRINCIPALES PROFESIONES	DENSIDAD*
1. CONTADURIA	30
2. MEDICINA	25
3. ADMINISTRACION	18
4. DERECHO	17
5. ING. MEC. E INDUS.	14
6. ING. CIVIL Y DE LA CONST.	10
7. AGRONOMIA	10
8. ODONTOLOGIA	9
9. ARQUITECTURA	9
10. ING. QUIM. Y QUIM. INDUS.	7
* No. DE PROFESIONISTAS POR CADA 10,000 HABITANTES	

Fuente: "El Atlas de los Profesionistas en México", INEGI, 1995.

Estas cifras adquieren sentido si se toma en cuenta que después de la Ciudad de México, en el área metropolitana de Monterrey, se sitúa la mayor oferta educativa en

materia de carreras relacionadas con las ingenierías de la manufactura en el país, con nueve instituciones superiores y con casi 60 diversas especialidades de ingeniería con una orientación industrial.¹²

El caso del Estado de México con una población de 9,815,795 habitantes y con la mayor densidad industrial del país, concentra el 73% de sus 219,012 profesionistas en los principales municipios conurbados con el D.F. Sin embargo, en contra de lo que pudiera suponerse, el número de profesionistas ingenieros asociados con la producción manufacturera no guarda una proporción acorde con el desarrollo industrial de la zona. En el Estado de México, el área profesional de la ingeniería de la manufactura más poblada está igualmente representada por la ingeniería mecánica e industrial con apenas 14 ingenieros por cada 10,000 habitantes, lo que le permite ocupar el quinto lugar entre las diez principales profesiones de la entidad. En séptimo lugar están los ingenieros eléctricos con una proporción de casi 8 ingenieros y la ingeniería química y química industrial, se posicionan del octavo sitio con una correspondencia de 7 profesionistas por cada 10,000 habitantes mexiquenses.

Una situación semejante presenta el Estado de Jalisco, que al igual que las entidades arriba revisadas, agrupa la mayor parte de profesionistas en el área metropolitana de Guadalajara. Considerada como el cuarto estado más industrializado, entre las diez profesiones más numerosas en la entidad, la ing. mecánica e industrial ocupa el quinto lugar, también con 14 ingenieros por cada 10,000 habitantes y la segunda ingeniería de la manufactura más representada en el Estado como lo es la química, ocupa el décimo lugar con 7 ingenieros por cada 10,000 habitantes.

De entrada, el panorama descrito en esta sección, permite plantear algunas consideraciones que son pertinentes al estudio de la enseñanza de la ingenierías de la manufactura. En principio habría que destacar la gran complementariedad que existe entre los datos recabados sobre la enseñanza de la ingeniería obtenidos en 1994 por la ANUIES y los que tienen que ver con las características demográficas y económicas de

¹²Estimaciones de los datos reportados en el Anuario Estadístico, 1995, de la ANUIES.

los profesionistas en México, derivados del XI Censo General de Población y Vivienda en 1990. Esta distancia de cuatro años no impide ver que la información recabada en ambos estudios se relacionan estrechamente, como así lo demuestra la reciprocidad existente entre la ubicación de las carreras de contaduría, derecho, medicina, administración y las ingenierías ya consagradas como la civil, mecánica, industrial y química, en la lista de las diez profesiones más numerosas a nivel nacional a principios de los noventa y el creciente aumento de la población estudiantil que cinco años después continua demandando estas licenciaturas.

Un segundo aspecto que también conviene resaltar es la presencia de los bioquímicos y biomédicos cuyas carreras fueron creadas en los ochenta y para 1990, ya registraban un lugar en los censos poblacionales. Un lustro más tarde, especialmente la ing. bioquímica, sobresale como una de las licenciaturas en ingeniería de mayor ingreso estudiantil, dejando entrever que esta área profesional de la ingeniería, transita por un proceso de consolidación social y económica.

De la misma manera, la ingeniería electrónica se afianza como una profesión importante. Pese a que es una ingeniería cuya demanda social se fortalece en los setenta, es en la década anterior cuando proliferan las carreras y orientaciones en este campo y actualmente la enseñanza de este tipo de ingenieros arroja una cifra considerablemente alta en cuanto al ingreso y egreso, de tal forma que es posible deducir que a ocho años de haberse aplicado el censo poblacional, la ingeniería electrónica ya esté ocupando un lugar destacado entre las principales profesiones.

4. Industria y empleo de los profesionistas de las ingenierías de la manufactura.

Es evidente que la relación de los movimientos escolares y curriculares generados en las escuelas de ingeniería, así como la dotación de profesionistas ingenieros en el país, se entendería mejor, si se contextualiza en las oportunidades de empleo que se estructuran

en la planta industrial manufacturera, atendiendo sus características y condiciones de producción.

De acuerdo con los Censos Económicos de 1994, la estructura de la industria manufacturera mexicana articulaba 265,427 establecimientos y se estima que de ese total, poco menos del 2% eran grandes industrias y casi el 85% se referían a microempresas. Más del 2% serían medianas y aproximadamente el 10% comprenderían pequeñas industrias.¹³

En relación al modo como se encontraba organizado el sector manufacturero, los censos apuntan que el mayor número de empresas se ubica en el subsector de productos alimenticios, bebidas y tabacos con 91,932 empresas. En segundo lugar, se localiza el subsector de productos metálicos, maquinaria y equipo con 46,246 establecimientos, destacando la subrama de "estructuras metálicas, tanques y calderas industriales", con 29,347 industrias dedicadas a la fabricación de estos productos. La industria química, una de las ramas productivas que presentan un mayor dinamismo tecnológico, no cuenta con tantas empresas como sucede en otras. Su cifra alcanza las 7,000 y la colocan en el séptimo lugar entre las nueve ramas en que ha sido dividida la industria manufacturera (INEGIa, 1994).

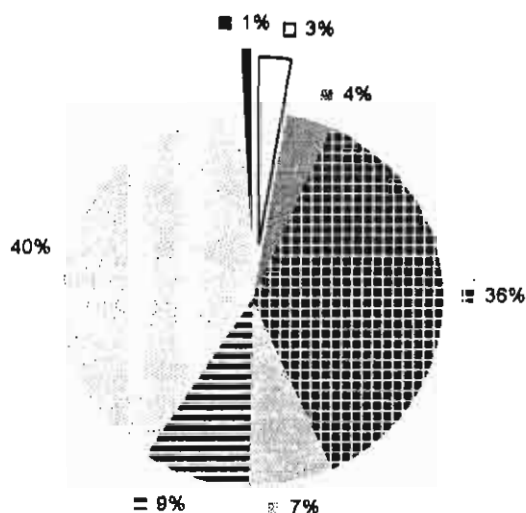
En relación al volumen de producción de la industria manufacturera, en cifras de 1994, la fabricación de productos alimenticios, bebidas y tabaco, registró el PIB más alto con 352.8 millones de pesos (m.p.), de ese año y se estima que su producción bruta es del 24.11% del total nacional. Muy cerca le sigue la rama de producción de artículos metálicos, maquinaria y equipo con 307.6 m.p. y una participación del 26.05% de su producción bruta. En tercer lugar, se localiza la industria química con un PIB de 232.6 m.p. El PIB del resto de las ramas industriales manufactureras no rebasa cada una los 100 m.p. (PEF, 1994) (gráfica 5).

Sin embargo, al estimar los índices de productividad con base en el personal ocupado y los activos fijos, los nueve sectores manufactureros no muestran una gran

¹³Estimaciones de los Censos Económicos, 1994. INEGI

dispersión entre sí. Igualmente, al desglosar la actividad industrial por entidad federativa, el D.F. conforma la mayor concentración industrial del país. En el D.F. existen 28,059 establecimientos y al igual que el total nacional, el subsector de productos alimenticios, bebidas y tabaco, agrupa el mayor número de unidades con 8,009 empresas, adelante del subsector dedicado a la producción de productos metálicos, maquinaria y equipos con 5,634. Las divisiones industriales con los PIB más altos en el D.F. son las de productos alimenticios, bebidas y tabaco (24.06%), la industria química (23.80%) y la de fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo, (20.10%).

Gráfica 5
PORCENTAJES DE PRODUCTIVIDAD POR SECTORES
MANUFACTUREROS

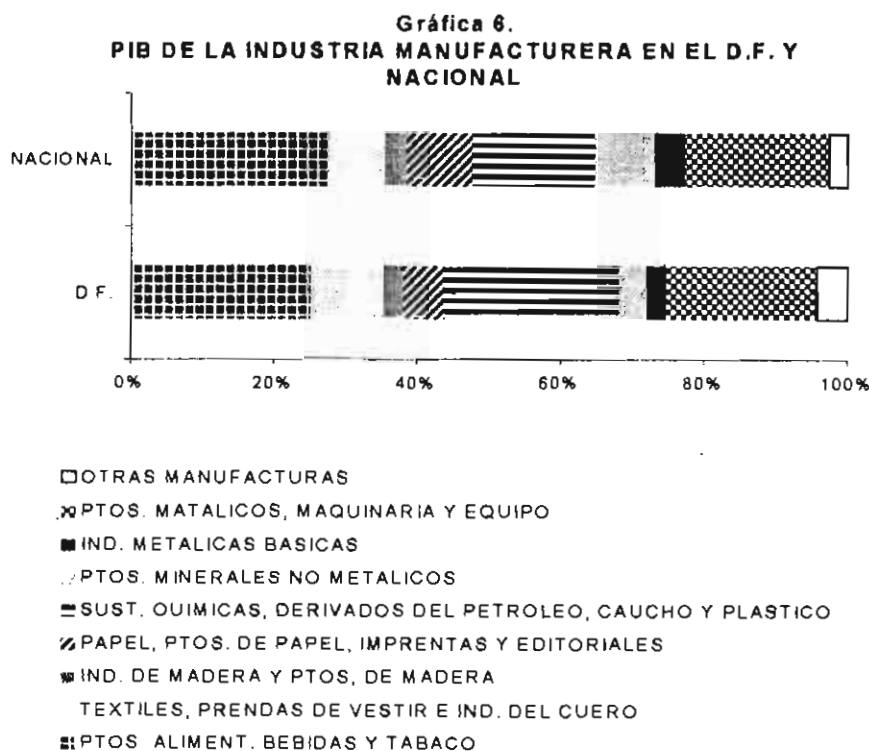


- IND. DE LA MADERA Y PTOS. DE MADERA
- ▨ PAPEL, PTOS. DE PAPEL, IMPRENTAS Y EDITORIALES
- ▤ SUBST. QUIMICAS Y PTOS. DERIVADOS DEL PETROLEO, CARBON, HULE Y PLASTICOS
PDTOS. MINERALES NO METALICOS
- ▥ PDTOS. METALICOS BASICAS
- ▧ PDTOS. METALICOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS
- OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS

Estimaciones sobre los datos de los Censos Económicos, INEGI, 1994.

El conocimiento de la estructura productiva del sector manufacturero, resulta ser muy útil para contextualizar las oportunidades de empleo de ingenieros en ese ámbito de trabajo. Especialmente si se toma en cuenta que los sectores que sostienen el PIB más elevado, como la industria química, —la cual incluye la industria farmacéutica— y la de producción de maquinaria y equipos —que comprenden las industrias de bienes de capital, cómputo y electrónicos,— suponen una mayúscula contratación de ingenieros preferentemente químicos, mecánicos, industriales y electrónicos.

Además vale la pena agregar que una comparación con los PIB en cada sector a escala nacional demuestra que en el D.F., la productividad en la industrias química, de maquinaria y productos metálicos y textiles que son áreas que requieren de tecnologías complejas, superan a la del total nacional (gráfica 6).



Fuente: Censos Económicos, INEGI, 1994.

Si a los indicadores productivos de la industria manufacturera del D.F. se le añaden los de los municipios conurbados del Estado de México que en su conjunto conforman el área metropolitana de la Ciudad de México, el conglomerado industrial que ahí se estructura convierten a la zona en la región económica más importante del país (tabla 4).

TABLA 4.
CARACTERISTICAS DEL SECTOR MANUFACTURERO EN LOS PRINCIPALES
MUNICIPIOS CONURBADOS AL D.F.

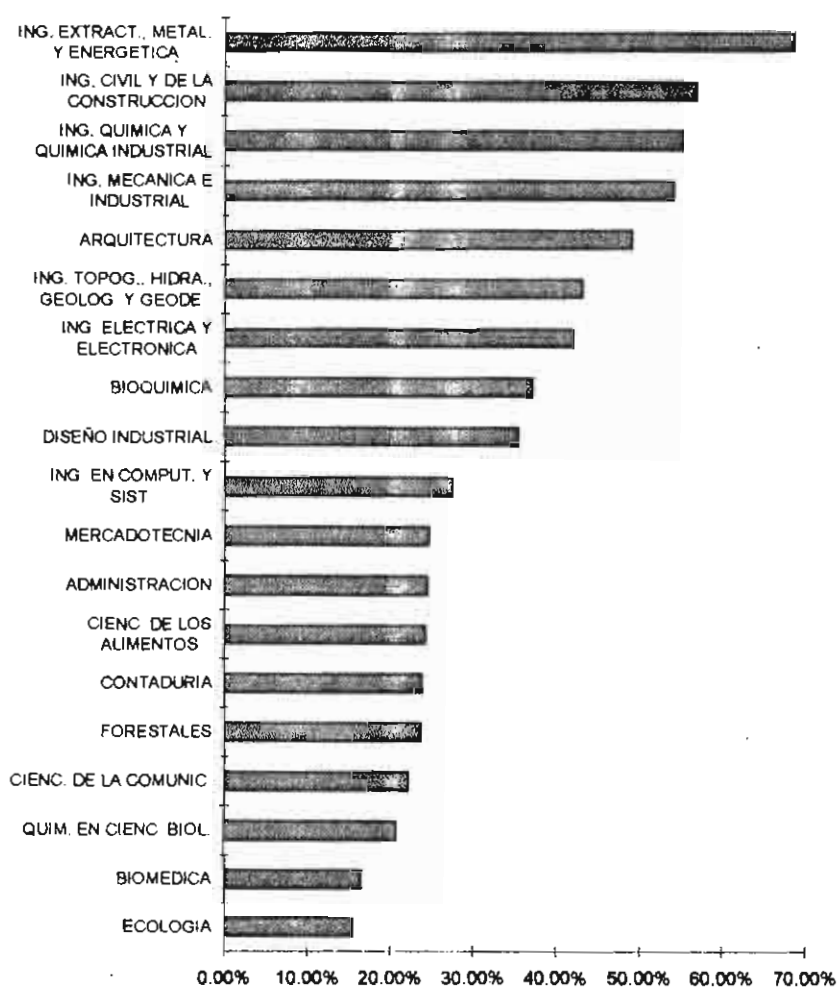
MUNICIPIO	TOTAL DE ESTABLECIMIENTOS	PERSONAL OCUPADO	ACTIVOS FIJOS NETOS	PRODUCCION BRUTA TOTAL	VALOR AGREGADO BRUTO
			MILES DE PESOS DE 1993		
ATIZAPAN DE ZARAGOZA	596	10643	507441.4	1247359.2	454485.2
COACALCO	216	2020	36153.0	216181.8	81400.9
CUAUTITLAN	153	7589	653394.2	1364097.6	590317.8
CUAUTITLAN IZCALLI	508	32904	3542836.3	11074311.1	2492352.4
ECATEPEC	3026	49797	4005984.4	10701474.4	3503349.7
HUIXQUILUCAN	142	624	24248.1	100484.7	35479.8
NAUCALPAN	1913	73103	3746355.8	12784375.8	6125345.6
NEZAHUALCOYOTL	3378	13044	221010.4	798325.3	265263.3
NICOLAS ROMERO	323	1716	28049.6	101514.0	39694.3
TEXCOCO	374	4607	318548.4	528722.3	181453.5
TLANEPANTLA	1907	79421	7751480.8	16448447.3	6511813.7

Fuente: Censos Económicos, Estado de México, 1993. INEGI

En cuanto al empleo de los ingenieros a nivel nacional, estos profesionistas lógicamente mantienen una presencia preponderante en el sector secundario, aunque cabría mencionar que algunos campos de la ingeniería dominan en el terciario, principalmente en las ramas del comercio, las finanzas y la docencia. De acuerdo a los datos que arrojó el XI censo General de Población de 1990 publicados por el INEGI, (1993) En el sector secundario, la ingeniería extractiva, metalúrgica y energética

participa con el mayor número de profesionistas ocupados con el 68.5%, mientras que las ingenierías civil, química, mecánica e industrial contribuyen en el sector con más de la mitad de profesionistas de estas disciplinas. (gráfica 7)

Gráfica 7.
PORCENTAJE DE PROFESIONISTAS EN EL SECTOR
SECUNDARIO POR PRINCIPALES DISCIPLINAS
ACADEMICAS. 1990



Fuente: "Los profesionistas en México". INEGI, 1993

Respecto de los nuevos profesionistas de la ingeniería que se conformaron en las dos últimas décadas, conviene destacar que para 1990, los ing. bioquímicos ya mantenían

una participación en el sector industrial con poco más del 35% de los 4,170 ingenieros de esta especialidad que se encontraban ocupados. Sin embargo, cabe aclarar que en ese año, su mayor presencia se ubicaba en el sector terciario con el 56%, de los cuales, casi el 22% laboraba como "trabajador de la educación". De igual manera, los ingenieros eléctricos y electrónicos, en ese año también dominaban en el sector terciario con el 53.4%, en contraste con casi el 42% de estos profesionistas que se ocupan en el sector secundario (INEGI, 1993).

Sin embargo, en cada rama productiva existen variaciones respecto de la contratación de ingenieros, siendo la de fabricación de maquinaria y equipo, la rama productiva que comprende el mayor número de establecimientos y la más utilitaria de estos profesionistas con cerca de 32,000 (11.03%). La industria química, automotriz, papelera, procesadora de alimentos y las dedicadas a la elaboración de diversas manufacturas, en su conjunto incorporan aproximadamente 93,000 ingenieros (AMI, 1995) y sorpresivamente, el sector terciario en sus vertientes de servicios financieros y de comercio emplean apenas 19,000 (4.66%) y 7,000 (1.72%), respectivamente.

Dentro del ámbito industrial, los principales empleadores de ingenieros se ubican principalmente en el sector energético y servicios públicos de infraestructura, con 45 mil ingenieros ocupados (11.02%);¹⁴ en la industria de la construcción que agrupa a 44,000 (10.79%); y en el Gobierno en donde laboran cerca de 40,000 (9.80%).¹⁵ La industria manufacturera es por supuesto, el sector que más emplea ingenieros. Cerca de 408,000 de estos profesionistas en sus distintas especialidades, laboran en empresas de este tipo (gráfica 8).

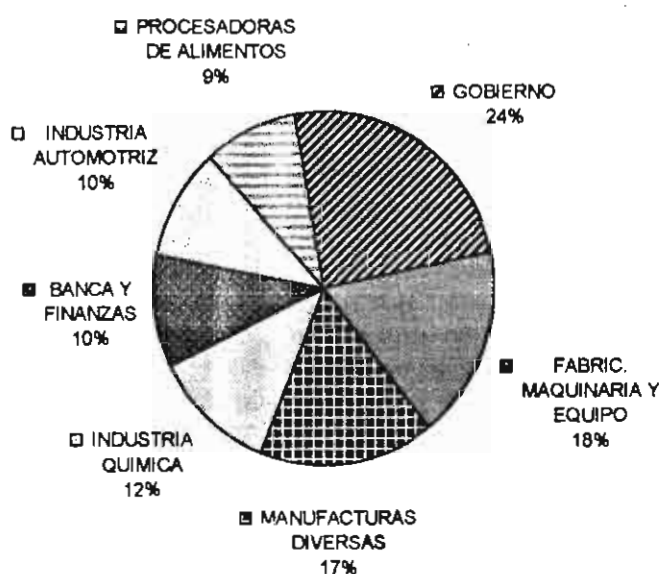
La distribución de las ingenierías según su especialidad en las ramas que comprende el sector manufacturero, presenta rasgos interesantes que ayudan a entender con mayor claridad la relación existente entre enseñanza de la ingeniería - progreso tecnológico - industrialización. En la rama de fabricación de maquinaria y equipo, la cual incluye todo

¹⁴Comprende la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y PEMEX.

¹⁵Incluye Secretarías de Estado y dependencias del Gobierno Federal, Estatales, Municipal.

tipo de bienes de capital y productos eléctricos y electrónicos, se contrata principalmente a ingenieros eléctricos-electrónicos, industriales y mecánicos, en este orden (gráfica 9).

Gráfica 8.
PRINCIPALES EMPLEADORES DE INGENIEROS

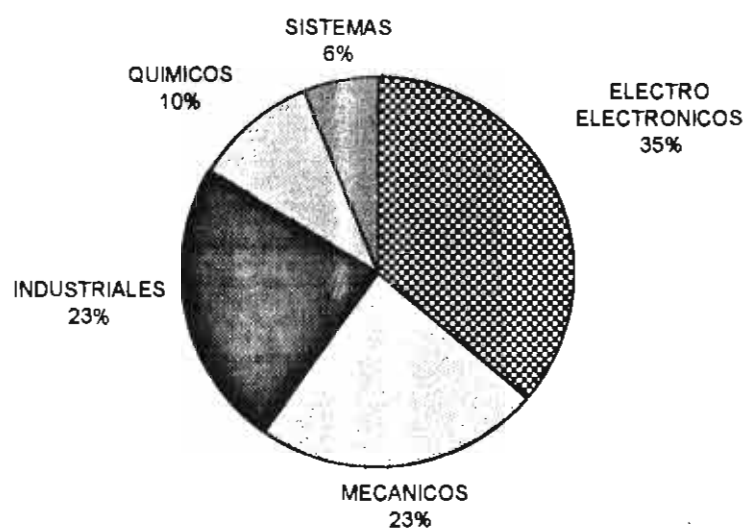


Fuente: AMI, 1995

Es de suponer que la preferencia por los ingenieros electrónicos en ese sector, sea una consecuencia de los efectos producidos por el intenso movimiento tecnológico que priva en muchas de las subramas que comprende el campo de la fabricación de bienes de capital y diversos equipos, en tanto que es un hecho que la producción en estos ámbitos, es cada vez más dependiente de la aplicación de los conocimientos técnicos asociados con la informática y la automatización de la producción.

En otros subsectores como la industria química y en otras empresas productoras de bienes intermedios y de consumo que no demandan necesariamente la incorporación de tecnologías complejas, se nota que la presencia de los ingenieros electrónicos es muy reducida si se compara con la demanda de ingenieros mecánicos e industriales. Igualmente, en el caso de la industria automotriz, los ingenieros mecánicos e industriales comparten su presencia dominante en esta división industrial, con el 40% cada uno (AMI, 1985).

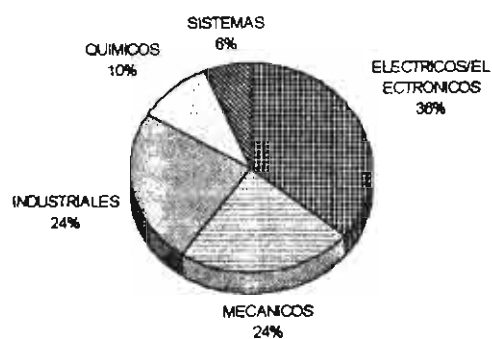
Gráfica 9.
INGENIEROS EMPLEADOS EN LA SUBRAMA DE
FABRICACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS



Fuente: AMI, 1995

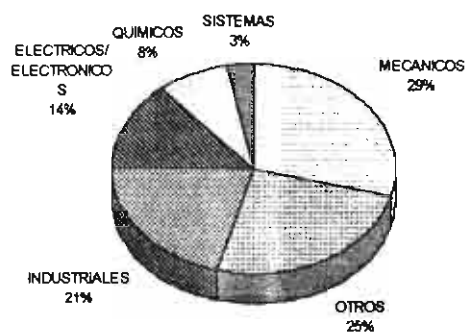
Evidentemente, los ingenieros químicos dominan en la industria química, aunque no es el caso de la industria procesadora de alimentos, en donde su participación con el 18%, apenas supera a la de los mecánicos e industriales con el 13% y el 16% (*Ibid.*).

**INGENIEROS EMPLEADOS EN LA SUBRAMA DE
FABRICACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.**



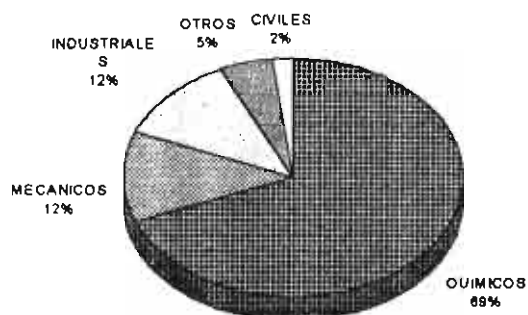
AMI, 1985
Gráfica 9a

**INGENIEROS LABORANDO EN INDUSTRIAS
MANUFACTURERAS.**



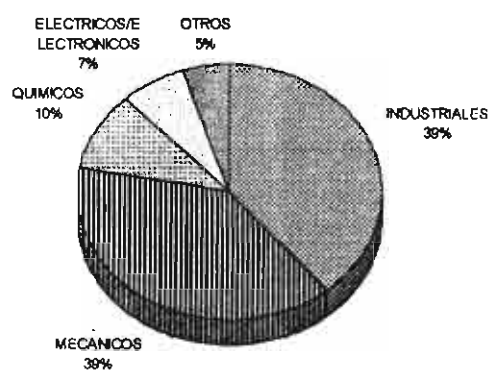
AMI, 1985
Gráfica 9a.

**INGENIEROS EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA
QUIMICA.**



AMI, 1985
Gráfica 9c.

INGENIEROS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ



AMI, 1985
Gráfica 9d.

Un último aspecto que es importante resaltar dentro de la situación actual del empleo de ingenieros, se refiere a los puestos de "funcionarios o directivos" que ocupan estos profesionistas en el mercado de trabajo. Aunque los datos que reportan los censos en este rubro, elaborados por el INEGI no distinguen los sectores económicos, (esto es, primario, secundario o terciario) e involucran por igual, tanto dependencias gubernamentales como organizaciones privadas, es interesante notar la presencia de ingenieros en el desempeño de puestos superiores solamente debajo de los administradores y los profesionistas dedicados a la mercadotecnia, que por la naturaleza de los conocimientos que dominan, los llevan a ocupar puestos de dirección.

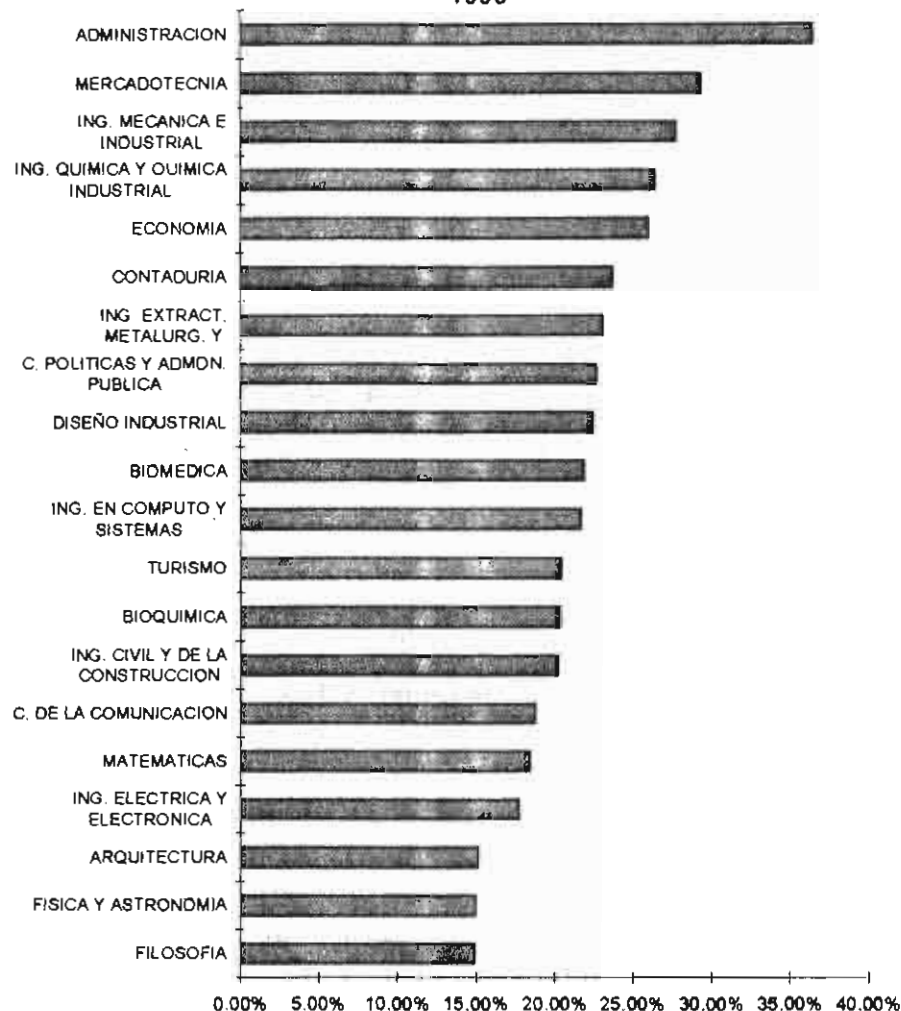
Entre las veinte disciplinas académicas que aportan el mayor número de profesionistas en el desempeño de puestos de funcionario o de dirección, sobresale la participación de ocho especialidades de la ingeniería,¹⁶ siendo los ingenieros mecánicos e industriales y los ingenieros químicos y/o químicos industriales, los que ocupan el tercero y cuarto lugar con una proporción importante de profesionistas que se desenvuelven en niveles superiores (INEGI, 1993; 1994b) (gráfica 11). En efecto, de un total de 92,731 ingenieros mecánicos e industriales ocupados y de 43,491 ingenieros químicos en ejercicio, aproximadamente el 28% y el 26% respectivamente, ejecutan funciones de dirección.¹⁷

La participación de una especialidad de la ingeniería en el desempeño de un puesto superior puede ser un indicador del grado de consolidación que tiene la profesión en el mercado de trabajo. Con base en este supuesto, al combinar los datos que presentan las gráficas 7 y 11, es posible plantear algunas conjeturas respecto a la importancia laboral que sostienen las especialidades de la ingeniería.

¹⁶De acuerdo a la cartera de carrera que se ofrecen en el país, los rubros de Biomédica y de Bioquímica se refieren a campos de la ingeniería, por lo que se incluyen dentro de las ocho ingenierías citadas.

¹⁷Es importante hacer la siguiente aclaración, las cifras de 92,731 ing. mecánicos e industriales y la de 43,491 de ing. químicos, se refieren al número de estos profesionistas ocupados en alguna actividad económica y por lo tanto difieren de las mencionadas en la sección referida al estado demográfico que

Gráfica 11.
PORCENTAJE DE PROFESIONISTAS CON
OCUPACIONES DE "FUNCIONARIOS O DIRECTIVOS"
POR DISCIPLINA ACADEMICA.
1990



Fuente: "Los Profesionistas en México". INEGI, 1993.

En principio se podría decir que al detectar que son los ingenieros en las especialidades consideradas como tradicionales, como la mecánica, industrial y la química, las que lógicamente mantienen una empleabilidad superior en el sector

guardan las ingenierías, las cuales se refieren al número de personas que poseen esa profesión, sin que esto signifique que puedan formar parte del PEA.

secundario, con el 54% y el 55% respectivamente del total de sus profesionistas ocupados, no es difícil imaginar que efectivamente, poco menos de la mitad de ellos pudieran estar desempeñándose en puestos superiores, sobre todo si se toma en cuenta que para el INEGI, el sector terciario comprende actividades como la docencia, el comercio y las que se realizan en el sector financiero, en donde los ingenieros no constituyen una profesión influyente.¹⁸

En contraste, sorprende observar una significativa presencia de las ingenierías emergentes como la bioquímica ocupando cargos de dirección, al grado de que superan a los ingenieros con especialidades más antiguas como los electricistas-electrónicos.

De acuerdo a los datos de la gráfica 10, de los 4,170 bioquímicos activos registrados por el XI Censo Poblacional de 1990, el 20% de estos profesionistas se ocupaban en cargos superiores. Sin embargo como se señaló anteriormente, al inicio de la década más de la mitad de los ing. bioquímicos en ejercicio, laboraban en el sector terciario y de ellos casi la mitad, se dedicaban a actividades educativas y tan sólo el 37% se ocupaba en el sector secundario. Con esta información y siguiendo con esta línea especulativa, el hecho de que en 1990, sólo el 37% de los 4,170 ingenieros bioquímicos activos se ocupaban en la esfera industrial, es de suponer que muy probablemente, una buena proporción de ellos se conducía en los niveles superiores de la jerarquía laboral.

Este balance sobre la empleabilidad de la ing. bioquímica, adquiere un significado interesante en tanto que deja entrever que en los inicios de los 90, esta profesión no alcanzaba todavía el pleno reconocimiento en los ámbitos de la producción industrial. Una situación que en cierta forma, es concomitante con la reducida oferta institucional que en la década anterior prevalecía en la enseñanza de esta licenciatura, pero que en la

¹⁸No se descarta sin embargo, la posibilidad de que los ingenieros principalmente industriales ocupen cargos de dirección en otros sectores no industriales, como el sector financiero o los servicios.

actualidad comienza a ser considerada como una profesión relevante en la industria manufacturera.¹⁹

Desde una perspectiva estadística, en este capítulo se pretendió caracterizar la relación que guarda la enseñanza de las ingenierías de la manufactura en el AMCM, con el grado de importancia social y económica que han adquirido, tanto en lo que a la demanda estudiantil se refiere, como en lo que toca a las características demográficas y oportunidades de empleo que se estructuran en el mercado profesional de la industria manufacturera.

A pesar de la carencia de estudios recientes sobre el empleo de ingenieros en el sector industrial y las limitaciones metodológicas del Censo Poblacional sobre los aspectos demográficos y económicos de los profesionistas en México, salta la vista que en datos de 1990, son cuatro las ingenierías que han alcanzado su consolidación en el aparato productivo: mecánica, electricidad-electrónica, industrial y química que junto con la civil, constituyen los campos disciplinarios fundamentales de donde se desprenden una variedad de orientaciones y especialidades.

Pero también es inferible que la conformación de procesos muy diferenciados en materia de formación de ingenieros es un efecto de la creciente complejidad que actualmente caracteriza a la producción industrial y una muestra clara de que las escuelas se mueven alrededor de las transformaciones industriales mediante sucesivos ajustes curriculares y educativos que les permitan acomodarse a las cambiantes demandas del mundo productivo.

5. Conclusiones

No obstante que este capítulo solo se limitó a describir el estado actual que guarda la enseñanza de la ingeniería así como el empleo de los ingenieros dentro del sector

manufacturero en AMCM, a partir de la información estadística disponible, se alcanza a percibir algunas líneas de correspondencia entre la heterogeneidad existente en la formación de ingenieros respecto del crecimiento que experimenta la estructura industrial en esa zona.

Sin duda, el punto más revelador dentro del panorama actual sobre la formación de ingenieros en las áreas de la manufactura, lo constituye la expansión escolar de la ingeniería, acompañada de la notable dispersión en que ha incurrido la enseñanza de la ingeniería, que si bien se verifica en el AMCM, el fenómeno sin ninguna dificultad puede ser aplicado en otros lugares del país con una alta concentración industrial, como son los casos de Monterrey y Guadalajara.

Como ya lo había detectado el estudio de la Fundación Barros Sierra (FBS, 1992), perturba la pluralidad diferenciada de carreras, especialidades, orientaciones y otras nomenclaturas de la ingeniería que actualmente imparten las escuelas de ingeniería, que todo parece indicar que se ha llegado al extremo de incidir en el desorden curricular y en una gradual indefinición de la función e identidad profesional del ingeniero.

Considerando el notable aumento de escuelas privadas interesadas en la educación de la ingeniería, en AMCM coexisten 12 instituciones que ofrecen por lo menos una de las carreras de ingeniería de la manufactura, con aproximadamente 67 planes de estudios distintos que van desde una formación fundamentalmente ingenieril con una base fuertemente científica y técnica dentro de la disciplina correspondiente, (IPN, UNAM, UAM, UIA, etc.) hasta aquellos que visualizan un ejercicio profesional de la ingeniería más enfocado a la gestión, organización y administración, (todas las variedades de la ingeniería industrial) o se remiten a los aspectos técnicos de ciertos ámbitos de la producción, no sin pasar por los programas de estudios que recuperan los avances tecnológicos recientes, vistos como nuevas alternativas para la producción industrial y la innovación y que con el paso del tiempo, son gradualmente consideradas

¹⁹En la década anterior, en el AMCM, sólo el IPN y la UAM Iztapalapa impartían la ing. bioquímica. En 1991, el TESE programó esta licenciatura y en 1996, la Universidad La Salle comenzó a enseñarla, siendo

por las empresas industriales, como es el caso de la ingeniería electrónica y bioquímica y como muy probablemente será en el futuro inmediato, las ingenierías relacionadas con la automatización y el empleo de sistemas electrónicos o el uso y transformación de nuevos materiales.

Como se observa en la tabla 2, el IPN se constituye como una institución superior dirigido a los grupos mayoritarios de la población y a la formación de técnicos e ingenieros en aquellas especialidades de mayor impacto tecnológico. Por la lista de carreras de ingeniería que ofrece el IPN, se percibe una preocupación institucional posiblemente visionaria, al programar carreras de ingeniería en campos tecnológicos considerados como de vanguardia que se anticipan en mucho, a las necesidades tecnológicas que en este momento presenta la estructura industrial nacional y consecuentemente, a las demandas futuras de ingenieros. De ahí que su propósito fundamental sea el de preparar ingenieros con una fuerte dosis técnica en el manejo de la disciplina de la ingeniería correspondiente, con la idea de conservar el desarrollo de una ingeniería fundamental.

En contraste, las escuelas privadas de ingeniería tienden a impartir carreras relacionadas con aspectos muy especializados de los procesos productivos. Su predisposición por ofrecer ingenierías con un fuerte énfasis en la ingeniería aplicada o en los métodos de administración y organización, ha ocasionado el despliegue de orientaciones que recientemente se le han venido asignando a una ingeniería un tanto amorfa como es la industrial, con todo y sus efectos en una gradual indefinición de la conformación profesional de esta ingeniería. Sin duda, este fenómeno instiga la reflexión en torno a las causas que están determinando que esta ingeniería no sólo sea altamente requerida por la industria nacional, sino que además está siendo crecientemente valorada por estudiantes pertenecientes a los grupos sociales más favorecidos, mismos que no se habían caracterizado por su preferencia a este tipo de profesiones.

hasta entonces, la única institución privada que la ofrece en la zona.

Por el lado del empleo de ingenieros, evidentemente los datos reportados por el INEGI y la AMI, no revelan las transformaciones tecnológicas y organizacionales que se han producido en el aparato productivo nacional, que pudieran dar cuenta de la demanda por determinadas especialidades de la ingeniería y la única conclusión que se pudiera desprender es una posible relación que existe entre el evidente crecimiento de la industria manufacturera, en cuanto a la variedad de productos que fabrica y su volumen de producción, respecto de la oferta institucional de carreras dirigidas al ámbito fabril. De este modo, se aprecia claramente que las ingenierías más antiguas como la mecánica, electricidad-electrónica, industrial y química son las que han alcanzado su consolidación profesional al convertirse en las profesiones que mayoritariamente ocupan puestos superiores y por lo tanto, en las áreas con mayor demanda estudiantil.

Sin embargo, falta todavía por desentrañar cuáles son los fundamentos socioeconómicos y profesionales que se estructuran en el mercado profesional de las ingenierías de la manufactura y que han conducido a la enorme pluralidad de carreras y orientaciones muy específicas de las ingenierías que sostienen algunas escuelas principalmente privadas. Dicho en otras palabras, se hace necesario conocer cómo las decisiones curriculares que realizan las escuelas, en materia de creación de carreras sobre determinados campos de la ingeniería, así como de sus respectivo énfasis u orientaciones, se vinculan con la dinámica productiva y organizacional de la industria manufacturera y sus implicaciones en la evolución de las funciones profesionales del ingeniero.

Detrás de la elevada heterogeneidad existente en los programas de ingeniería, es posible inferir que subyacen distintas posturas conceptuales y visiones que sobre la formación de ingenieros y las demandas de la industria, define subjetivamente cada escuela de ingeniería en particular. Sea que una escuela determine perfilar la preparación de ingenieros hacia los requerimientos de determinadas actividades ocupacionales o que se decida por una formación fundamental y más "pura", dirigida a la innovación y a la aplicación de la tecnología en la resolución de los problemas de la producción industrial, es un asunto pendiente de examinar.

Bajo esta apreciación, el examen de esta problemática, implica necesariamente un estudio de carácter histórico que permita conocer los modos de vinculación institucional entre las escuelas de ingeniería y la industria manufacturera y que si bien se tratan de dos esferas distintas, las transformaciones que cada una ha experimentado a lo largo de la historia, sin duda tienen una repercusión en ambas organizaciones.

CAPITULO 4.

INDUSTRIALIZACION Y SU RELACION CON LA EVOLUCION HISTORICA DE LA ENSEÑANZA DE LAS INGENIERIAS DE LA MANUFACTURA.

1. Introducción.

En una primera mirada, se observa que el panorama actual que guarda la enseñanza de las ingenierías de la manufactura en el AMCM expuesto en el capítulo anterior, sostiene una estrecha correspondencia con las necesidades de empleo profesional que guarda la industria manufacturera. Ante el estado de gran diversidad de ramas productivas en que se encuentra la industria, parece que la enseñanza de la ingeniería ha respondido con la oferta de una amplia variedad de carreras de ingeniería en distintos campos disciplinarios o con orientaciones muy especializadas, de tal forma que parecería que efectivamente la enseñanza de la ingeniería constituye un espejo del avance industrial con sus tendencias y limitaciones.

Bajo el supuesto inicial de que los cambios que históricamente ha experimentado la educación de la ingeniería, en parte han sido pautados por el desarrollo industrial, el punto que hay que analizar es lo referente a los modos cómo han interactuado la industria y las escuelas de ingeniería en sus distintas fases históricas y sus efectos en la construcción de sus proyectos educativos e inclusive, en el devenir social de la profesión de la ingeniería.

El objetivo es encontrar por un lado, posibles explicaciones que ayuden a entender la actual diversidad de carreras y modalidades curriculares en que ha incurrido la enseñanza de las ingenierías de la manufactura y sus implicaciones tanto en la demanda estudiantil como en empleo de los ingenieros. Y por el otro, conocer la dinámica institucional, es decir, el comportamiento que han sostenido las escuelas de ingeniería frente a las necesidades industriales y el desarrollo científico y tecnológico, y su expresión en la toma de decisiones educativas, que con el tiempo, se materializa en una trayectoria institucional y educativa propia, entendida como una sucesión de cambios en la visión de la profesión, modificaciones curriculares, actualización de contenidos y orientaciones en la formación de ingenieros.

El análisis de estas problemáticas precisa por lo tanto, de un estudio de carácter fundamentalmente histórico que dé cuenta de esas trayectorias institucionales que han sostenido las principales escuelas de ingeniería.

Sin embargo, de entrada conviene señalar que la realización de esta revisión encara algunas dificultades debido al escaso número de trabajos existentes sobre la historia de la enseñanza de la ingeniería en México. En contraste, la caracterización histórica de las etapas de la industrialización y su comportamiento tecnológico en México, ha sido en efecto, ampliamente trabajada por historiadores y economistas y para lo cual existe una amplia producción. Pero rara vez o de un modo marginal se aluden a los efectos en el empleo de técnicos y profesionistas, especialmente en lo que toca a los ingenieros y otras profesiones asociados con la producción.

No obstante, cabe reconocer que el propósito de este trabajo por circunscribir la enseñanza de la ingeniería y el desarrollo industrial solamente al campo de la producción manufacturera, atenúa las dificultades que entraña la articulación de dos procesos distintos como son la enseñanza de la ingeniería y el desarrollo de la industria manufacturera en sus dimensiones más amplias, pues bajo esta delimitación, sólo se considerarían aquellas especialidades ingenieriles que mantienen una relación mucho más estrecha con la fabricación de bienes y mercancías y sus repercusiones educativas, en ingenierías tales como la mecánica, química, industrial y electricidad-electrónica. De igual manera se establece a la Ciudad de México como el espacio geográfico en donde se ubica la investigación.

Con esta demarcación, un estudio más profundo del desarrollo económico e industrial que supuestamente es determinante en la propia transformación de la enseñanza de la ingeniería rebasaría los propósitos de esta sección. El objetivo es más modesto, pues sólo interesa delinear la historia de dos tipos de instituciones y sus modos de articulación, de tal forma que permita conocer cómo se ha transformado la enseñanza de la ingeniería a partir de sus puntos de intersección temporal con los procesos de industrialización manufacturera en México.

2. Antecedentes históricos de la evolución de la ingeniería en la Europa central y su articulación con la institucionalización de su enseñanza.

El reconocimiento de la ingeniería como disciplina y profesión se confirma con la fundación de las primeras escuelas politécnicas en la Europa del siglo XVIII. Una época en donde las explicaciones basadas en la razón, la observación y la experimentación desplazaban al conocimiento empírico y místico en la comprensión de la naturaleza y del comportamiento social con su entorno.

Bajo este nuevo pensamiento social y la popularidad de las corrientes progresistas inspiradas en las ideas liberales y emancipadoras, en los Estados de la Europa central, se fundaron las primeras escuelas especializadas en la formación de ingenieros, cuya misión era la de preparar individuos con el conocimiento científico y útil en la creación de la infraestructura básica tan necesaria para las comunicaciones y el mantenimiento de las relaciones comerciales y económicas entre los pueblos.

En la primera mitad del siglo XVIII y bajo el Capitalismo Mercantil, la construcción de caminos, puentes y puertos marítimos, junto con la explotación de la riqueza mineral, constituían las primeras prioridades hacia donde debiera orientarse la técnica y por supuesto, las innovaciones (Pacey, 1970). Este hecho determinó que desde el principio, se asociara a la ingeniería con la construcción de obras públicas relacionadas con la vialidad y los servicios públicos, destacándose en los campos de la construcción de estructuras, la hidráulica y la técnica sanitaria. En Francia en 1747 se creó la Escuela de Puentes y Caminos orientada a la preparación de ingenieros dotados con los conocimientos teóricos y prácticos necesarios en el manejo de los distintos materiales: metales, madera y piedra y su calidad de resistencia para la construcción de diversas estructuras pesadas.

Conforme avanzó el siglo y el comercio internacional se desarrollaba bajo el liderazgo de las potencias del norte europeo como Inglaterra, Holanda y Francia, se iniciaba la mecanización de la producción de bienes mediante el uso de herramientas mecánicas de mayor precisión y otras fuentes energéticas que suplieron la fuerza

humana y animal, que posteriormente contribuiría a la gradual sustitución de la producción manual o artesanal.

El cambio tecnológico que se impone en el largo periodo que va desde el siglo XVIII y todo el siglo XIX, comprendería entonces dos grandes etapas. La primera marcada por la sustitución de la herramienta el instrumento básico de la manufactura manual por la máquina impulsada por vapor y su ampliación a todas las ramas industriales y otras economías. La segunda, por el empleo de la máquina motorizada en la producción de bienes de consumo y posteriormente por la producción de máquinas por medio de máquinas, dando lugar a la intensificación del trabajo, la actividad fabril y la aparición de la gran industria. En esta fase de desarrollo tecnológico, iniciado principalmente en Inglaterra y su expansión a casi todas las ramas de la producción manufacturera, arranca la Revolución Industrial.

Vale la pena agregar que el proceso industrializador se efectúa en tres grandes vertientes complementarios: la primera relacionada con la explotación de los recursos naturales -agropecuarias y minerales-, la segunda referida a la construcción de la infraestructura económica y la urbanización, y la tercera dedicada a la producción de bienes de variada naturaleza. Sin que esto implique etapas secuenciadas, resulta interesante notar que cada uno de estos tipos de industria ejerció un papel preponderante en determinadas épocas dentro del recorrido histórico de las economías occidentales. Entre los siglos XV y XVIII, la importancia otorgada a los metales preciosos y su función económica en las relaciones de intercambio comercial con el Medio y Lejano Oriente, impulsó el desarrollo de la actividad minera mediante el fomento de las innovaciones tecnológicas en la explotación y producción de minerales. Esta circunstancia derivó en el hecho de que la ingeniería minera fuera reconocida como una fuerza técnica prioritaria en las economías europeas y de ultramar. Considerada como una industria del nivel básico, a fines del siglo XIX, la explotación minera continuaba siendo una actividad estratégica, aún cuando ésta ya no privilegiara la obtención de metales preciosos, sino de otros minerales claves en la producción industrial de manufacturas.

Casi simultáneamente al auge de la industria extractiva, las naciones europeas intensificaron la edificación de obras públicas con el fin de favorecer el desarrollo urbano y las relaciones mercantiles. Ello dio lugar al surgimiento de la segunda clase de industria que debido a su carácter esencialmente público, ha sido en la mayoría de los casos, responsabilidad del Estado. El significado económico que esta industria representó a fines del Siglo XVI, se materializó en el valor social que adquiriría la ingeniería civil e hidráulica que junto con la minera, constituirían en esas épocas una profesión crucial en las economías europeas, además de servir como la base fundamental donde se asentaría poco después, la tercera vertiente industrial conocida también como la industria de la transformación asociada con la producción intensiva de bienes manufacturados y servicios.

Con el advenimiento de las sociedades industriales, en el contexto de la Revolución Industrial, surgieron nuevas demandas de recursos humanos con un alto dominio de la técnica y la ciencia que debieron ser utilizados en las diferentes situaciones industriales. La evolución de la ingeniería derivó entonces, en nuevas prácticas y funciones dirigidas a la producción de bienes con los conocimientos específicos que requería la transformación del producto. Frente al significado social y económico que pronto alcanzó la ingeniería en las actividades industriales y tecnológicas, fue determinante para que las primeras comunidades científico-tecnológicas impulsaran la formación de ingenieros en otras especialidades como la mecánica, eléctrica y química, habiendo alcanzado su institucionalización con la creación de las escuelas politécnicas en Francia y Alemania y posteriormente en Gran Bretaña (Day, 1987).

A lo largo del siglo XIX se cimentó el estado de simbiosis entre la ciencia y la tecnología y su empleo en la gran industria crecientemente más dependiente de las aportaciones científicas. Ello derivó no solo en una profesionalización de las actividades técnicas de alto nivel cognoscitivo que podría desempeñar el ingeniero sino también en la academización del saber tecnológico, a ser difundido por la vía de la enseñanza escolar y otros procesos de educación formal involucrados en la formación intelectual de los individuos. La creación de las escuelas politécnicas se produjo en momentos en

que las sociedades más avanzadas del siglo XIX alcanzaban una nueva fisonomía en su organización social y del trabajo y en donde las instituciones formadores de ingenieros y técnicos, en palabras de Freeman (1974:24), constituían una de las "industrias del conocimiento" encargadas de la producción, difusión y distribución del conocimiento tecnológico y su extensión a los escenarios industriales. De este modo, la institucionalización de la enseñanza técnica representó un signo de la producción capitalista del siglo XIX mediada por el avance y transferencia de tecnologías, que se hizo extensiva casi a nivel mundial entre las naciones periféricas y del centro. Ciertamente, la instauración de colegios de ingenieros significó para muchas sociedades, un instrumento de acceso y difusión del conocimiento tecnológico exógeno.

Estos centros educativos desde sus inicios, se plantearon el propósito de formar ingenieros a partir de las contribuciones científicas recientes, de tal modo que la relación enseñanza – investigación, constituyó el eje articulador de las actividades y programas académicos de esas escuelas. El objetivo de preparar ingenieros con una base científica y racional, en buena medida contribuyó a que estas instituciones enseguida se convirtieran en los escenarios primordiales donde se consolidaría el avance de la investigación científica y tecnológica, así como en los centros encargados de la difusión y transferencia de tecnologías a las industrias, sea por la vía de la colocación de sus ingenieros egresados en las fábricas, o a través de sus científicos y tecnólogos que mediante las publicaciones o contactos personales con los agentes productivos, transmitirían sus experiencias y habilidades en la solución de los problemas industriales.

En el nuevo mundo, (incluyendo los Estados Unidos) la formación de profesionistas ingenieros alcanzó su verdadera institucionalización hasta las últimas décadas del siglo XIX. Para la segunda mitad de este siglo, Francia, Inglaterra y Alemania ya contaban con instituciones dedicadas a la formación de ingenieros en las distintas ocupaciones y especialidades que demandaba la producción fabril de esos países, después de haber consolidado la enseñanza en campos de la ingeniería más "antiguos" como la

construcción de obras públicas viales y sanitarias, (incluyendo las vías ferroviarias) la arquitectura y la minera (Inkster, op. cit.; Day, op. cit).

A través de las etapas históricas de la industrialización marcadas por las grandes transformaciones tecnológicas (máquinas de vapor, máquinas de combustión interna y microelectrónica), aparecieron otros campos de la ingeniería que vendrían a ser cruciales en la creciente diversidad de manufacturas que la base fabril comenzaba a producir. Con el desarrollo expansivo del sector manufacturero cuyo inicio se sitúa a fines del siglo pasado, las ingenierías como la mecánica, eléctrica, química, industrial y recientemente la electrónica, compartirían su importancia social con aquellas consideradas como clásicas en el sostenimiento de la base económica y productiva: la civil, la minera y la metalúrgica,

Desde entonces y ante el fenómeno expansionista que ha experimentado el sector manufacturero en las naciones más industrializadas, la evolución de la ingeniería –y también su enseñanza–, ha estado supeditada a las condiciones de política social, económica e industrial de cada país. En efecto, en la segunda mitad del presente siglo, los países han comprendido que la producción de manufacturas apoyada en los progresos tecnológicos y su exportación extensiva representa el motor del desarrollo social y el crecimiento económico. La formulación de políticas industriales y modelos económicos orientados a la promoción de este sector, se ha traducido no sólo en el rápido crecimiento y diversificación de la industria manufacturera, sino en el gradual escalamiento social y político de los ingenieros.

En síntesis, la ingeniería se ha visto envuelta dentro de este balance que han sostenido los procesos de industrialización en la mayoría de los países. Con el propósito de responder a la demanda económica de profesionales que se plantean en los escenarios industriales, la educación de la ingeniería ha promovido las nuevas especialidades y ha consolidado aquellas consideradas como tradicionales. Sin embargo, en las últimas décadas, la tendencia actual va hacia la formación de ingenieros en aquellos campos con una marcada orientación hacia la fabricación de bienes. De ahí

que sean las ingenierías mecánica, eléctrica, química, industrial y la electrónica, las que han desarrollado mayores variaciones en su conformación profesional.

Estas áreas técnicas que por su asociación tradicional con la producción de bienes, conforman lo que en síntesis se denominarían *ingenierías de la manufactura*, han sostenido una evolución vertiginosa y diversificada. La creciente sectorización de la industria manufacturera en diversos niveles y ramas junto con los progresos científicos y tecnológicos, han impactado la conformación disciplinaria, práctica y enseñanza de esos campos de la ingeniería, a la vez, que han promovido el despliegue de diversas orientaciones acordes con la estructura técnico organizacional que guarda el aparato industrial y las condiciones materiales y políticas que modelan el desarrollo económico de cada país.

Empero, en el caso de las naciones latinoamericanas del siglo XIX como México, con una tardía industrialización, obliga a sospechar que la institucionalización de la educación de la ingeniería tuvo que asumir particularidades propias, influidas por las condiciones estructurales prevalecientes, no compartidas con las que históricamente han presentado las sociedades más industrializadas.

Con base en el panorama expuesto en el capítulo anterior, se desprende que la configuración que actualmente guarda tanto la profesión de la ingeniería como su enseñanza, ha estado mediada por las características histórico-económicas y sociales que han sostenido el avance industrial en México. Sin embargo, surgen interrogantes acerca de los modos cómo la enseñanza de la ingeniería y su conformación profesional han interactuado con el desarrollo industrial, el cual desde sus inicios, se ha hecho bajo el esquema del Capitalismo dependiente y anclado a las prioridades económicas de los países más poderosos.

En consecuencia, el análisis sobre la función social que jugaron las escuelas técnicas y de ingeniería en la evolución de la industria manufacturera nacional, demanda un estudio de carácter histórico y en cierta forma, comparativo respecto de otros países que sirvieron de inspiración en la construcción del modelo de desarrollo social, económico e industrial en México.

3. En las postrimerías del periodo colonial. Los primeros intentos del proceso industrializador.

A lo largo del periodo colonial (s. XVII), la producción y exportación de la plata mantuvo siempre un significado estratégico para las economías de la colonia y del Reino español. En los primeros siglos de dominación, la explotación de la plata y otros metales nobles era una condición indispensable en las relaciones comerciales de los estados europeos con Asia. Con el descubrimiento de los yacimientos minerales en las colonias americanas, España pudo abastecerse de metales preciosos y fortalecer su intercambio comercial con el Medio y Lejano Oriente.

En el caso de la Nueva España, la abundancia de la plata y la importancia económica que representaba para el Reino, hizo que esta actividad estuviera en constante desarrollo. Las técnicas empleadas para su explotación y beneficio,¹ fueron una combinación de las habilidades y conocimientos que los pueblos indígenas usaban antes de la conquista, con las experiencias técnicas que sobre la explotación mineral traían consigo los españoles.

Sin embargo, en los talleres artesanales esparcidos por todo el territorio novohispano, se elaboraban otros artículos que también llegaron a ser altamente valoradas en las sociedades europeas. La producción de textiles, cacao, tabaco y otros productos no menos importantes, crearon una alta demanda en el continente que redundó en el reforzamiento del esquema artesanal en la producción de manufacturas no mineras.

En el periodo colonial, la organización industrial giraba alrededor de las corporaciones gremiales, los cuales eran agrupaciones que reunían a artesanos y técnicos dedicados a un mismo oficio (carpinteros, curtidores, albañiles, entalladores, pintores, doradores, herreros, ensambladores, alfareros, etc.) y se regían por una serie de ordenamientos (ordenanzas) encaminados a proteger sus intereses. Dichas

¹Es decir separar la plata de sus impurezas

ordenanzas implicaban desde el otorgamiento de la licencia para ejercer el oficio, la conservación de los métodos de trabajo, la transferencia de tecnología, hasta la enseñanza del oficio (Alba, 1988; Moles, et. al., 1991). Los gremios gozaban de privilegios otorgados por el cabildo y con el tiempo adquirieron prestigio y fuerza social. Entre los siglos XVII y XVIII se registraron en el país más de doscientos asociaciones gremiales (*Ibid.*).

Los talleres artesanales presentaban una estructura laboral jerarquizada, en donde el patrón (maestro), asumía las funciones de dirección del trabajo de los oficiales y enseñanza y examinación de los aprendices². Los maestros eran los propietarios de la herramienta y materiales, además de que su estatus les posibilitaba participar en la formulación de las ordenanzas y poder así preservar sus intereses particulares.

Sin embargo, el burocratismo que pronto caracterizó a su organización gremial, la obsolescencia y severidad de sus ordenanzas y las trabas puestas al progreso técnico y a la libre competencia como resultado del conservadurismo imperante en los gremios, fueron determinantes en sus dificultades para contender con la fuerte competencia de las manufacturas extranjeras que a fines del siglo XVIII, comenzaron a penetrar en territorio novohispano. La estructura rígidamente jerárquica como se organizaban los gremios: maestros, oficiales, veedores y aprendices, complicaron las manifestaciones creativas y técnicas que pudieron redundar en innovaciones útiles a la producción y a su vez impidió el desarrollo endógeno de tecnología, como ya acontecía en las potencias europeas de la época.

Después de la minería, la industria manufacturera ocupaba un lugar importante en las exportaciones: la producción de textiles de lana y luego de algodón y alimentos como el azúcar y el cacao, fueron industrias prósperas en los primeros siglos de la colonia. No obstante la importancia de esta producción, la enseñanza sobre estos oficios, aún no se institucionalizaba y la formación de los futuros artesanos recaía en el maestro.

²Los oficiales eran los artesanos que después haber pasado por un período de aprendizaje en el taller y después de someterse a las rígidas exámenes establecidas por el gremio, habían adquirido el permiso

De esta manera, los talleres se constituían como las únicas "escuelas" de capacitación técnica en esos años (Mejía, 1982).

En la época colonial, la fabricación de manufacturas no sólo recaía en el sistema gremial, sino también en la actividad del obraje. Una estructura productiva que si bien al principio no compartía los privilegios que gozaban los gremios, al final, emergería como el antecedente directo de la producción industrial capitalista. El obraje coexistió con el taller artesanal en condiciones muy limitadas, principalmente en aquellos ámbitos que eran intensivos en mano de obra como la agricultura, la minería y la construcción, dejando al tiempo, el fortalecimiento del obraje en la producción de manufacturas (Flores y Montiel, 1993). Por ejemplo, la producción de telas —la segunda actividad económica en importancia— era un proceso que por sus propias características requería de la integración de varias etapas y por lo tanto, de una organización del trabajo más versátil y articulada, distinta a la que se estructuraba en el taller artesanal y era bajo el obraje donde era posible integrar todas las etapas del proceso de producción de paño, jerguetillas y frazadas abarcando inclusive, el lavado de lana, el batanado, el cardado, el hilado, el acabado, el tinte, la prensa y la perchada.

"... se distinguían de los talleres artesanales, por sus dimensiones, por la mayor complejidad y división técnica del trabajo y por la regulación laboral. Bajo el mismo techo operaban docenas de trabajadores. Por ejemplo, entre 1583 y 1610, el promedio de ocho obrajes poblanos es de 103 trabajadores" (Alva, 1988:6).

Bajo esta estructura industrial dual de la colonia y las relaciones sociales de producción imperantes, el siglo XVIII trajo consigo cambios importantes en las estructuras socioeconómicas y sobre todo en el pensamiento social de la colonia. El mercantilismo se había consolidado en las economías europeas del norte. El control que estas sociedades ejercían en la transportación marítima y terrestre les facilitaba la exportación de grandes volúmenes de mercancías de calidad y a menor precio a lo largo

para ejercer el oficio. Los maestros eran responsables de la formación técnica y personal del joven aprendiz.

y ancho del continente americano. Asimismo, los progresos tecnológicos y el empleo de nuevas fuentes de energía motriz en la fabricación de diversos artículos de consumo constituían el basamento del potencial exportador de esas naciones.

En contraste, a mediados del siglo XVIII, la España Borbónica se encontraba en una situación de descenso en la escala del poder económico y político. A diferencia de sus vecinos del norte, España continuaba basando su economía en la exportación de materias primas —alimentos y minerales— a cambio de bienes manufacturados de buena calidad y bajo precio. Su incapacidad tecnológica y las insuficientes condiciones estructurales en que se edificaba su industria, llevaron al país a sostener un alto déficit en su balanza comercial, la cual cubría mediante la plata comercial proveniente de sus colonias americanas.

Las presiones de los Estados europeos del norte por la liberalización comercial y el rápido avance del naciente Capitalismo Industrial, obligaron al reino de los Borbones a abrir su comercio con las principales potencias (Francia, Inglaterra, Holanda), favoreciendo la entrada de manufacturas extranjeras a las colonias y al mismo tiempo, emprender iniciativas de política y acciones tendientes a la apertura comercial. Estos esfuerzos tuvieron su mejor expresión en el Edicto de Comercio Libre establecido en 1778 por Carlos III, rey de España y la gradual abolición del monopolio que ejercía el puerto de Cádiz en el control del comercio con el continente americano (Branding, op. cit.).

Asimismo, se formuló un nuevo programa económico que incluía el fomento industrial y el fortalecimiento de las actividades productivas tradicionalmente consideradas como las más lucrativas —producción de la plata y acuñamiento de monedas, textiles y alimentos—, mediante la eliminación de impuestos, la incorporación de nuevas maquinarias y fuentes de energía y sobre todo, con la formulación de nuevas leyes tendientes a la modernización de los sistemas de trabajo y el comportamiento gremial.

La Corona modificó su intervención en materia del desarrollo industrial. Como parte de la nueva política borbónica de someter a la administración colonial a una rígida

vigilancia, el Estado español ordenó la realización de inspecciones acuciosas en las distintas actividades productivas y para lo cual nombró intendentes encargados de dictaminar sobre los modos de producción que se efectuaban en la agricultura y la minería. El propósito primordial de estas inspecciones era el de modernizar la industria de tipo artesanal, fomentar el obraje y en síntesis, promover el tránsito hacia la producción fabril.

Uno de los mecanismos de fomento industrial que se cumplieron en las colonias, fue el abaratamiento de los precios de aquellos bienes básicos e intermedios que solían ser claves en la producción de artículos con un elevado potencial comercial y económico. La actividad minera de la colonia se vio entonces favorecida con estas acciones. La reducción del precio de la pólvora y el mercurio, elementos importantes en la extracción y beneficio de la plata respectivamente, posibilitó el repunte de la producción de metales y monedas, deprimida en las décadas anteriores. Habiendo reducido los costos de producción en la actividad minera y facilitando la incorporación de nuevos materiales y técnicas minerales, se plantearon nuevas ordenanzas en materia de producción de la plata, destacando la creación del Tribunal de Minería que contribuyó a organizar al gremio y posibilitar su ascenso social en la escala socioeconómica de la colonia.

4. Hacia la institucionalización de la enseñanza de la ingeniería.

En México, la institucionalización de la enseñanza de la ingeniería se remonta a fines del último siglo de dominación española, cuando se fundó el Real Seminario de Minería en 1792, como un componente de las disposiciones de fomento industrial y económico establecidas por la Corona española. Su principal propósito fue el de formar profesionales con los conocimientos científicos necesarios para la solución de problemas relacionados con la explotación de los abundantes yacimientos minerales y la producción de metales preciosos (Moles, op. cit).

Al menos la combinación de dos factores antecieron y justificaron la creación de una institución superior formadora de ingenieros mineros:

La desorganización administrativa, el uso de métodos de trabajo defectuosos y la obsolescencia de las técnicas empleadas en la extracción y producción de metales, como principales problemas detectados en las inspecciones efectuadas en años anteriores, exigía la inminente preparación de especialistas mineros que dominaran las nuevas tecnologías de la industria extractiva. Un segundo factor tenía que ver con la influencia que las doctrinas de la Ilustración ejercían en la mentalidad social del Reino y la colonia.

La preeminencia del pensamiento científico basado en la razón, la observación y la experimentación, en todas las actividades humanas y colectivas, así como la difusión ampliada de las ideas progresistas fundadas en la libertad, democracia y los derechos humanos, emanadas de la Revolución Francesa, constituyeron la base filosófica en donde se asentaría el bienestar social y en la que la educación era asumida como un componente indispensable en el progreso individual y colectivo.

Bajo esta racionalidad, los dirigentes de la política de los Borbones, se dieron a la tarea de incrementar el número de escuelas a fin de extender las bondades de la enseñanza de la ciencia y de los valores necesarios para el trabajo productivo a todos los grupos sociales, particularmente a los indígenas y mestizos, aislados durante mucho tiempo de este beneficio (Safford, 1990).

El intenso dinamismo con que las colonias se habían insertado en las economías europeas y ante la internacionalización de la economía inglesa hacia América, fue determinante en la necesidad de contar con individuos preparados en el manejo de las técnicas productiva y la ciencia. Ello se tradujo en la creación no sólo de escuelas públicas a nivel primario a las que tuvieran acceso el conjunto de la sociedad, sino que también favoreció la difusión de nuevas actitudes relativas al trabajo, la producción y el progreso económico.

Bajo los principios liberales que servían de soportes ideológicos para desarrollar la aculturización de los sectores marginados, se fundaron escuelas técnicas dirigidas a los grupos mayoritarios, hijos de trabajadores y artesanos. La idea de limitar la

intervención eclesiástica para dar cabida a la enseñanza de las disciplinas científicas básicas como la matemática y la física, vistas como campos de conocimiento independientes de la filosofía, estuvieron plasmadas en el proyecto educativo de la Nueva España.

En este contexto se ubica la fundación del Colegio de Minería en donde se institucionaliza la enseñanza de la ingeniería minera e hidráulica, así como de otros colegios preuniversitarios dedicados a la enseñanza de diversos oficios con las nuevas técnicas y métodos de trabajo y cuyos egresados desempeñarían décadas más tarde, un papel importante en la construcción de la base industrial del país.

Sin embargo, habría que tomar en cuenta que al no existir en esos años, una capacidad tecnológica basada en la producción y difusión de conocimientos técnicos sistematizados y racionalizados, como así prevalecía en los países de la Europa central, es de suponer que la modernización tecnológica del sector minero, implicó la importación y transferencia de tecnologías foráneas a la colonia. Bajo esta realidad, lógicamente, la formación de ingenieros y técnicos debiera orientarse al aprendizaje de los conocimientos científicos y técnicos desarrollados en otros países, a fin de asegurar la difusión ampliada de tecnologías y su adaptación a las condiciones de producción en el territorio novohispano. En este sentido, cabría preguntarse, ¿cómo se diseñarían los programas educativos? y ¿bajo qué propósitos y contenidos?

Trabulse, (1994) y Moles, (op.cit.) ilustran la llegada en esos años, de una decena de técnicos alemanes expertos en la minería enviados por la Corona, con la encomienda de transferir las innovaciones tecnológicas sobre la explotación y beneficio de metales. Algunos de ellos, colaborarían en el diseño del plan de estudios de Real Seminario de Minería, (que después se convertiría en el Colegio de Minería), incorporando las materias científicas que eran fundamentales en la racionalización del trabajo del ingeniero minero, tales como las matemáticas, la geometría y posteriormente los temas de la química de metales y ciencias de los materiales. Durante la corta vida que tuvo el Colegio de Minería en la etapa colonial, hasta antes de la independencia en 1927 (poco más de 35 años), la formación de ingenieros mineros que ahí se ofrecía, experimentó

frecuentes modificaciones en los contenidos y asignaturas, llegando inclusive a incorporar los avances más recientes de la época en los campos de la física, electricidad, metalurgia y química, de tal modo que la calidad de su enseñanza era comparable con las escuelas europeas más reconocidas (Moles, op. cit.).

Posteriormente, con la incorporación de profesores europeos, traídos ex-profeso para asistir en la enseñanza de cátedras especiales, alguno de ellos de origen alemán y la mayoría españoles pero con una experiencia académica y dominio del trabajo minero adquiridos a su vez, en escuelas alemanas y francesas, se propició la difusión ampliada de la ciencia moderna e innovaciones técnicas. Sus estancias redundaron en contribuciones significativas al desarrollo de una base tecnológica en el campo de la minería, pues entre sus responsabilidades estuvieron las de compilar y traducir obras bibliográficas e investigaciones científicas que después publicaron y en general el de desarrollar una serie de actividades científicas que se tradujeron en fuentes importantes para el desarrollo de la ciencia y la tecnología de la economía colonial (Moles, op. cit.; Trabulse, op. cit.; Saldaña, 1996).

Este hecho supone en sí, una forma de inmigración calificada, pero más bien se trató de una llegada “inducida” por las autoridades españolas que no se puede explicar en los mismos términos de la afluencia de extranjeros que en las décadas posteriores, experimentaron otros países de la región americana. Inclusive dentro de esta vertiente se ubican también, los científicos que se trasladaron al territorio novohispano con fines de estudio y exploración de la vida colonial pero que sus estadías siempre fueron temporales.³

Desde luego, los textos especializados muchos de ellos adquiridos en Europa y la compra en Inglaterra, de equipos para los talleres y laboratorios de enseñanza (Moles, op.cit.), contribuyeron a la difusión de los saberes científicos y técnicos sobre las actividades extractivas y beneficio de metales. Vale la pena añadir que si bien en la

³Siendo el más conocido Alexander von Humboldt, quien además de ofrecer algunas enseñanzas en 1803, difundió entre las sociedades europeas las técnicas e innovaciones realizadas principalmente en las obras públicas en la Nueva España.

Universidad Pontificia se contaba con un acervo bibliográfico sobre distintos temas científicos y técnicos, además de la existencia de voluminosas bibliotecas privadas pertenecientes a un reducido grupo de hombres cultos y con una gran erudición, aún así, los propios intereses de la reducida comunidad científica de esa época al no cultivar temas prácticos o técnicos, la literatura sobre técnicas y aplicaciones de la ciencia era en realidad, escasa.

Desde sus inicios, el proyecto académico y educativo del Colegio de Minería, se impregnó de la ideología de la Ilustración y sus fines fue el de dirigirse a los jóvenes "descendientes de mineros españoles pobres y a los hijos de caciques indígenas que se esperaba, vinieran de toda la Nueva España" (Moles, op. cit.;111), aunque la realidad fue otra, ya que un grupo perteneciente a la élite minera de la época se adueñó de los aportes científicos para después aprovecharlo en sus funciones como burócratas de alta jerarquía o como docentes e investigadores. Además, es de llamar la atención que los primeros egresados aparte de ser cuantitativamente insuficientes, su formación demasiado teórica y colmado de conocimientos abstractos poco aplicables a la práctica minera, devino en una falta de interés por parte de los dueños de minas y haciendas de beneficio por emplear a estos nuevos técnicos y para lo que aducían un "bajo nivel de preparación aplicable a la producción" (Moles, op. cit. ; 112). Sin duda, esta referencia parece ser una primera muestra de posibles desfases entre las necesidades productivas y la formación profesional.

El Colegio de Minería, simbolizó una legitimación social y económica del conocimiento científico y tecnológico útil en su aplicación a la producción minera. Hay que reconocer que su creación se inserta en momentos en que ya existía una comunidad científica novohispana importante, con algunos instrumentos de institucionalización científica: bibliotecas, publicaciones (textos escritos por autores locales, traducciones de obras foráneas, publicaciones periódicas) sobre diversas áreas de la ciencia. Solo hacía falta cristalizar la importancia de las funciones prácticas de las ciencias en este caso, al ámbito de la minería, reconocidas como el sustento consubstancial de los proyectos modernizadores de la producción material.

En efecto, el Colegio de Minería representó el espacio encargado de la difusión de conocimientos y tecnologías mineras, principalmente foráneas, pero esta acción no implicó una simple penetración lineal de las aportaciones científicas y tecnológicas aplicadas al ámbito minero, (es decir, la ingeniería minera) provenientes del exterior. Su actuación fue mucho más problemática en tanto que hubo necesidad de "domesticar" estas contribuciones al contexto sociocultural, económico y geográfico del territorio que con el tiempo, daría lugar al desarrollo de una auténtica tecnología minera nacional con reconocimiento internacional. Uno de estos esfuerzos fue la traducción y elaboración de textos especializados acordes con los requerimientos de la enseñanza que impartía el Colegio (Saldaña, op. cit.; Trabulsi, op. cit).⁴

Sin duda, el Colegio de Minería, fue la primera institución de corte moderno que introdujo la nueva fisonomía racional de la ingeniería, además de que sentaría las bases de lo que sería el arranque de la ingeniería mexicana en los años posteriores. Sobre todo porque la valoración social que pronto alcanzaron las aplicaciones técnicas a través del diseño y operación de máquinas y máquinas-herramienta, así como las nuevas fuentes de energía en la producción minera y de manufacturas, no fue por mucho tiempo, reconocida por la educación universitaria como un componente indispensable en su misión por el desarrollo de las ciencias puras y fundamentales en el conocimiento de la naturaleza.

5. Los años de la Reforma. Los inicios de la industrialización.

La guerra por la independencia trastornó considerablemente las actividades minera, agrícola e industrial ya de por sí bastante decaídas por la entrada masiva de manufacturas europeas, principalmente inglesas. En las últimas décadas de la dominación española y como resultado de los esfuerzos del Reino borbónico por

⁴Saldaña relata el caso de la primera traducción al castellano en la Nueva España, del texto de Lavoisier: "Traité Élémentaire de Chimie" y la elaboración del primer texto: "Principios de Física y Matemática

acelerar el ritmo del crecimiento económico a través de la liberalización comercial y los programas de fomento industrial, se experimentó un repunte de las exportaciones mexicanas y de nueva cuenta la minería entró en auge. Sin embargo, en los inicios del siglo XIX la penetración de mercancías extranjeras baratas y de calidad se había intensificado y la competencia desleal que esto representaba para las manufacturas locales lesionó la producción industrial y ocasionó el cierre de numerosos talleres artesanales y obrajes.

En la primera década posterior a la revolución independentista y pese a la inestabilidad política prevaleciente, era imperativo rehabilitar a la industrial local, la agricultura y sobre todo la minería. La guerra había obligado a muchos españoles a abandonar el país, desembocando en una fuga de capitales y sus consecuencias en el deterioro de las principales actividades económicas y la ruptura de las cadenas de aprendizaje, en momentos en que los británicos acentuaban sus prácticas comerciales aprovechando la confusión política y social en que se encontraban los nuevos estados americanos (Halperin, 1990).

En un principio, la política industrial del México independiente se orientó a la protección de la industria, particularmente la textil (Garza, 1985). Entre las iniciativas que se tomaron fue la de aplicar aranceles a las manufacturas extranjeras, especialmente las telas de lana y algodón como parte de algunos de los tratados comerciales que México —y otros países americanos— se vio forzado a formular con los comerciantes ingleses (1827) (Alba, op. cit.). Una estrategia que no duró mucho tiempo debido a la creciente demanda de los artículos de primera necesidad, causada por la drástica disminución de la producción local, además de que favoreció el contrabando ante la mala calidad de los productos nacionales (Flores y Montiel, op. cit.).

Hasta la década de los treinta, las medidas legislativas encaminadas a la reconstrucción de la industria nacional y el comercio exterior fueron en cierto grado erráticas y titubeantes. Las contradicciones que implicaban por un lado, responder a las

Experimental” escrito con el propósito de aplicar la física newtoniana a los problemas de la minería

presiones de los artesanos y otros productores por elevar significativamente los impuestos a las importaciones o en su defecto, prohibir el ingreso a aquellas manufacturas que por su bajo costo representaban una desventaja a la economía nacional y por el otro, el hecho de que el gobierno no podía prescindir de los ingresos que generaba el cobro fiscal de dichas importaciones, engendraba acalorados debates entre los grupos proteccionistas y los que defendían la apertura comercial.

Empero, a partir de la década de los treinta del siglo XIX, se buscó impulsar el desarrollo tecnológico e industrial y para la cual, el gobierno formuló políticas y disposiciones legislativas más adecuadas y con mayor definición. Con el propósito de favorecer la transformación productiva hacia la gran industria, se aseguraba la intervención directa del Estado a través del financiamiento y el fomento industrial, incluyendo la promoción de la enseñanza técnica. El desequilibrio comercial era altamente favorable a los ingleses, mientras que la producción de plata, el principal elemento para el intercambio comercial ya no se realizaba en la cantidad y velocidad requeridas para cubrir los pagos.

Con el sustento de las doctrinas liberales, la modernización industrial requería de la aplicación de tecnología avanzada y cuantiosas inversiones. En 1842, Lucas Alamán formuló un programa de desarrollo industrial dirigido a la capitalización y modernización de la minería, la agricultura y la industria de transformación y para lograr este propósito, creó el Banco de Avío para el Fomento de la Industrial Nacional y reimplantó la aplicación de impuestos aduanales a las importaciones de artículos de algodón, cuyos ingresos ayudarían a financiar al proceso de industrialización (Alba, op. cit.; Moles, op. cit.). El Banco de Avío se encargó de la importación de maquinaria moderna y de la gradual incorporación de las nuevas fuentes de energía motriz en diferentes ramas productivas (Garza, 1988).

"...el Banco de Avío importó maquinaria para la industria textil (hilados y tejidos de lana y algodón), hiladoras, despepitadoras, arados, máquinas para desaguar minas; contrató técnicos franceses y norteamericanos". (Alva, op. cit.:10).

Por otra parte, en los siguientes cuarenta años, el sistema comercial con Europa se delineó bajo nuevas reglas. Inglaterra comenzaba a perder su primacía en la tasa de mercancías exportadas al continente americano por múltiples factores entre los que habría que destacar, las medidas proteccionistas impuestas por los Estados americanos y la presencia en el mercado de esta región de un mayor número de países extranjeros que competían con los ingleses en la introducción de sus productos, entre los que resaltan las mercancías norteamericanas.

La necesidad de capitalizar a la industria local y sentar las bases del nuevo proceso fabril, demostró que la política comercial basada únicamente en el libre intercambio de mercancías no podía seguir sosteniéndose. Era indispensable abrir las puertas al capital extranjero y recibir cuantiosas inversiones dirigidas al desarrollo de la infraestructura económica e industrial y al acceso a las nuevas tecnologías. Entre las principales prioridades se encontraba la construcción de caminos y puentes y para lo cual se creó la Administración General de Caminos y Peaje, responsable en el cuidado de los caminos y en el desarrollo de proyectos viales y puentes.

Varios de estos proyectos fueron concesionados a particulares en la construcción y mantenimiento, quienes se encargaban de levantar los planos, delinear los itinerarios y por supuesto ejecutar la construcción. Al principio, los ingenieros y técnicos que participaron en esas obras eran los egresados del antiguo Colegio de Minería, empero la necesidad de recursos humanos altamente calificados en la técnica de la construcción, llevó al gobierno a fundar las primeras escuelas técnicas de donde egresarían los especialistas que requería la edificación de la infraestructura económica del país. Como se verá más adelante, en esta coyuntura se crearía la carrera de ingeniero de caminos y canales, antecedente de la ingeniería civil, e ingeniería mecánica en ese centro, además de que se reconocería la importancia social y económica de la educación técnica, vista como un componente estratégico de la industrialización.

Los esfuerzos por desarrollar una capacidad industrial y económica que llevara al país hacia su modernización y progreso económico, se vieron truncados por la inestabilidad política prevaleciente y sobre todo por dos acontecimientos que prácticamente paralizaron la vida económica de la nación: la invasión norteamericana en 1847 y dieciséis años después, la ocupación francesa y la instauración del Imperio de Maximiliano de Habsburgo.

Sin embargo, entre estos dos movimientos armados y a lo largo de la década de los 50, se vivieron tiempos de cierta estabilidad que favorecieron el inicio de profundas transformaciones en todos los órdenes de la vida nacional. Imbuido en las doctrinas liberales en boga por esos años, el gobierno del entonces presidente Comonfort, promulgó la constitución de 1857, un documento histórico que promovía la igualdad de derechos y libertades de los individuos, en materia de enseñanza, pensamiento y de trabajo, además de que se proscribió la esclavitud y se restringió considerablemente la participación del clero en las decisiones políticas, económicas y educativas.

Entre las principales iniciativas de cambio que se verificaron en la época de la Reforma, fue la supresión jurídica del sistema gremial, aunque socialmente desde la primera mitad del siglo XIX habían desaparecido numerosos gremios, y consecuentemente prevalecía la "libertad de oficios" (Alva, op. cit.).

Al abolir las ordenanzas de los artesanos (1824), este sector perdería sus antiguos privilegios y el control que ejercían en los métodos de trabajo y los deberes y derechos de sus miembros, lo que facilitaría su transformación gradual hacia las nuevas estructuras fabriles que bajo la regencia de la Revolución Industrial se imponían en las potencias europeas (Alba, op. cit.; Moles, op. cit.).

El taller artesanal resistió como fuerza productiva hasta las primeras décadas del siglo XX. A lo largo del siglo anterior había luchado contra el obraje y después contra los grandes establecimientos industriales. Sin embargo, pronto los maestros se convirtieron en maestros de obras o patrones de un taller especializado con oficiales y aprendices pagados con salarios fijos o a destajo. O como sucedió en la mayoría de los casos, se transformaron en asalariados que después de la caída del imperio de

Maximiliano, constituyeron la proletarización del artesanado dentro de los grandes establecimientos principalmente de hilados y tejidos, muchos de ellos con capital inglés, "que aprovecharon las habilidades y experiencia de muchos hiladores bordadores y tejedores" (Alba, op. cit.:10). Sobra decir que en esta etapa de la iniciación industrial mexicana, destacaron otras industrias como las fundiciones y los ingenios azucareros que también incorporaron a los artesanos carpinteros, alfareros, herreros, etc.

Durante los siguientes treinta años previo al ascenso del gobierno porfirista, la industria textil había logrado su transformación fabril, mediante la incorporación de moderna maquinaria y las nuevas fuentes de energía motriz: hidráulica y de vapor. (Garza, op. cit.)

"Las principales industrias (de bienes de consumo) hasta 1880, eran, en orden de importancia, la textil, papel, tabaco y aguardiente. Existía también la manufactura de bienes de consumo duradero como artículos de piel, porcelana, vidrio, etc.; entre las de bienes de consumo intermedio destacaban las fundiciones de hierro" (Garza, op. cit.:172).

En 1845, existían aproximadamente 27 establecimientos textiles en la ciudad de México, algunos de ellos con las características de la gran industria. Sin embargo, esta cifra apenas representaba el 26% del total de establecimientos textiles en la república, siendo aventajado por Puebla que concentraba casi el 45% de las empresas de esta rama productiva.

Después de los textiles, la industria papelera era la más importante. En el D.F. se localizaban la mitad de los establecimientos y en general, en esta ciudad se asentaban un buen número de empresas productoras de las más diversas manufacturas que hacían que en la capital, adquiriera los rasgos de una enorme concentración industrial. (tabla 1).

A lo largo del siglo XIX y bajo la regencia de la Revolución Industrial, el comercio exterior se había consolidado entre las economías europeas como la fuente principal de generación de riquezas extraordinarias, Ya no era suficiente para las potencias europeas con intercambiar mercancías hacia adentro y fuera de cada nación. El interés por

obtener ganancias extraordinarias, devino en la mecanización de la producción de mercancías para su comercialización posterior y para lo cual, se requería contar con fuerza de trabajo asalariada dedicada exclusivamente a la manufactura de productos.

Tabla 1.
CIUDAD DE MEXICO: PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA POR GRUPOS, 1879.
(en pesos corrientes)^a

Grupos Industriales ^b	Número de Establecimientos	Personal Ocupado	Capital Fijo Total	Sueldos	Valor Anual de la Producción	Formas de Producción ^c
Total	728	12,55	4,011,694	2,843,225	15,503,719	
Alimentos	128	1,657	425,24	417,924	5,519,323	p.p.m.
Bebidas	7	63	28,082	14,216	108,526	f.
Tabaco	20	2,71	132,386	281,479	1,007,742	f.
Textiles	6	1,456	910,655	565,802	1,643,394	f.
Calzado y Vestuario	214	3,413	954,782	696,589	3,224,774	p.p.m.
Madera y Corcho	129	703	244,713	190,496	713,171	p.p.m.
Papel	10	326	457,333	147,848	496,119	f.
Imprentas	58	477	136,398	125,102	403,097	p.p.m.
Cuero y piel	16	640	8,023	56,865	387,593	p.p.m.
Química	117	452	369,076	153,534	1,302,313	p.p.m.
Minerales no metálicos	3	100	32,094	22,746	62,015	p.p.m.
Metálicos básicos	7	151	44,129	36,962	170,541	f.
Productos metálicos	13	402	268,783	133,632	465,112	f.

FUENTE: Garza G. y Aguilar E.: "Evolución Industrial de la Ciudad de México, 1821-1985"

^a Excepto el número de establecimientos y el número de trabajadores que están en unidades físicas.

^b La información original se presenta a nivel de clases industriales y talleres.

^c p.p.m. Significa pequeña producción mercantil y f. fabril.

En la segunda mitad del siglo XIX y con la creciente integración del mercado mundial, los países europeos más industrializados habían establecido sólidos sistemas transaccionales de compra-venta de mercancías con los países de la periferia. Esta

situación en combinación con una serie de circunstancias relativas a la expansión industrial, aparición de la gran industria y su derivación en una producción masiva de productos y mercancías, favorecieron el desplazamiento de capitales hacia aquellos sitios donde el proceso capitalista era aún incipiente y por ende, la competencia local no constituía amenaza alguna para la implantación de nuevos negocios.

En la región europea, la competencia había alcanzado un elevado grado de intensidad, de tal modo que las empresas experimentaban grandes dificultades para colocar los productos en la cantidad suficiente que les permitiera el restablecimiento de las ganancias y la acumulación del capital. Aquellos países semicapitalistas con una frágil infraestructura económica e industrial, constituyeron entonces, un fuerte atractivo para las grandes firmas, en sus intentos por recuperar la fuerte inversión en la renovación técnica de sus fábricas. La abundancia de materias primas en aquellas sociedades, mano de obra barata y la inexistencia de procedimientos regulatorios por parte de los gobiernos, fueron el acicate para la internacionalización del capital.

En este escenario, las grandes empresas europeas principalmente inglesas, francesas y estadounidenses, extienden sus capitales a aquellas zonas geográficas cuya explotación redundaría en grandes beneficios económicos y de poder: la extracción de minerales, construcción de vías de ferrocarril e infraestructura urbana, todo ello en detrimento de la actividad económica local. A esta etapa del proceso capitalista mundial, los economistas la denominan imperialismo clásico o Capitalismo monopolístico, cuya esencia no sólo se circunscribe a la internacionalización del capital fijo y financiero, sino al resultado final de convertir al proceso de desarrollo de las economías periféricas, en un proceso complementario y articulado al desarrollo de los países más avanzados.

En esos años se iniciaba la segunda revolución tecnológica. Con la aparición de nuevas y más poderosas fuentes de energía: la electricidad y el petróleo, las innovaciones simples y radicales fluían aceleradamente, la organización del trabajo se transformaba y la producción estandarizada de bienes de consumo comenzaba a hacer su aparición en las industrias modernas.

Por último, resulta muy sugerente conocer como era la estructura profesional y ocupacional de la población ocupada. Con todas las reservas de naturaleza metodológica que contiene la "Estadística de la República Mexicana" de José Ma. Pérez Hernández, publicada en 1862 y con base en algunos ajustes realizadas por Hermosillo (1988), en ese año, la población económicamente activa era de casi tres millones de personas, de las cuales, sólo 443 eran ingenieros y arquitectos frente a poco más de 500,000 personas que se dedicaban a la agricultura, sea como terratenientes o labradores. (tabla 2.)

6. Los albores de la educación técnica.

Las políticas de fomento industrial implantados por los gobiernos postindependentistas, no se limitaron a la simple provisión de capitales y maquinaria moderna por parte del Estado. La formación de cuadros técnicos calificados con las habilidades y conocimientos científicos que requería la industrialización del país, justificó el impulso de la educación técnica. El proyecto educativo que Lucas Alamán pudo llevar a cabo, incluyó la creación de escuelas técnicas como la Escuela de Agricultura y la de Artes en 1843, y la de Administración y Comercio en 1845.

Ramón Sánchez (1980), en su historia sobre la tecnología y la invención en México, menciona que en la creación de una institución de enseñanza de oficios como la Escuela de Artes, el ministro Alamán se inspiró en instituciones similares creadas en Francia, Alemania y Estados Unidos.⁵ Su principal propósito fue el de "impulsar la educación práctica en el aprendizaje de las artes y oficios liberales, así como la enseñanza del dibujo, construcción y manejo de máquinas" (Sánchez, 1980; 288) y los primeros oficios que se impartieron fueron los de mecánica, herrería, diseño, carpintería, plomería, tejido e hilado, carrocería y otros oficios.

⁵Lucas Alamán era ingeniero civil egresado del Colegio de Minería y en la segunda década del siglo, realizó constantes viajes de estudios y de visita a varias instituciones educativas, fábricas y empresas mineras en Francia, Inglaterra, Alemania y Estados Unidos.

Tabla 2. DISTRIBUCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR TIPO DE OCUPACION EN 1862		
OCUPACION	PEA	%
1. <i>Terratenientes (urbanos y rurales) y agricultores:</i>	531,324	17.92
a. labradores:	268,984	
b. propietarios de fondos rústicos y urbanos:	262,340	
2. <i>Trabajadores de la agricultura y de la minería:</i> (registrados como jornaleros)	1,816,230	60.79
3. <i>Comerciantes y trabajadores del comercio:</i>	172,281	5.81
a. comerciantes al por mayor y al por menor con sus dependientes:	146,174	
b. abastecedores menores en los mercados:	18,236	
c. otros:	7,871	
4. <i>Industrias y artesanía:</i>	73,672	2.48
a. artesanos mecánicos:	64,348	
b. fabricantes de todas clases con sus dependientes:	4,390	
c. industria de la impresión:	920	
d. otros:	4,014	
5. <i>Actividades intelectuales:</i>	9,917	0.33
a. Médicos, dentistas, farmacéuticos y veterinarios:	4,149	
b. profesores:	2,784	
c. abogados, notarios y escribanos:	1,997	
d. bellas artes:	544	
e. ingenieros y arquitectos:	443	
6. <i>Servicios del Estado y clero:</i>	67,283	2.27
a. militares:	42,578	
b. empleados civiles del Estado:	15,361	
c. clero:	9,344	
7. <i>Empleados domésticos:</i>	294,325	9.93
8. <i>Servicios diversos:</i>	13,954	0.47
a. transportes:	12,692	
b. entretenimiento:	1,002	
c. servicios personales no domésticos:	631	
TOTAL GENERAL:	2,965,032	100

Fuente: Hermosillo Adams Francisco: "Estructura y movimientos sociales", 1988.

Llama la atención del plan de estudios, la incorporación de un curso de idiomas con la idea de dotar a los estudiantes algunas habilidades que les permitiera entender la lectura de los textos técnicos, la mayoría franceses, alemanes y estadounidenses. La institución funcionó con relativo éxito durante sus dos primeros años de vida para después cerrarla ante la inminente invasión norteamericana. Sería en los años de la Reforma, cuando se reabrirla con nuevos programas, cursos y con un contenido más teórico y científico en la enseñanza.

Durante la Reforma (1857), las ideas de igualdad y respeto al derecho individual inspiradas en el liberalismo cobraron mayor fuerza. La necesidad de modernizar a la economía acrecentó la necesidad de contar con individuos capacitados técnicamente en las distintas dimensiones de la producción fabril.

Como en los últimos años de la colonia, el Estado mexicano de nueva cuenta, considera a la educación como el mecanismo idóneo que le permitirá no solo la formación de técnicos y profesionistas que demanda la modernización industrial, sino que además, sería el instrumento que llevaría a los grupos populares a acomodarse a la nueva racionalidad que imponía la incursión del país en el desarrollo del Capitalismo mundial. Con esta idea se renovó el plan de educación popular diseñado años atrás por Lucas Alamán y que no había prosperado debido a la turbulencia política y militar imperante.

De este modo, bajo la gestión de los gobiernos reformistas en 1856 se reinstituyó la Escuela de Artes⁶ cuyo funcionamiento se inició con más de 100 alumnos y se fundó la Escuela Industrial de Artes y Oficios, (ENAO) dedicada a la formación de trabajadores calificados y técnicos. Este centro disponía de modernos métodos y equipos para la enseñanza de los conocimientos y habilidades científicos y técnicos que demandaba el desarrollo industrial. Con estas acciones, pronto la enseñanza que se realizaba en los talleres artesanales perdió valor frente a las nuevas necesidades de los aprendices por adquirir los saberes y técnicas mucho más actualizados que aquellos que ofrecía el gremio.

La creación de la ENAO fue un ingrediente material de las estrategias de fomento industrial impulsadas por el Gobierno de Comonfort, con el propósito de buscar cambios cognoscitivos en la fabricación de manufacturas entre los hijos de artesanos, así como de los operarios de los distintos obrajes. Se trataba de difundir las bases de las matemáticas, el dibujo y el cálculo que caracterizaba a la técnica moderna y con ello, desplazar las técnicas que por mucho tiempo dominaron entre los gremios artesanales,

⁶En dicha escuela se formaron los primeros arquitectos y encargados de las principales obras civiles.

basados fundamentalmente en la experiencia y la intuición, y de un conocimiento no codificable ni transmisible sino era a través de una relación "cara a cara" y en el lugar del trabajo (Pacey, op. cit.).

Durante el imperio de Maximiliano, (1864-1867), la ENAO se vio obligada a interrumpir de nuevo sus actividades y no fue sino hasta después de ese periodo cuando reinició sus labores educativas. En efecto, una vez que el país parecía entrar en una fase de relativa estabilidad, bajo la regencia de Juárez se restituyó la educación en todos sus niveles al decretarse la Ley de la Instrucción Pública. Con la reforma educativa promovida en 1867, se reorganizó la educación superior. El Colegio de San Ildefonso se encargaría del derecho y la literatura; la Escuela de Medicina continuaría funcionando, no obstante la falta de recursos materiales y económicos y el Colegio de Minería asentado en el Palacio de Minería, reapareció bajo una nueva figura: la Escuela Nacional de Ingenieros que ofrecería las carreras de ingeniería mecánica; caminos, puentes y canales; de minas; y metalúrgica, así como la de telegrafista y geógrafo (Moles, op. cit.; Bazant, 1984).

Asimismo, se reorganizaron las escuelas de enseñanza especial, entre ellas, la Escuela de Artes y Oficios, (ENAO) conservando los mismos propósitos para lo cual fue creada: el de capacitar para el trabajo buscando establecer una instrucción científica y la práctica de las artes y oficios necesarios en la introducción de nuevas ramas industriales (Flores y Montiel, op. cit.). Los nuevos planes de estudios, cuya duración era de cuatro años, comprendían los talleres de cerámica, alfarería, porcelana, vidrio, esmaltes y dorados, carpintería y ebanistería, tornería, cerrajería, bonetería, tintorería (*Ibid.*).

La fundación de la ENAO fue un reflejo de lo que acontecía en las naciones más industrializadas en relación con la institucionalización de la enseñanza técnica. La creación de instituciones de segundo nivel o como las denomina Day (1987), "intermediarias", fueron en parte una consecuencia de los gobiernos europeos y americanos por introducir los proyectos modernizadores del capitalismo industrial y extender los beneficios de las ciencias y las "artes técnicas" a toda la población, buscando inculcar una nueva mentalidad social y económica acorde con los modelos de

desarrollo dominantes en los países occidentales. Con excepción de los E.U., estos centros escolares fueron fundados por iniciativa del Estado y administradas por el Estado, ya que en su creación, también influyeron las negativas de las instituciones universitarias por lo regular de élite, por incorporar la formación de técnicos en niveles "demasiado prácticos" y alejados de la erudición que entrañaba la formación científica.⁷

El establecimiento de la educación técnica constituyó un mecanismo para romper con las tradiciones de la enseñanza y aprendizaje artesanal, al hacerla más pública y abstracta. Como argumenta Stevens (1995:9), "la transición de las habilidades manuales a las habilidades en la máquina, del modo de producción artesanal al modo de producción masiva, fue el crisol de la educación técnica en el siglo XIX" y por ende la destrucción gradual de las comunicaciones cara a cara dentro del taller, que caracterizó a la enseñanza y aprendizaje entre artesanos.

En efecto, la incorporación de una educación técnica basada en la ciencia y la racionalización, sin duda, significó no solo una visión distinta sino también generó un profundo movimiento de cognoscitivo, que resultó en fuertes tensiones entre dos modalidades de producción manufacturera y enseñanza. Stevens se refiere a ellos con dos términos muy actuales como la confrontación entre la educación vocacional y liberal, recuperando en este sentido, el significado original de la vocación que caracterizó a las inclinaciones de los aprendices por adquirir la práctica y experiencias vividas y no racionalizadas de las actividades artesanales.

La educación técnica no fue solamente un reducto ideológico del capitalismo industrial y una intención de ampliar el conocimiento científico a todas las capas sociales de la población. Significó repentinamente un cambio en las formas de conocer que incluía habilidades perceptuales e intelectuales. El aprendizaje técnico que por mucho tiempo se realizaba en el taller, tuvo que ser traducido en dimensiones

⁷Day, describe que la creación de la Ecole d'Arts et Métiers en el siglo XVIII se inscribe en un momento en que la Universidad ya no era tan vital para los requerimientos que el desarrollo industrial francés imponía. Dentro de la Educación Técnica francesa y a lo largo del siglo XIX, la Ecole d'Arts et Métiers coexistió con la Ecole Polytechnique y después con la Ecole Centrale de Arts et Manufactures, éstas últimas del nivel superior.

codificadas y abstractas. "Los educadores quienes intentaban transferir esas experiencias a los currículos formales de las escuelas técnicas y a los textos, enfrentaron el problema de cómo expresar la cultura material en las abstracciones del lenguaje (matemático) y gráficas" (*Ibid*:5).

"Ellos tuvieron que llevar a sus estudiantes a través de una actividad visual y perceptual de representación de relaciones espaciales (dibujos y gráficas), hasta alcanzar procesos complejos de diseño (planeación y síntesis de relaciones espaciales); a tareas verbales y simbólicas de clasificación e inferencia requerida para el dominio de la formulación matemática" (*Ibid*.: 5).

En síntesis, el siglo XIX significó la institucionalización de la enseñanza técnica en los países más industrializados. Sin embargo, el contexto que justificaba la instauración de estos centros, desde luego no compartía las condiciones económicas, sociales y políticas de México.

Es ampliamente conocido la influencia de la cultura francesa en las esferas de decisión política, ideológica y cultural del México decimonónico, especialmente en lo que se refiere a las políticas educativas, por lo que no es difícil imaginar que los proyectos educativos de la Escuela de Ingenieros y de la ENAO y otros centros afines, se hayan inspirado en el sistema francés de educación técnica. Un sistema con una fisonomía dual que respondía en cierta forma a las nuevas ocupaciones técnicas que imponía la división del trabajo capitalista y para lo cual se buscaba incorporar a los sectores sociales mayoritarios a fin de que se hicieran cargo de las actividades esencialmente prácticas de la producción de bienes. Y por otro lado, se instituyó una formación de ingenieros con las características de dominio cognoscitivo de las ciencias aplicadas.

En Francia, el avance industrial había alcanzado un nivel de producción elevado y se encontraba en la etapa de la aparición de las grandes estructuras fabriles dotadas de nuevas tecnologías en los procesos de producción y organización del trabajo. Las estructuras complejas en la que se que descolgaba la industria mecanizada e intensiva,

devino en nuevas ocupaciones que demandarían habilidades y conocimientos basados en la ciencia, por parte de los ingenieros, artesanos y operadores.

Al igual que en México, la creación de escuelas técnicas tanto del nivel superior como intermediario, involucró una resistencia de las universidades por hacerse cargo de la formación de profesionistas técnicos. En México la Universidad Pontificia no respondió a las demandas liberales y progresistas de los gobiernos independientes y continuaba con su ideal escolástica y humanista dedicadas a las clases intelectuales que no veía en la tecnología una disciplina a ser cultivada con gran sabiduría como así lo representaba la ciencia y la filosofía. Debido a su apegada normatividad que databa de la Colonia, la Universidad fue cerrada en 1833 y no fue sino hasta 1858 cuando se abrió nuevamente y ser suprimida definitivamente en 1861, en su carácter de universidad pontificia.

En Francia una situación similar se dio cuando la universidad se negó hacerse cargo de la instrucción técnica tan reclamada por el sector industrial y el Estado, dada su exacerbada cultivación del humanismo y las ciencias básicas. Sin embargo, la expansión industrial por la que atravesaba esta nación, requería de manufactureros, ingenieros y trabajadores calificados cuyo desempeño laboral no podía lograrse con una educación elemental. Estos grupos requirieron de escuelas técnicas donde se enseñaran las ciencias industriales y otras formas de conocimiento útil. (Day, op.cit.).

Por su parte, en los Estados Unidos, la emergencia de la gran industria así como la introducción de nuevas maquinarias, impuso la necesidad de desarrollar a los trabajadores y supervisores, mayores habilidades intelectuales que condujeran a su adecuada operación, adaptación y reparación. Ello llevó a la creación de las primeras escuelas técnicas dirigidos a los jóvenes de clases inferiores, a fin de otorgarles una instrucción técnica (technical literacy), basada en las aportaciones científicas, particularmente física y matemáticas.

Cada una en sus tiempos, la ENAO mexicana y francesa compartieron la finalidad de ser un instrumento de movilidad social entre la incipiente pequeña burguesía artesanal, aunque conviene agregar que en el caso francés, la creación de la institución

estuvo mediado por gremios ingenieriles y de artesanos ya consolidados en los primeros años del siglo, además de que la estructura industrial imponía nuevos esquemas de organización laboral con sus impactos en la división del trabajo técnico.

Una situación parecida experimentó el Noreste de los E.U. Las primeras escuelas técnicas fueron por iniciativa e inclusive financiados por asociaciones privadas de ingenieros con la idea de preparar trabajadores y técnicos aptos para desenvolverse en la gran industria y con ello apresurar la emergencia de la clase obrera. La diferencia fue el énfasis otorgado a la enseñanza de las artes mecánicas asociados con el manejo de maquinaria, en contraposición con el desarrollo de destrezas manuales. La idea era formar trabajadores competentes en la operación de máquinas y herramientas con los atributos cognoscitivos que le permitieran descifrar su manejo, mantenimiento y reaparición, aunque no fueran manualmente habilidosos.

Este escenario no fue el mismo que presentaba México, en la segunda mitad del siglo XIX. La creación de la ENAO fue una iniciativa fundamentalmente del Gobierno, animada por grupos de industriales y dirigentes quienes consideraban que la implantación de las experiencias educativas verificadas en los países más desarrollados, redundaría en el progreso material y social de la nación (Flores y Montiel, op. cit.). La ENAO representó una estrategia fundamentalmente ideológica que permitiera a las organizaciones gremiales de artesanos, rígidas y resistentes al cambio, aceptar los nuevos códigos de la modernidad y adaptarse al cambio de modo de producción.

Bajo el escudo de las doctrinas liberales, la formación de artesanos en técnicos y obreros para ocuparse en los nuevos sistemas de trabajo y su correspondiente división del trabajo, tal como se realizaba en Europa, no fue por mucho tiempo, avalado por los viejos grupos gremiales que pese a que en el plano jurídico ya no eran reconocidos, en la realidad, aún continuaban ejerciendo sus viejas prácticas artesanales, de tal forma que para los gobiernos reformistas, el propósito de formar técnicos con niveles cognoscitivos más elevados y complejos para enfrentar la industrialización, no pudo lograrse cabalmente y por lo tanto, la ENAO continuó por mucho tiempo privilegiando la enseñanza de oficios predominantemente artesanales en detrimento de las llamadas

"artes mecánicas", cuyo dominio era indispensable en la producción fabril de manufacturas.

Respecto de la formación de ingenieros, cuya responsabilidad recayó también en una escuela creada por el Estado, como fue la Escuela Nacional de Ingenieros, se podría decir que se inserta en una época en que en el nuevo mundo, (incluyendo los Estados Unidos) la enseñanza de la ingeniería en distintas especialidades, alcanza su verdadera institucionalización en la última mitad del siglo XIX.

A mediados de este siglo, Francia, Inglaterra y Alemania ya contaban con instituciones dedicadas a la formación de ingenieros en las distintas ocupaciones y especialidades que demandaba la producción fabril de esos países, después de haber consolidado la enseñanza en campos de la ingeniería más "antiguas" como la construcción de obras públicas viales y sanitarias, (incluyendo las vías ferroviarias) la arquitectura y la minera (Day, op. cit).

En los Estados Unidos, desde principios de los años treinta del siglo XIX, la construcción del sistema ferroviario, el telégrafo y más tarde la emergencia de la industria fabril norteamericana se tradujo en una demanda de ingenieros con habilidades muy especializadas que condujo a la creación de nuevas escuelas de ingeniería, así como a "la introducción de cursos de esta disciplina en las universidades ya existentes" (Rosenberg y Nelson, 1994:327).⁸ Esta circunstancia contrasta con lo que sucedía en Europa en el terreno de la enseñanza de la ingeniería. Como lo señalan estos autores:

"Mientras que en Gran Bretaña, Francia y Alemania, las asignaturas de ingeniería se enseñaban en instituciones separadas, en los Estados Unidos estas materias fueron anticipadamente introducidas en las instituciones de élite (universitarias). Yale introdujo cursos de ingeniería mecánica en 1863 y la Universidad de Columbus abrió su escuela de minas en 1864" (327).

⁸En este periodo, específicamente en 1865 se crea el Massachusetts Institute of Technology (MIT).

La referencia anterior resulta ser muy ilustrativo para entender como los distintos contextos socio culturales que privaban en esos países inciden en la representación simbólica que poseía la profesión de la ingeniería. En Francia, la importancia que representaba para el desarrollo industrial, la formación de cuadros técnicos especializados en las ciencias aplicadas, no era valorada por los grupos aristocráticos de la época, quienes continuaban fincando sus intereses de clase en la universidad, lo que obligó al Estado a fundar instituciones alternativas que se hicieran cargo de la preparación de técnicos e ingenieros, ante la resistencia de las rígidas universidades francesas por incorporar la enseñanza de asignaturas técnicas. No obstante, las escuelas Politécnica y la Central de Artes y Manufacturas, —ambas del nivel superior y fundadas al margen del sistema educativo oficial— se caracterizaron por ofrecer una formación ingenieril orientado a los puestos ejecutivos y de dirección de las distintas empresas industriales, con una carga más teórica que práctica a fin de corresponder a las expectativas de reproducción y legitimación social de las clases más privilegiadas (Day, op. cit.).

En México y con la diferencia de que la Universidad (ex-Pontificia) prácticamente estuvo cerrada a lo largo del siglo, los gobiernos liberales también se vieron en la necesidad de implantar un sistema de educación vinculado a las exigencias de la modernización, mediante la creación de escuelas técnicas muy especializadas dirigidas a los sectores sociales mayoritarios y la reorganización de la educación superior basada principalmente en el control estatal de las escuelas de medicina, derecho, ingeniería y otras disciplinas humanísticas, con la idea de que fueran atractivas a la juventud proveniente de las élites criollas, que al igual que la aristocracia francesa, consideraban al saber práctico y utilitario como de "segunda clase".

7. El Porfiriato. Articulación al Capitalismo industrial.

Durante el régimen de Porfirio Díaz, (1876-1911) el país se articuló plenamente al Capitalismo acrecentando su participación en los mercados mundiales mediante la

exportación intensiva de productos básicos. Bajo una administración autoritaria pero en la que finalmente se impuso la estabilidad política después de varias décadas de desorden e indefinición política, el gobierno porfirista apoyó con incentivos a la inversión extranjera en las principales actividades económicas que por sus condiciones en términos de la abundancia de recursos naturales, resultaban en ventajas comparativas respecto de otros países.

Las exportaciones de plata aumentaron de 607 kilogramos en 1877-78 a 2,3 millones en 1910-11. En ese mismo periodo, la producción de oro subió de 1,000 kgs. a 37,110 y en las mismas condiciones de ascenso se encontraban otros artículos no menos importantes como el cobre y el henequén. Otra gama de productos participaban entre el 1 y 5% de las exportaciones como el caucho, cuero, café, plomo, ganado vacuno, vainilla, garbanzos, maderas finas. Y a partir del primer decenio del siglo XX, se intensificaron las exportaciones de la industria petrolera (Glade, 19:15 y 16).

La base del crecimiento económico fueron las inversiones extranjeras y la participación de agentes privados en la producción industrial y agropecuaria. En los primeros diez años hacia 1884, la inversión extranjera se elevaba a 110 millones de pesos y para 1910 había alcanzado 3,900 millones, lo que desembocaría en la expansión y diversificación industrial. Al principio, los capitales principalmente inglés y norteamericano se distribuían en las ramas minera, metalúrgica, eléctrica y de los transportes, particularmente ferrocarriles (Alba, op. cit.:18).

La política industrial del gobierno de Díaz, se orientaba decididamente a la modernización económica del país y a la urbanización. Las grandes obras como la construcción de la red ferroviaria, la electrificación del país mediante la instalación de plantas termo o hidroeléctricas, el alumbrado público a través de lámparas incandescentes y la industria petrolera, todas ellas capitalizadas y dirigidas por ingleses, norteamericanos, franceses y en menor medida por alemanes, constituyeron las grandes transformaciones de la época porfirista. Con tecnologías sofisticadas y métodos de trabajo que implicaban una división jerárquica del trabajo desconocido hasta entonces en México, la producción industrial requirió de abundante fuerza laboral

de todo tipo de calificación laboral para desempeñarse en cada segmento productivo. De este modo, el desarrollo industrial necesitó además de trabajadores rasos, demandaba también de obreros calificados como mecánicos, carpinteros, tuberos, calderos, herreros, etc. aunque los especialistas técnicos (ingenieros) que ocupaban cargos de dirección y supervisión eran extranjeros.

El desarrollo manufacturero se centra casi exclusivamente en las ramas de bienes de consumo, siendo la industria textil la de más rápido desarrollo, aunque cabe reconocer que este sector no incorporó grandes adelantos tecnológicos y tampoco introdujo profundas alteraciones en el ordenamiento de las tareas productivas como así sucedió con las industrias del transporte, minera y energética y por el contrario, en muchas de las empresas textiles se preservaron algunas de las añejas técnicas de carácter artesanal que se empleaban en la elaboración de hilados. Después de la minería y la agricultura, la fabricación de textiles había sido la más importante y esta actividad había iniciado su proceso de transformación industrial a mediados del siglo XIX, con el establecimiento de las grandes fábricas algodoneras. Dentro de esta línea productiva, prosperaron los hilados y tejidos de lino, de yute y en menor grado de seda, así como los tejidos de punto y la bonetería (Alba, op. cit.; Moles, op. cit.).

Otras ramas que en la época porfiriana acrecentaron su producción tanto para el mercado interno como para la exportación, fueron los ingenios azucareros fabricantes también de piloncillo y aguardiente de caña, las destilerías, las cervecerías, la industria del vidrio y de la loza, las tabaqueras, las fábricas papeleras, así como otros diversos productos intermedios y de consumo final como aceites naturales, jabones, calzado y piezas de piel.

En la Ciudad de México tendencialmente se concentraba la actividad manufacturera. En esta zona se producían los aceites derivados de materias naturales y existían cinco empresas vidrieras y ahí se instalaron las principales fábricas de papel. Igualmente los textiles ocuparon un lugar importante que con el tiempo, llegaron a desplazar a otras ciudades tradicionalmente destacadas por su producción de este artículo como Puebla y Querétaro. No obstante, el sector comercio fue el que mayor dinamismo experimentó.

La inyección de capitales franceses e ingleses en el establecimiento de importantes almacenes, sin duda contribuyó a su consolidación. Mientras, el sector financiero emergía a través de la fundación de sucursales de las más importantes casas bancarias norteamericanas y europeas. Era una realidad que conforme el Distrito Federal se consolidaba como el principal centro comercial y financiero, las principales ramas de la industria manufacturera iniciaron su proceso de expansión y diversificación (Garza, op. cit.).

En resumen, el país experimentó un notable crecimiento entre 1895 y 1910. "El producto interno bruto aumentó en términos reales a una tasa anual del 3.6%, (de 4.9% de 1895 a 1900 y del 3.5% de 1901 a 1910)" (*Ibid.*; Garza, 1985).

Con relación a la población económicamente activa, ésta mantuvo un crecimiento sostenido hasta 1900, ante las fuertes corrientes migratorias provenientes de las áreas rurales a las grandes ciudades, principalmente la Ciudad de México, que desde los años anteriores al ascenso del dictador Díaz, se habían venido realizando. Sin embargo, en el primer decenio del presente siglo y al igual que la tasa del PIB, el ritmo de crecimiento de la PEA, experimentó una disminución sensible.

Habría que tomar en cuenta que la organización social del México de fines del siglo XIX había experimentado profundas transformaciones. En efecto, con el triunfo liberal, tanto en el plano político como en el de las ideas, se favoreció el ascenso de las clases medias en los distintos ámbitos de la vida nacional. Progresivamente se fueron desmoronando los grupos dominantes tradicionales para dar paso a nuevas formaciones sociales que definirían una estructura social más diversificada. Como resultado de la política liberal, la liquidación de los bienes eclesiásticos y una redistribución de los latifundios entre los liberales, (y conservadores) surgieron nuevos grupos en la escena social, algunos fuertemente conectados con los poderes político y económico que pronto representarían una naciente burguesía rural, industrial y comercial o formarían parte de la nueva clase de dirigentes políticos, y otros grupos que articularían las élites intelectuales, en donde los profesionistas y los científicos

“positivistas” desempeñarían en la época del régimen porfirista, un papel influyente en la cultura, en la educación y sobre todo en la economía.

De acuerdo a las estadísticas de la época que sobre la PEA presenta Hermosillo, (1988) En el periodo comprendido entre 1895 y 1910, y dentro de la categoría de "Trabajadores Intelectuales", las actividades profesionales en que se distribuía la PEA, la de ingenieros prácticamente se duplicó. En 1910 los ingenieros y arquitectos constituían el 0.12% del total de la PEA, únicamente rebasada por los médicos, contra lo que representaban en 1895 con el 0.05% y el 0.06% en 1900 (gráfica 1).⁹

8. El Porfiriato. Conformación profesional de la ingeniería.

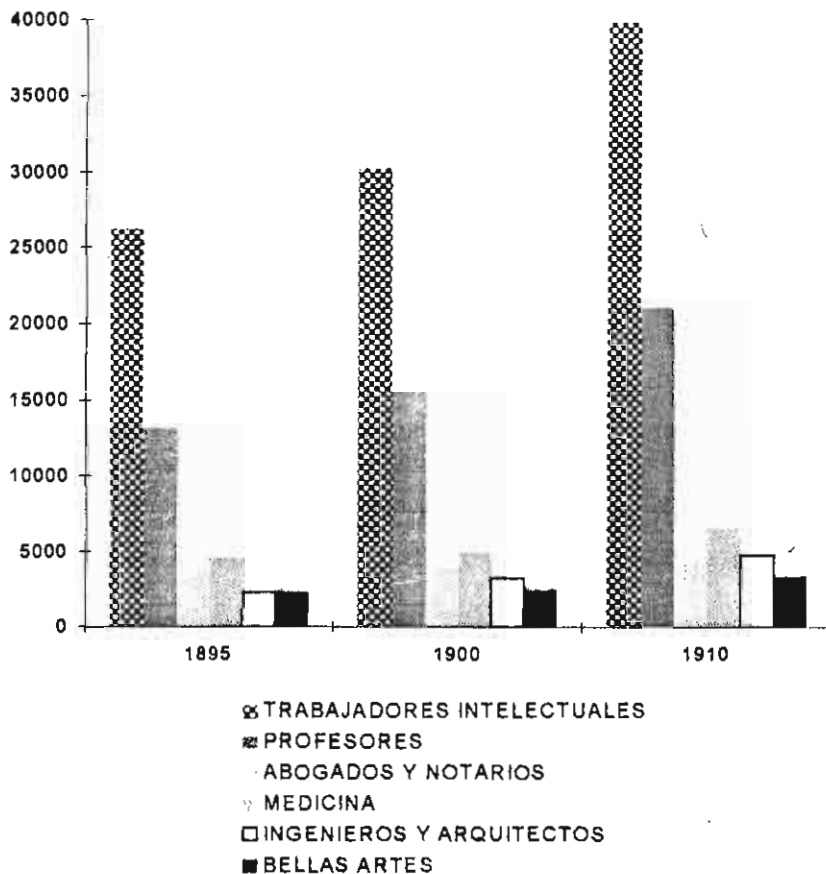
La integración del país a la economía mundial, no se efectuó solamente con la apertura a los capitales extranjeros y sus repercusiones en la modernización e industrialización, hubo también la necesidad de construir una capacidad científica y tecnológica— sustentada en el paradigma positivista— que bajo el esquema de una nación supeditada al Capitalismo Imperialista acelerara el proceso de desarrollo económico y social. Siguiendo las pautas de la división internacional del trabajo, el gobierno de Porfirio Díaz, comprometió apoyos y recursos en el desarrollo precisamente de aquellas áreas que eran claves para una economía dependiente: la producción de bienes y materias primas de exportación y la edificación de una infraestructura que se amoldara a los requerimientos del nuevo modo de producción.

A los ingenieros se le encomendó la realización de todas las obras públicas que llevaron a la modernización del país: construcción de vías férreas, caminos y puentes, red telegráfica, electrificación y posteriormente la explotación petrolera (Moles, op. cit.). Con estos propósitos, la formación de recursos humanos calificados en el manejo de las técnicas empleadas en esas obras, ocupó un lugar relevante en las políticas educativas del gobierno porfirista, además de que significó un aliciente para que la ingeniería

⁹En ese periodo el PEA era de 5,017,555 en 1895, 5,430,230 en 1900 y 5,591,823 en 1910. (Hermosillo, 1988)

alcanzara una identidad profesional y convertir al ingeniero en un actor fundamental dentro de las nuevas fuerzas productivas de la época.

**Gráfica 1.
DISTRIBUCION DE LA CATEGORIA DE PROFESIONISTAS
OCUPADOS.
1895 - 1910.**



Fuente: Hermosillo Adams Francisco. "Estructura y movimientos sociales". 1988

Cuando Porfirio Díaz asumió el poder presidencial, (1857) la educación superior reorganizada por el gobierno de Benito Juárez, enfrentaba severos problemas de distintos tipos: falta de financiamiento, escasa demanda estudiantil, elevada deserción y bajos índices de egreso y titulación, así como reducida infraestructura. Tanto la Escuela

de Artes y Oficios (ENAO), como la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI), habían venido funcionando desde la expedición de la Ley de Instrucción Pública en 1861 de manera irregular y sin una planeación educativa adecuada. Empero en el régimen de Porfirio Díaz, pocas profesiones fueron más estimuladas y promovidas como la ingeniería (Bazant, 1985 y 1995).

Para el gobierno porfirista, la educación continuó siendo considerada como un factor del progreso social y económico no sólo individual sino de la nación, aunque ya no serían las doctrinas liberales la que sustentarían las actividades educativas, sino las ideas emanadas del positivismo. El positivismo concibe a la razón como el instrumento para comprender las verdades científicas que se asumen como observables y comprobables. El método de la experimentación se confirma como el único válido para determinar la veracidad de los fenómenos y todas las ciencias deberían de utilizarlo a fin de no ser consideradas como no científicas.

De este modo, un componente importante en la política industrial del régimen porfirista, fue la formación de técnicos e ingenieros en distintas especialidades, con lo que esta profesión comenzó a entrar en una era de auge y consolidación y las escuelas de Ingenieros y de Agricultura recibieron un nuevo impulso que las sacó del estancamiento en que se encontraban desde los tiempos de la Reforma. En 1877 la Escuela de Ingenieros cuya fundación se hizo a partir de la reorganización de la educación superior emprendida durante la Reforma, realizó una profunda reestructuración en los planes de estudios de las carreras de: telegrafista; ensayador y apartador de metales; ingeniero topógrafo e hidromensor; ingeniero mecánico; ingeniero civil; ingeniero de minas; metalurgista; y geógrafo.

En 1883, la importancia otorgada a la formación de ingenieros se confirmó cuando las Escuelas de Agricultura y la de Ingenieros pasaron a formar parte del Ministerio de Fomento Industrial. La Escuela Nacional de Ingenieros (ENI) que continuaba ocupando el Palacio de Minería, vio elevar su presupuesto casi un 35%, fue dotada de los instrumentos y equipos necesarios para la enseñanza de meteorología, topografía,

materiales de construcción, química, física, mecánica, etc. y pudo renovar su acervo bibliográfico (Bazant, op. cit.:261).

Uno de los motivos por los cuales, el gobierno porfirista haya ordenado que fuera la Secretaría de Fomento la instancia reguladora de las acciones de la ENI (en lugar de la Secretaría de Instrucción Pública) fue que al vincularse con esa dependencia, la escuela la apoyaría en sus empresas constructoras por la vía de la participación de profesores y alumnos quienes a su vez, aprovechaban la oportunidad de poder desarrollar una formación más práctica y realista (*Ibid.*). Por último y como parte del impulso a la formación de ingenieros, se estableció un programa de becas tanto para los estudiantes de escasos recursos como para apoyar el perfeccionamiento de los egresados más destacados en instituciones educativas del extranjero (*Ibid.*).

De nueva cuenta, se hicieron cambios en los programas de estudios buscando una orientación más práctica y vinculada a las necesidades de la modernización industrial en detrimento de la excesiva teorización que por mucho tiempo predominó en la enseñanza de la ingeniería (*Ibid.*). En el plano curricular se suprimió la carrera de telegrafista, dando lugar a la de ingeniería electricista y se crearon dos nuevas especialidades más: ingeniería industrial e ingeniero de caminos, puentes y canales.

"Dos años después, la inscripción total era de 215 alumnos, repartidos así: ingeniero electricista, 5; ensayador 20, topógrafo, 22; ingeniero de caminos, puentes y canales, 85; ingeniero civil, 12; ingeniero industrial, 5" (Moles; op. cit.; 156).

Años después, estas cifras no presentaron variaciones significativas. Las ingenierías relacionadas con las obras de infraestructura continuaron siendo las de mayor demanda, destacándose por ello, la carrera de ingeniero de caminos, puentes y canales, toda vez que incluía una preparación para la industria ferroviaria. En contraste, aquellas ingenierías que se asociaban con la industria manufacturera como la de mecánica e industrial, mantenían matrículas tan bajas que difícilmente rebasaban los diez alumnos (Bazant, op. cit.).

En 1897, la Escuela de Ingenieros experimentó una segunda reestructuración. El centro se desprendió de la Secretaría de Fomento Industrial para estar bajo el control del Consejo Superior de Instrucción Pública creado en 1891. La especialidad de caminos, puertos y canales se fusionó con la ingeniería civil y para esas fechas, la enseñanza que hasta antes de la administración del General Díaz, era esencialmente teórica, ya había adoptado el enfoque pragmático norteamericano que enfatizaba el aprendizaje de conocimientos estrechamente relacionados con la solución de problemas.

En efecto, por mucho tiempo los proyectos de enseñanza técnica que ostentó la ENI a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, se inspiraron en los planes de estudios de la *Ecole Polytechnique* como a la *Ecole Centrale de Arts et Manufactures*, y consecuentemente, compartieron el énfasis demasiado teórico que entrañaba la formación de ingenieros en esas instituciones. Por lo que parte de las modificaciones realizadas en este periodo porfirista, fue el de desarrollar una enseñanza técnica con una mayor carga de contenidos prácticos y disminuir el excesivo tecnicismo que por mucho tiempo caracterizó a la educación de la ingeniería desde los años del Colegio de Minería (*Ibid.*).

Uno de los propósitos fundamentales fue el de aumentar la matrícula y el número de egresados ingenieros, pues entre 1876 y 1880 había tan sólo 41 ingenieros recibidos, de los cuales nueve provenían de los estados (Bazant, op. cit.). Contrariamente a las disposiciones y estrategias establecidos para fomentar la industria manufacturera y la amplia respuesta por parte de los capitalistas extranjeros y nacionales que redundó en su crecimiento, este interés paradójicamente no se vio reflejado en la demanda por estudiar carreras de ingeniería. A lo largo del periodo porfirista los esfuerzos por estimular la formación de ingenieros no fructificaron y tan sólo en 1910 apenas el 0.12% de la población económicamente activa del país, lo constituían ingenieros y arquitectos (Hermosillo, 1988).

Entre las principales razones que explican el reducido atractivo social que presentaban las ingenierías, radicaba en el hecho de que las grandes obras de urbanización estuvieran en manos de empresas extranjeras lo que produjo repercusiones negativas en las oportunidades de trabajo de muchos ingenieros

mexicanos ante la preferencia de las grandes firmas por emplear a sus propios ingenieros y técnicos, también extranjeros y ocuparlos en los puestos de decisión y supervisión. Una situación que podría frustrar a cualquier egresado de la Escuela de Ingenieros, sobre todo porque a pesar de que éstos estaban igualmente calificados que sus colegas extranjeros,¹⁰ frecuentemente se veían en la necesidad de subemplearse al desempeñarse en puestos de menor categoría y formar parte de las cuadrillas de técnicos e ingenieros dedicados a los trabajos repetitivos o de reparación, o en el mejor de los casos, colocarse en las pequeñas fabricas controladas por mexicanos, empero su escaso potencial tecnológico y reducidas posibilidades de éxito no constituía un empleo atractivo y bien remunerado (Bazant, op. cit.).¹¹

Es importante mencionar que con el arribo de las empresas extranjeras encargadas del desarrollo del sistema ferroviario y de otros ámbitos relacionados con la exportación, no solo se introdujeron nuevas tecnologías y equipos conducentes a la modernización del país; también trajeron los esquemas de organización del trabajo técnico característicos de las empresas capitalistas. Al igual que en las naciones más industrializadas, la división de las tareas productivas y la estructura jerarquizada del trabajo técnico, tuvo repercusiones en la identidad profesional de la práctica de la ingeniería, pero con el agregado de que las actividades técnicas de mayor complejidad quedaban a cargo de personal calificado extranjero, dejando a los técnicos mexicanos aquellas tareas consideradas como repetitivas o de menor envergadura. Inclusive,

¹⁰Milada Bazant (op. cit.) en su trabajo sobre la "Historia de la educación durante el Porfiriato", al estudiar la formación de los ingenieros y los arquitectos en ese periodo, señala lo siguiente: "los extranjeros que visitaron nuestro país se sorprendieron de la preferencia que había por emplear ingenieros extranjeros y no mexicanos cuando éstos estaban igualmente calificados." (2449) Asimismo, Francisco Covarrubias (s/f) en su trabajo "Antecedentes históricos de la industria eléctrica en México" al abundar sobre la organización del trabajo que se llevaba a cabo en las plantas generadoras en donde el superintendente y los ingenieros especializados eran extranjeros, menciona que "algunos ingenieros [mexicanos] llegaron a tener tal preparación que en muchas ocasiones fueron ellos quienes resolvieron algunos problemas técnicos que los especialistas extranjeros no pudieron resolver" (170)

¹¹El trabajo colectivo coordinado por Ciro Cardoso (1988) sobre la historia económica de México en el siglo XIX así como Bazant, (op. cit.) dejan entrever que la distinción hacia los ingenieros y técnicos extranjeros no provenía únicamente de las empresas foráneas, era también compartida por los empresarios del país y el propio gobierno porfirista, en tanto que muchas de las obras públicas desarrolladas por el gobierno federal, fueron planeados por especialistas foráneos.

Bazant (op. cit.) menciona la preferencia del gobierno porfirista por los ingenieros extranjeros que también se encargaron de la planeación de las obras urbanas (sanitarias e hidráulicas) lo que pone a pensar si esta labor intermedia que se le asignaba al ingeniero mexicano por un lado, justificaba la demanda de una formación fundamentalmente práctica aunque no comparable con la enseñanza que se le proporcionaba a los obreros calificados egresados de la Escuela de Artes y Oficios y por el otro, constituía una traba para atraer a los jóvenes de las clases burguesas y acomodadas, en detrimento del estatus social que podía alcanzar la profesión de la ingeniería en México.

En estrecha relación con lo anterior, una segunda circunstancia que podría contradecir la evolución de la enseñanza de la ingeniería en México, tiene que ver con el carácter poco atractivo que tenían las profesiones técnicas entre los grupos dominantes y estratos medios, quienes en cambio, depositaban sus expectativas de ascenso social en otras profesiones "más liberales" como la abogacía o la medicina. Una situación que se refleja en la escasa demanda estudiantil por estudiar algunas de las carreras de la ingeniería y en todo caso, sería la ingeniería civil la más popular pues debido a su tradicional vinculación con el poder público y su participación en la construcción de obras asociadas con el bienestar social, esta especialidad despertaba el interés de algunos jóvenes que aspiraba alcanzar una movilidad social y económica.

De igual manera, la formación de técnicos y obreros calificados fue también una prioridad en la política educativa porfirista. El avance del sector fabril apoyada con abundantes capitales tanto extranjeros como nacionales, la introducción de maquinaria moderna y el surgimiento de la industria pesada (siderúrgica, cemento, etc.), repercutió favorablemente en la Escuela Nacional de Artes y Oficios (ENAO) (Flores y Montiel, op. cit.). El auge que experimentaba el proceso de industrialización en el país, fue determinante para que la ENAO se fuera alejando de la "formación de artesanos para convertirse en formadora de obreros calificados con una educación teórico-práctica" (Flores y Montiel, op. cit.; 90), buscando la racionalización de la ingeniería y la técnica y con ello, consolidar la enseñanza industrial. Esto significaba que la ENAO reorientaría

su enseñanza hacia la preparación de obreros de calificados con las competencias en las llamadas "ciencias industriales", en detrimento de las artes y oficios que respondían más a la organización del trabajo artesanal que a las demandas de la industrialización intensiva.

En 1890, con recursos de la propia Secretaría de Fomento y "asesoría estadounidense" se creó la Escuela Práctica de Maquinistas (Moles, op. cit:154).¹², aunque según algunos autores como Paolo Riguzzi, (1995:170) cuestionan que la iniciativa del gobierno porfirista por formar cuadros especializados en esa rama del transporte con la idea de conducir a la "mexicanización" del personal y con ello, reducir los costos de operación, se hizo tardíamente, aún cuando la expansión de la red ferroviaria representó una de las prioridades económicas del régimen porfirista además de haber sido el instrumento trascendental en la transformación económica y social del país. Tres años después de su creación, esta escuela fue anexada a la ENAO (*Ibid.*).

La participación de asesores norteamericanos en la elaboración de los programas educativos para la capacitación de maquinistas, refuerza la idea de que la integración de una nueva carrera sobre una determinada profesión u ocupación, requiere de la conformación de una comunidad especializada no solo en el plano del conocimiento disciplinario inherente al campo, sino también respecto de las prácticas profesionales que se estructuran en el mercado de trabajo.

Pero también denota lo paradójico que puede ser la política educativa, pues tuvieron que transcurrir más de veinte años desde que se construyeron las primeras vías ferrocarrileras, para que los mexicanos adquirieran el conocimiento sistematizado y racional, así como la experiencia tecnológica sobre el tema y en cambio, es hasta la primera mitad de los noventa del siglo XIX, cuando la ENI y la ENAO ofrecieran las carreras de ingeniero y técnico en la especialidad ferroviaria, en un momento en que las construcciones de la red ferroviaria habían disminuido considerablemente. En

¹²Para los fines del estudio, lamentablemente Moles no abunda sobre las características de esta asesoría y otros autores como Bazant, así como Flores y Montiel que analizan la historia de la ENAO, no lo mencionan.

contraste, veinte años atrás, la escuela de ingenieros abriría la carrera de ingeniería industrial en una época en que no había suficientes empresas que requirieran sus servicios (Bazant, op. cit.).

Frente al panorama adverso de la profesión y enseñanza de la ingeniería que no lograba conciliar la demanda social con los requerimientos laborales que se planteaba a la profesión, cabría preguntarse acerca de los modos cómo la ENI desarrollaba y actualizaba sus programas educativos casi con la misma calidad que caracterizaba a las instituciones similares de los países más industrializados y qué determinaciones sociales, económicas e ideológicas sustentaban sus decisiones.

Las publicaciones especializadas y el viaje de estudiantes a instituciones extranjeras con el propósito de aprender los avances científicos y tecnológicos, han sido y seguirán siendo los mecanismos más tradicionales para llevar a cabo la difusión ampliada de la ciencia y la tecnología y su adaptación a las condiciones estructurales del país.

Como ya se había mencionado anteriormente, los jóvenes de las clases adineradas aprovechaban las oportunidades que les proporcionaba su condición económica para realizar estudios superiores en el extranjero, especialmente en Francia y España, así como los escasos egresados tanto de la ENI como de la ENAO, que al destacarse por su elevado rendimiento escolar habían recibido una beca de estudios en el exterior. Muchos de ellos, a su regreso se integraban como maestros y transmitían los conocimientos más recientes en la formación de técnicos e ingenieros. Hasta antes de que se institucionalizara la ciencia y la tecnología en las últimas décadas del siglo, es de suponer que tanto la Escuela de Ingenieros, como la de Artes y Oficios, se apoyaron en estos dos mecanismos para definir sus proyectos educativos.

"Las clases acomodadas recurrían cada vez más a los establecimientos educativos europeos y norteamericanos para la formación profesional de sus hijos; fueron ellos quienes, a su regreso, se encargarían de introducir en México los avances filosóficos y científicos que habían aprendido en el extranjero" (Moles, op. cit.:154).

Sin embargo, a diferencia de los países más desarrollados, la posibilidad de establecer lazos de intercambio de ideas y conocimientos entre grupos corporativos de profesionistas o científicos en los campos de la tecnología y la ingeniería aplicada no pudo realizarse en México sino hasta la segunda mitad del siglo XIX, cuando se crearon las primeras asociaciones de ingenieros y se conformaron las primeras comunidades científicas.

Existe coincidencia entre los historiadores mexicanos de considerar al régimen porfirista como el principal promotor de la ciencia y su institucionalización. La influencia de las doctrinas positivistas constituyeron un marco ideológico propicio para el desarrollo de las ciencias, atendiendo su producción intelectual y experimental. Y en efecto, bajo el mandato de Porfirio Díaz se desarrolló una política científica y educativa que al apoyar las actividades científicas que con muchos titubeos se habían venido realizando desde los años de la Reforma, favoreció la creación de una serie de instancias encargadas del desarrollo y divulgación de las distintas ciencias especializadas.

De este modo, la última década del siglo XIX y principios del presente, fue testigo de la creación de diversos centros dedicados a la investigación y divulgación de la ciencia,¹³ y de la conformación de sociedades científicas y agrupaciones de profesionistas en distintas áreas, de las cuales destacaría por su importancia una nueva versión de la Sociedad Científica "Antonio Alzate" que en poco tiempo aglutinaría a los científicos más destacados.¹⁴ Estos establecimientos y agrupaciones sostendrían diversas finalidades que iban desde la producción de conocimientos por la vía de la investigación, hasta la realización de actividades promocionales y para lo cual utilizaban los mecanismos que las comunidades científicas internacionales empleaban para la difusión e intercambio de ideas, tales como publicaciones en periódicos y

¹³Por ejemplo en 1888 se creó el Instituto Médico Nacional y en 1891 se fundó el Instituto Geológico. Ambas instituciones contemplaron la realización de investigaciones originales así como las actividades de divulgación.

¹⁴La Sociedad Científica "Antonio Alzate" fue originalmente fundada durante el gobierno Juarista, pero sería en el régimen porfirista donde alcanzaría su cristalización.

revistas especializadas, organización de reuniones de especialistas y participación en eventos científicos públicos internacionales (Saldaña y Azuela, 1994).¹⁵

No obstante la intensidad del movimiento científico que se gestó a fines del siglo XIX, en los ámbitos del desarrollo y difusión tecnológica subsistía un preocupante olvido. De más de una treintena de sociedades científicas que se fundaron a lo largo del siglo XIX, la mayoría de ellas en el periodo porfirista, sólo cinco se relacionan con el gremio ingenieril: Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México (1869), Sociedad Minera (1875) Sociedad de Arquitectos, Arqueólogos e Ingenieros (1876), Sociedad de Ingenieros de Jalisco (1880) y Sociedad de Ingenieros y Artistas Mexicanos (1899), casi todas ellas con actividades editoriales de divulgación a base de boletines, revistas y anuarios (Barberena y Block, 1986).

Todo parece indicar que en el siglo XIX, las revistas o semanarios, además de los folletos y periódicos con temas relacionados con las ciencias aplicadas, constituían el principal vehículo de divulgación entre los técnicos e ingenieros. A mediados del siglo, comenzaron a introducirse una variedad de publicaciones norteamericanas referidas a la mecánica y otras ciencias aplicadas que tuvieron una amplia difusión en los medios artesanales, industriales y académicos, algunos de los cuales fueron de gran utilidad en la enseñanza de la ingeniería (Sánchez, 1980).

A diferencia de lo que sucedió en países como Francia, Gran Bretaña, Alemania y los Estados Unidos, en donde la creación de las escuelas técnicas y de ingeniería fueron resultado de las exigencias y demandas de grupos de industriales y de comunidades científicas y tecnológicas, que requerían de contar con recursos humanos calificados en el manejo de tecnologías cada vez más sofisticadas. Dichos grupos llegaron a convertirse en instancias de vigilancia y regulación en el ejercicio profesional del ingeniero, de tal forma que reconocían y protegían a los ingenieros diplomados en determinadas escuelas contra los ingenieros "de oficio" o autodidactas. En cambio, en

¹⁵Sobre el desarrollo histórico de la ciencia en México existe una cantidad razonable de trabajos. De este tema se destacan los estudios de Elías Trabulse editados por el Fondo de Cultura Económica y el Colegio

México, el Estado fue el único decisor de la educación técnica, aún cuando se sabe que atendió a las iniciativas de algunos poderosos industriales y hombres visionarios que no pertenecían a un determinado grupo corporativo. En este sentido, los modos como se acreditaban los estudios de un ingeniero, era a través de la descripción de las escuelas a las que el Estado les otorgaba validez oficial a los estudios y títulos que ofrecían.

Pese a que todo parece suponer que los ingenieros de la época porfirista, recibían una formación de buena calidad, la indefinición de la política educativa y su desfase con la realidad industrial que se vivía, ayuda a entender que la educación técnica fracasó en sus intentos por atraer a los jóvenes de las clases medias. En realidad, el país no tuvo un auténtico sistema de educación tecnológica y como se verá más adelante, éste comenzaría a construirse hasta bien iniciados los años cuarenta. De igual manera, tampoco contó desde un principio, con una institución politécnica con las características de ofrecer una diversidad de especialidades y niveles educativos, hasta que se creara el Instituto Politécnico Nacional en los años treinta del siglo XX. Por último, y con el propósito de tener una idea del atraso que vivía el país también en materia de educación técnica, es interesante señalar que para fines del siglo XIX, Estados Unidos contaba con 100 escuelas de ingeniería graduando anualmente aproximadamente a 1200 nuevos ingenieros. (Grayson, 1993)

9. Los primeros decenios del periodo postrevolucionario. Hacia la consolidación industrial.

Durante el movimiento armado revolucionario, la estructura industrial resultó severamente afectada. Entre 1910 y 1918 se registró una baja del 4.0% anual y parte de la infraestructura quedó seriamente dañada como las vías ferroviarias, carreteras y puentes (INEGI, 1992). No obstante, la primera guerra mundial significó una recuperación de la producción minera y aceleró la expansión petrolera. En el campo de las manufacturas, al restringirse las importaciones la industria textil elevó su

producción, a la vez que aumentaron las exportaciones de artículos de primera necesidad.

Una vez establecidos los principios y lineamientos legislativos en la Constitución de 1917, que regirían a la emergente estructura económica, política y social del país, la industria de la transformación entraría en una fase de definición y delimitación. En el periodo revolucionario la importancia otorgada a la industria básica dinamizó las fundidoras de hierro y acero, al tiempo que se inicia la fabricación de piezas de maquinaria y carrocerías y se instalan los primeros laboratorios químicos con moderna tecnología (*Ibid.*).

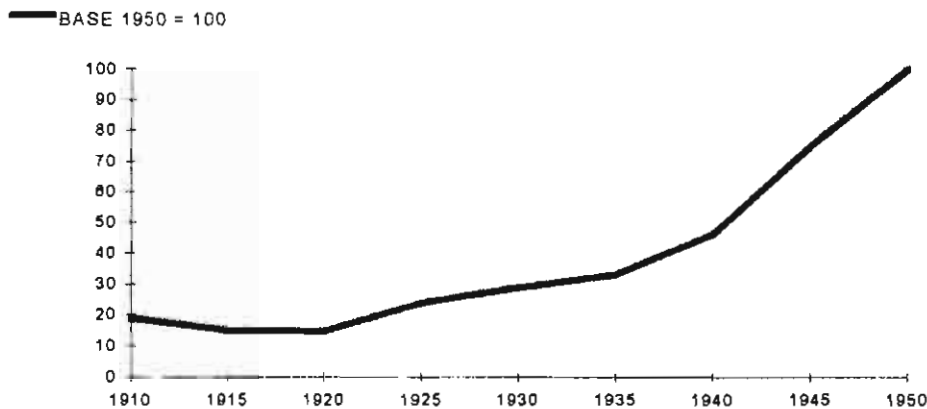
"En esta etapa la rama de laboratorios de artículos para tocador y farmacéuticos entró en un proceso de ampliación y modernización. Se instalaron la planta de montaje de la Compañía Ford, en 1926; la Compañía Simmons, productora de camas y colchones en 1927; hacia 1930, cerca de la frontera, tres plantas empacadoras de manteca importada de los Estados Unidos. La fábrica "El Popo" inició un programa experimental para producir llantas e impermeables. Las fábricas de cigarrillos de propiedad angloamericana, introdujeron maquinaria más moderna. Y la industrialización se aceleró notablemente en algunas zonas, como la de Monterrey" (INEGI, 1994c:601).

Tampoco se descuidó la modernización de las comunicaciones y transportes. La expansión del mercado interno demandó la instalación de nuevos servicios como el telefónico en las principales ciudades, la ampliación del servicio eléctrico y el incremento de las redes ferroviarias. En 1927 se establecen las primeras líneas aéreas internacionales (*Ibid.*).

La industrialización había entrado en un proceso de auge productivo y modernización. La formación de capitales y el aumento de las inversiones sobre todo extranjeras, constituían la base de un constante crecimiento económico que se prolongaría hasta las décadas posteriores al movimiento revolucionario. Una vez superada las secuelas que produjo la crisis económica verificada en 1929 en los Estados Unidos, el volumen de la producción industrial exhibió una notable recuperación hasta

alcanzar un índice del 34.2% respecto del 27.3% registrado en 1929 (gráfica 2). En 1929, la industria contribuyó con el 18.6% al ingreso nacional, superada por la agricultura y la minería. Para 1939, este sector ocuparía el primer lugar con el 23.1% (*Ibid.*).

Gráfica 2.
INDICE DEL VOLUMEN DE PRODUCCION DE LA
INDUSTRIA MANUFACTURERA
(1919 - 1950)



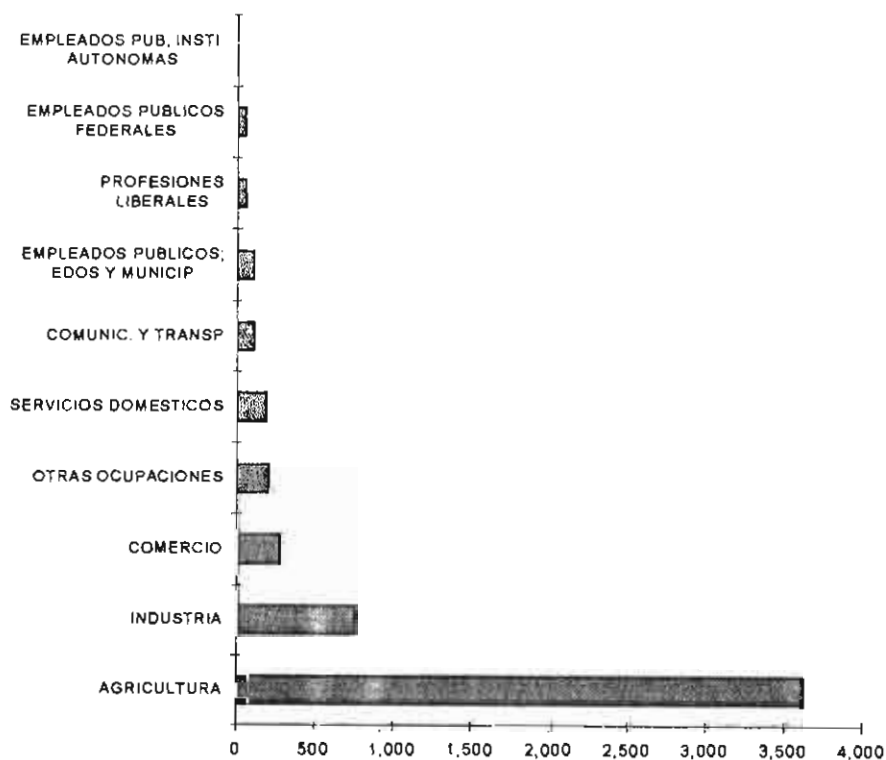
Fuente: INEGI, 1994

Un segundo indicador del desarrollo industrial lo constituye la estructura ocupacional hacia donde se dirige la población económicamente activa (PEA). En 1930, el sector industrial ocupaba el segundo lugar del total de la mano de obra después de la agricultura. En ese año, el país contaba con 16,550,000 habitantes de los cuales, la PEA, representaba el 32% y se distribuían en las siguientes actividades: En el sector agrícola laboraban 3,626,000 personas, mientras que la industria tan solo a 743,000. El sector comercio empleaba a 273,000 y ocupaba el tercer lugar (Campa, 1944) (gráfica 3).

Sin embargo, los intereses extranjeros que buscaban la explotación y exportación de las materias primas y el aprovechamiento de la mano de obra barata, convirtieron al país en una “economía de enclave”, cuya principal fuente de divisas recaía principalmente en los productos agrícolas, minerales e hidrocarburos (Martínez del Campo, 1985). Pese a los constantes cambios presidenciales ocurridos hasta bien

iniciada la década de los treinta, siempre estuvo presente entre los gobernantes de la época, la presión por cumplir con los mandatos emanados de la Constitución de 1917 relacionados con la expansión y participación del Estado en la protección de los intereses nacionales en el uso y control de los recursos naturales en beneficio del pueblo mexicano. Bajo este marco legal se incrementó la intervención del Estado de una manera más directa en el impulso y orientación de la economía, "en la nacionalización de los sectores estratégicos y la centralización de la banca y de sus instrumentos financieros" (Olivares, 1990: 59).

Gráfica 3.
DISTRIBUCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE
ACTIVA
(en miles)



Fuente: Campa Valentín, 1944.

La primera experiencia de participación del Estado en ámbitos productivos importantes para la modernización del país, tuvo lugar en la época porfirista cuando el gobierno federal, se vio obligado a comprar acciones de las empresas extranjeras propietarias de las líneas ferroviarias más importantes, con el propósito de solventar a la industria y evitar su inminente quiebra, toda vez, que la mayor parte de los ferrocarriles ya no reportaban fructíferas ganancias como en las primeras décadas del régimen del General Díaz. Para 1908, el gobierno era propietario de "alrededor de dos tercios del sistema ferroviario nacional y había formado una nueva corporación: "Ferrocarriles Nacionales de México" (Coatsworth,1997:181). Una vez alcanzada una cierta estabilidad en el país, la actuación de las empresas extranjeras monopólicas continuaron creciendo su importancia económica pero bajo una nueva fisonomía: la mediación del Estado.

El Estado aparece como una instancia reguladora del avasallante desarrollo del capitalismo en el país y gradualmente los gobiernos posteriores a la revolución intervienen con procedimientos jurídicos, sociales y económicos que aseguraran por un lado, la continuidad estable del capitalismo monopólico en beneficio de los grandes capitales e inversiones, y por el otro, el bienestar social de la población, calmando inquietudes obreras y extendiendo los servicios de atención social (salud y educación) al conjunto de la sociedad

Surge entonces, el Estado-benefactor que interviene en el control del mercado, la inflación y en el intercambio de divisas, a fin de conducir al desarrollo económico y a la creciente industrialización local, fincadas principalmente en la exportación de materias primas y energéticos. Sería en los años treinta durante el periodo de Lázaro Cárdenas, cuando el Estado consolida su papel como promotor de la industrialización y modernización del país, al nacionalizar, crear empresas estratégicas —varias de ellas con inversión extranjera—, expropiar la industria petrolera y aumentar su participación en la telefonía y en la generación de energía eléctrica.

Bajo la administración de Lázaro Cárdenas, en la segunda mitad de los 30 y una vez pacificado el país, el espíritu nacionalista encarnado en la figura de Cárdenas sellarían

el establecimiento de las condiciones estructurales y económicas en donde gravitaría el desarrollo de la industria nacional, principalmente en la rama de las manufacturas. Aún cuando el programa cardenista buscaba reforzar los sectores agrícola, minero y energético, los logros alcanzados en esos ámbitos, en consonancia con la instrumentación de una serie de medidas financieras y crediticias, disposiciones fiscales y arancelarias posibilitaron despejar el campo para el despegue de la industria de la transformación (Gracida, 1994).

"La estructura económica recibió un impulso fundamental con la aceleración de la reforma agraria, la expropiación petrolera, la nacionalización de los ferrocarriles, la reorientación de gran parte de los servicios públicos hacia la promoción del desarrollo económico nacional¹⁶ y el incremento de la inversión pública y su aplicación como factor de fomento industrial" (*Ibid.*).

El programa cardenista planteaba que con la participación directa del Estado en el control y expansión de la base energética y ferroviaria y la instalación de un sistema financiero que alentaría la inversión privada,¹⁷ la industria de la transformación entraría en un proceso de crecimiento acelerado, se llegaría a la autodeterminación productiva y se establecerían los cimientos en los que en el futuro inmediato, descansaría la economía nacional. A fines del sexenio en 1939, el programa cardenista vio sus primeros frutos cuando la producción manufacturera alcanzó una tasa de crecimiento sin precedentes, del 9.85% (*Ibid.*). Para 1930, la Ciudad de México ya presentaba una creciente concentración industrial. En ese año, el país contaba con 46,830 establecimientos de los cuales el 6.8% se localizaban en esa ciudad y participaba con el 32.1% del total de la producción bruta manufacturera (Garza, op. cit.).

¹⁶ Se refiere a la Ley de la Industria Eléctrica de 1938.

¹⁷ En 1934, se creó Nacional Financiera para el Fomento Industrial.

10. Construcción del primer sistema de educación tecnológica.

En el terreno de la educación, las doctrinas positivistas continuaron teniendo arraigo entre los pensadores y algunos dirigentes políticos de las épocas. Previamente, bajo la gestión de Justo Sierra, Secretario de Instrucción Pública en el régimen porfirista, en 1910 se instauró la ley constitutiva de la Universidad Nacional de México, suprimida desde 1865 dando lugar a la elevación a niveles universitarios de los estudios preparatorianos,¹⁸ así como aquellos que se impartían en las Escuelas Nacionales de Medicina, Jurisprudencia, Ingenieros, Bellas Artes¹⁹ y la recién creada Escuela de Altos Estudios.

Los gobiernos postrevolucionarios reivindicaron la importancia de la educación, particularmente la técnica, en todos sus niveles escolares. A la combinación de ideas liberales y positivistas plasmadas en la consigna de que el Estado debiera garantizar la educación gratuita y laica a todos los mexicanos, se le agregaba un sentido popular profundamente nacionalista, expresado no sólo en la enseñanza de los valores nacionales, sino que en el caso de los profesionistas, sobre todo ingenieros y técnicos, su formación debería vincularse con las prioridades sociales y económicas que requería el progreso material del país.

Después del movimiento revolucionario, la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI) experimentó una gran transformación al pasar a formar parte de la Universidad Nacional de México, restablecida en 1910, llevando a la ingeniería a alcanzar un nivel universitario. En 1916 bajo el gobierno de Carranza se fundó la Escuela Nacional de Industrias Químicas que poco después pasaría a depender de la Universidad. Con la creación de la Escuela de Química se confirmó una vez más, la importancia puesta en la educación tecnológica de alto nivel, además de que la incipiente industria requería de profesionistas preparados científicamente y técnicamente en el uso industrial de la Química. Hasta entonces los estudios de la química se encontraban dispersos. En un principio,

¹⁸Lo que se traduciría en su integración a la Universidad Nacional.

éstos se impartían en el Colegio de Minería con el objeto de ser aplicados en las actividades de beneficio de la plata. Cuando los conocimientos farmacéuticos adquirieron importancia y en el marco de la reorganización de la educación superior emprendida en 1867, se le encomendó a la Escuela de Medicina su impartición. De este modo, a principios del siglo XIX, la enseñanza de la química presentaba un carácter de complementariedad en la formación de profesionistas que no se especializarían en esta disciplina y por lo tanto, de su enseñanza se encargaban las Escuelas Nacionales de Ingenieros y la de Medicina (García, 1991).

Sin embargo, en el plano de la demanda estudiantil y la eficiencia terminal, se podría decir que la educación técnica presentaba un panorama desolador. Los esfuerzos gubernamentales por impulsar la educación técnica en sus diferentes niveles educativos (incluyendo el nivel superior) no se vieron reflejados en un aumento de la demanda estudiantil, además de que la profesión de la ingeniería continuaba siendo una profesión poco atractiva para las emergentes clases medias.

Por su parte, en 1916, la ENAO estableció un nuevo plan de estudios en donde contemplaba las carreras de maestro en taller y la de ingeniero, además de las modalidades que hasta el año anterior había venido impartiendo.²⁰ En el nuevo plan de estudios, se crea la formación de obreros automovilistas y al igual que las especialidades de mecánica y electricidad, se estableció con una duración de cuatro años y en seis años se alcanzaría los grados de ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica, teniendo como requisito para su acceso, la posesión de estudios terminados de primaria superior.²¹ Fue así como la ENAO se transformó en la Escuela Práctica de Ingenieros Mecánicos y Electricistas (EPIME) (Flores y Montiel, op. cit.).

Al igual que su antecedente, la ENAO, la Escuela Práctica de Ingenieros Mecánicos y Electricistas no perdió su sentido fundamentalmente social y popular, a la vez que se

¹⁹Habría que recordar que en esa institución se impartían los cursos de Arquitectura

²⁰ Se refieren a las modalidades de: obreros en las especialidades de: herrería, tornería, fundición y carpintería, en tres años; obreros decoradores en tres años; obreros mecánicos; obreros electricistas y obreros mecánicos automotrices, todos en cuatro años.

consolidaba como una escuela dedicada a la capacitación para el trabajo. Con los propósitos de brindar educación técnica en todos los niveles, desde el elemental hasta el especializado y extenderla principalmente a los jóvenes pertenecientes a las clases trabajadoras, esta institución sentó las bases académicas y conceptuales de lo que posteriormente se configuraría la enseñanza técnica con las características de ser práctica y alejada de una instrucción puramente académica y teoricista como la que se le acusaba a la enseñanza universitaria, incluyendo la que se impartía en la Escuela Nacional de Ingenieros (Mendoza, 1982).

Surge así, la llamada enseñanza vocacional que sería la enseñanza manual y práctica orientada a la clase trabajadora. Efectivamente, la ENAO había culminado un periodo de 48 años dedicada a la capacitación del trabajo para dedicarse a la formación de ingenieros en un nivel profesional y hasta entonces:

"La ENAO preparó cuadros capaces de hacer funcionar el aparato productivo perteneciente mayoritariamente al capital extranjero y construido en forma total con tecnología no propia. No fue una escuela para el desarrollo nacional, ni pudo constituirse en el eje de un verdadero sistema nacional de educación técnica. Aunque estos objetivos no se los planteó el gobierno del general Díaz". (Flores y Montiel, op. cit.; 113-114)

Este cambio institucional y educativo que experimentó la ENAO formó parte de las reformas educativas que el gobierno carrancista llevó a cabo en todos los niveles educativos, especialmente en la enseñanza técnica. Al igual que en otras épocas anteriores, el fortalecimiento de la enseñanza técnica constituía una de las prioridades de la política educativa, inclusive por encima de la educación universitaria, toda vez que se trataba de elevar los índices de alfabetismo entre la población de escasos recursos y "la formación de obreros aptos y técnicos competentes" (*Ibid.*:122).

²¹ En esa época la educación primaria superior era de seis años y equivalía a la educación secundaria actual.

Con este propósito, Flores y Montiel en su historia sobre la ESIME, hacen referencia a los viajes que el entonces ministro de educación realizó por Europa a fin de conocer los sistemas educativos de los principales países y desarrollar las experiencias adquiridas en el país. Agregan que el Ministro optó por el modelo suizo de enseñanza técnica (el *Technicum*), el cual formaba técnicos con conocimientos científicos y consistía en cursos con una duración de cuatro años después de haber cursado ocho de primaria (*Ibid.*:122).

Si bien, la ESIME alcanzó un nivel superior en la preparación de ingenieros, no dejó de continuar con su tarea de formar obreros calificados en distintas áreas tales como mecánica, eléctrica y en automovilismo, una carrera de reciente creación. De este modo, el nuevo plan de estudios comprendía cursos de cuatro años para la formación de obreros, así como de maestros de taller y cursos de seis años para los estudios de ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica.

A diferencia de la Escuela Nacional de Ingenieros de la Universidad, la creación de la ESIME se inscribe dentro de las políticas de impulso a la educación popular y por lo tanto, no era una escuela profesional a nivel universitario, si se consideran los antecedentes académicos y de escolaridad que se requerían para ingresar a las carreras de ingeniería, toda vez que no se solicitaba contar con el bachillerato y solo bastaba con el certificado de educación primaria superior:

"Los estudios de obrero especializado –electricista, mecánico y de automóvil–, tenían una doble función: eran estudios terminales y propedéuticos. Es decir, al cursar los primeros cuatro años de estudios se obtenía el diploma de obrero especializado. Si los resultados eran excelentes, el estudiante obtenía el diploma de maestro de taller, situación que por otra parte, lo facultaba para inscribirse en los cursos de ingeniero" (Flores y Montiel, op. cit.: 128).

Con estas características, desde entonces la ESIME junto con la ENI de la Universidad, coexistirían en la Ciudad de México como dos instituciones que aparentemente comparten los objetivos de formar ingenieros en las áreas mecánica y eléctrica, pero que en realidad ostentaban contrastantes proyectos y visiones acerca del

campo de la ingeniería que repercutieron en la conformación de las respectivas clientelas estudiantiles. La primera promovía el pragmatismo, fomentaba la formación de un ingeniero esencialmente técnico y se dirigía a las clases populares, mientras que la segunda, promulgaba una visión científica de la ingeniería, vislumbrando un ingeniero profesional de extracción universitaria y con ello satisfacer las aspiraciones de los jóvenes de estratos medios urbanos.²² Pronto, la consolidación institucional de estas dos escuelas que en esos años dependían de la Secretaría de Educación Pública, (SEP) pero adscritas a Departamentos diferentes, significaría la demarcación que hasta la fecha, tendría la enseñanza tecnológica de corte práctico e inmediateista respecto de la universitaria, aún cuando ésta comprendiera la formación de ingenieros y otras profesiones importantes para las actividades económicas.

En el marco de la Magna Acta Constitutiva establecida en 1917, entre las primeras acciones que se hicieron para la educación superior, estaba la de fomentar el acceso a este nivel educativo y para los cual se precisaron los grados académicos y universitarios (Moles, op. cit.). Sin embargo, la falta de un órgano administrativo facultado para delinear la política educativa y los mecanismos regulatorios a los que debieran someterse los establecimientos educativos, incluyendo la Universidad, no posibilitaron en lo inmediato, los resultados esperados.

Durante la presidencia de Obregón, se define la intervención formal del Estado en la industrialización en donde la ampliación de las oportunidades educativas, la erradicación del analfabetismo y la extensión de la enseñanza técnica entre las clases sociales mayoritarias, se consignan como los propósitos a alcanzar a fin de engendrar un pensamiento social orientado a superar el atraso intelectual en que vivían la mayoría de los mexicanos.

En 1921, se crea la Secretaría de Educación Pública (SEP), con José Vasconcelos como Secretario. La importancia que significaba la educación técnica para el gobierno

²²Llama la atención que los estudios históricos existente sobre la formación de ingenieros no abordan la coexistencia de lo que en esos años serían las principales escuelas de ingeniería en la Ciudad de México:

obregonista, se demostró cuando en ese organismo se creó el Departamento de Enseñanza Técnica Industrial y Comercial encargado de la definición de políticas y programas de enseñanza técnica, así como de la ampliación de la base institucional.

Entre las acciones inmediatas que se hicieron, destacan la creación de varias escuelas técnicas, entre las que sobresalen las Escuelas: Normal Técnica de Maestros Constructores; de Ferrocarriles; de Industrias Textiles; Tecnológica para Maestros; Nacional de Artes Gráficas (Mejía, op. cit.; Flores y Montiel, op. cit.).

Considerando su nivel académico, la Escuela Práctica de Ingenieros Mecánicos y Electricistas se transformó en Escuela de Ingenieros Mecánicos y Electricistas (EIME) y con ello, la fusión de las carreras de ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica en ingeniería mecánica-electricista. Asimismo, con el propósito de formar técnicos y obreros calificados, se fundó el Instituto Técnico Industrial en 1923.

Obregón reconocía la importancia de la capacitación técnica. Su propósito de convertir a México en productor y gran exportador en lugar de importador de manufacturas hechas con materias primas generadas en el propio país, justificó la acción de otorgarle a la enseñanza técnica el rango de obligatoriedad en todos los niveles escolares.

Desde su apertura en 1910 hasta los años 40, la Universidad Nacional de México se encontraba en constantes cambios de orden académico, administrativo y sobre todo políticos. Había pasado por momentos convulsos y de inestabilidad política que eran más bien, el reflejo de los años turbulentos por los que transitaba el país. Sin embargo, sin restarle importancia a estos hechos, sólo se abordará lo referente a las modificaciones académicas que en ese periodo, experimentaron las escuelas de Química e Ingeniería, por ser ellas las que se encargan de la enseñanza de las ingenierías de la manufactura, tema de esta revisión.

Como ya se mencionó, en 1916, se creó la Escuela Nacional de Industrias Químicas impartiendo tres carreras: "químico industrial" con una duración de cuatro años;

la Escuela Nacional de Ingenieros y la Escuela Práctica de Ingenieros Mecánicos y Electricistas y sus

“perito en industrias” de dos años; y “práctico en industrias” de tan solo un año. La primera generación contaba aproximadamente 70 alumnos distribuidos en esas tres carreras. Las áreas industriales que estaban siendo consideradas en el plan de estudios sumaban doce, mismas que representaban la estructura nacional de la industria química de esa época (García, op. cit.).

Al año siguiente la escuela se integró a la Universidad Nacional y pasa a ser Facultad de Ciencias Químicas. Se abrió la licenciatura de ingeniero químico²³ y se ofreció el título de Doctor en Química. En 1919, la escuela incorpora los cursos de farmacia que por mucho tiempo había sido impartida en la Escuela de Medicina y de nuevo cambia su nombre por el de Escuela Nacional de Ciencias Químicas y Farmacia (*Ibid.*).

En los años en que José Vasconcelos fungía como secretario de la SEP, de nuevo se estableció un sistema de becas para enviar a los estudiantes del nivel superior, a realizar estudios de posgrado en el extranjero con la condición de que a su regreso deberían aplicar sus conocimientos en las áreas productivas del país. En el caso de los químicos, varios egresados recibieron los beneficios de la beca para desplazarse a instituciones educativas principalmente europeas. En 1924 había 22 alumnos becados para estudiar química en Europa. Sin embargo, el acuerdo sostenido de trabajar y aplicar los conocimientos aprendidos en el país, en la práctica no era posible cumplir, debido a la falta de una base tecnológica y económica y el predominio de los técnicos extranjeros en los puestos importantes en la industria química (García, 1985).

Hay que mencionar, que el mercado de trabajo de los químicos en esos años comprendían los ingenios azucareros, las refinerías petroleras, fábricas de papel e industria siderúrgica, la gran mayoría manejadas por extranjeros. En estos escenarios, los profesionistas químicos mexicanos, independientemente de su calidad formativa, tenían que conformarse con puestos de segunda categoría o laborar en pequeñas empresas como las boticas y en organismos oficiales (*Ibid.*). Los egresados de las carreras relacionadas con la rama farmacéutica se dedicaban a atender farmacias, sin

que ésto implicara una participación directa en la elaboración de medicamentos. Los químicos trabajaban en las industrias azucareras, textil y petrolera.

"Gracias a sus relaciones personales, algunos egresados pudieron colocarse en la elaboración de azúcar, alcohol, jabón, tintas, explosivos, pero tanto los químicos como los ingenieros químicos se ocupaban sobre todo del mantenimiento de los procesos, de su cuidado, no del diseño de los mismos, ni de las plantas que los hacía funcionar (...) La industria artesanal era muchas veces la que demandaba el trabajo de nuestros egresados; la privada se encontraba dominada por los extranjeros" (García, op. cit.:99).

En 1926, de nuevo la carrera de Químico Técnico fue sustituida por la de ingeniero químico y por primera vez se propuso la de químico. Para el año siguiente la Escuela de Química ofrecía también las carreras de: químico farmacéutico, auxiliar de farmacia, metalurgista y ensayador y químico petrolero.²⁴ Cabe mencionar que en los talleres industriales que albergaba la Escuela, éstos no sólo cumplieron una función didáctica. De hecho se elaboraban productos de consumo que eran adquiridos por los vecinos de la institución como el jabón y algunas otras sustancias de utilidad doméstica (*Ibid.*).

Al no haber en esos años, una estructura industrial plenamente delineada en sus dimensiones tecnológica y organizacional que permitiera derivar una demanda precisa de ingenieros, el mercado profesional de la ingeniería era un tanto amorfo que no acababa por definir de manera más precisa un perfil deseable del ingeniero. Por otra parte, al no haber existido una política inductiva hacia el desarrollo tecnológico, lo que devino en una dependencia del país en esta materia, las escuelas de ingeniería alentadas por las reformas educativas de la época, tuvieron que inspirarse en los proyectos de educación tecnológica que se verificaban en los países más industrializados, con sus consecuentes repercusiones en la formación profesional de la ingeniería, como así lo señala Moles, (op. cit.):

²³Dos años después, esta carrera se transformaría en "Químico Técnico".

²⁴Esta carrera no atrajo una demanda suficiente y fue suprimida poco tiempo después.

"...Las limitaciones docentes junto con una incipiente investigación científica, determinaron que los planes de estudios se inspiraran en la demostrada eficacia de las instituciones extranjeras que actuaban como vanguardia internacional de los avances teóricos-prácticos de la industrialización" (166).

Efectivamente, la cita anterior revela como las escuelas de ingeniería tuvieron que basarse en las demandas de la industrialización de los países más desarrollados y derivar programas de estudios y contenidos, poco relacionados con la estructura industrial de la época y domesticar esos conocimientos a la realidad industrial del país. Como ya se había señalado, no obstante que durante el Porfiriato la ciencia alcanzó su verdadera institucionalización, además de que se multiplicaron las asociaciones científicas y médicas que darían lugar al intercambio de ideas con sus pares del exterior, la ingeniería y la tecnología no se encontraban entre los campos más favorecidos para ser atendida, como así fue el caso de la medicina y aquellas áreas asociadas con el conocimiento de la fauna, la flora y la geografía natural. (Saldaña y Azuela, 1994; Besuri 1996)²⁵

En el segundo decenio, las empresas extranjeras particularmente aquellas dedicadas a la electrificación del país y la explotación petrolera, entraron en un periodo de auge y aún cuando sus políticas de contratación continuaban favoreciendo al personal extranjero para su desempeño en los puestos superiores, gradualmente se inició el empleo de ingenieros mexicanos para ocuparlos en los segmentos intermedios de la jerarquía laboral. En 1932, el gobierno estableció por ley la obligación de las empresas extranjeras de contratar un determinado número de trabajadores mexicanos;

"...simultáneamente, las compañías advirtieron que era más barato contratar ingenieros mexicanos que traer extranjeros a México y que los mexicanos estaban más

²⁵Al respecto, es interesante aludir a la referencia de Vessuri (1994), en el sentido de que eran las áreas relacionadas con el conocimiento de la geografía natural y geológica del país, las que mayor apoyo recibieron, toda vez que eran vistos como excelentes medios para conocer los recursos y posibilidades del país, lo que resultaba de interés no sólo para la comunidad científica del país, sino también para los empresarios extranjeros interesados en los recursos naturales del país a fin de tener un mayor control sobre ellos. (p.442)

familiarizados con su medio y sabían relacionarse mejor con los empleados" (Cleaves, 1985:64).

Sin embargo, con la creciente participación del Estado en las distintas ramas de la industria pesada, transportes, agricultura y obras públicas, pronto lo convirtió en el principal empleador de ingenieros, llevando a la ingeniería hacia su profesionalización. Gracias a sus cercanos nexos con el poder público y su regular ubicación en los puestos superiores de las empresas paraestatales, rápidamente los ingenieros alcanzarían la legitimación social y económica, principalmente en aquellas especialidades como la civil, la petrolera y la electricista, que se reflejaría en un gradual aumento en la demanda por estudiar esas ingenierías y en la reestructuración de planes de estudios orientados hacia las necesidades de esas grandes industrias.²⁶

Y fueron precisamente los ingenieros civiles, los que recibieron los mayores beneficios del poder estatal. Por la naturaleza de su campo de acción, estrechamente vinculado con el bienestar social y el poder público gracias a su participación en el diseño y desarrollo de las grandes obras nacionales emprendidas por los gobiernos, estos ingenieros alcanzaron rápidamente un mayor estatus social, además de una identidad profesional más definida que los llevó a convertirse en un gremio importante con una poderosa participación en la conformación de comunidades académicas y corporativas afines.²⁷

En efecto, no debe extrañar que las propias condiciones geográficas y climatológicas del país, determinen que hayan sido en los campos de la ingeniería minera y civil en donde se han realizado la mayoría de las grandes innovaciones de tal forma que han posibilitado que la ingeniería minera en la antigüedad y la ingeniería civil en el México del siglo XX, alcanzaran su consolidación como profesiones estratégicas para la

²⁶El programa de la carrera de ingeniería mecánico-electricista impartido por la UNAM, presentaba una orientación hacia los sistemas de potencia para los electricistas y energía y estructuras para los mecánicos.

²⁷El gremio de los ingenieros civiles, representa hasta la fecha uno de las agrupaciones más influyentes. Una prueba de ello, es la participación de estos profesionistas en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, la cual desde su institucionalización (con el Colegio de Minería) y hasta los primeros meses de 1999, solo

economía nacional, además de constituirse como un espacio de gran dinamismo tecnológico, cuyas contribuciones daría lugar a la conformación de una "ingeniería mexicana" (Sánchez, 1980).

En el periodo cardenista, la UNAM continuaba realizando cambios estructurales y académicos. En 1937, la Escuela de Química, adquiere el nuevo nombre de Escuela Nacional de Ciencias Químicas y efectúa nuevas reformas a sus planes de estudios, siendo la más significativa la que se llevó a cabo en la licenciatura de ing. química en donde se integraron los nuevos enfoques en la enseñanza de esta disciplina. Se trata de las operaciones unitarias que años atrás, en el Instituto Tecnológico de Massachusets (MIT) habían revolucionado la enseñanza de la ing. química (Urbina, 1991). Muy pronto, la ing. química se asoció estrechamente con el concepto de operaciones unitarias "...ya que resultaba prácticamente un modelo a escala de los que debería ser la ing. química" (p.213), pero también significó la demarcación del campo profesional de los ingenieros químicos que los distinguiría de otros profesionistas afines como los químicos y le otorgaría realce social a la nueva profesión. El nuevo plan incluía también la enseñanza de algunos procesos unitarios más conocidos (sufonación, nitración, hidrogenación, esterificación, etc.).²⁸

Por su parte, la Escuela Nacional de Ingenieros realizó cambios en los planes de estudios de las carreras que ofrecía. En 1912, las carreras de ing. mecánica e ing. electricista se fusionan para dar lugar al programa de ing. mecánico-electricista, a la vez que integraría algunas asignaturas de ing. industrial que como consecuencia de estas modificaciones, esta carrera como tal quedaría desmembrada. El curso de ing. mecánico-electricista perduraría en la Universidad con esa dominación hasta a mediados de los noventa. En 1918, la Escuela impartía siete carreras: ingeniero de minas, ingeniero civil, ingeniero constructor, ingeniero metalurgista, ingeniero mecánico-electricista, topógrafo y ensayador. En 1927, se crea la carrera de ingeniero

ha tenido dos directores ingenieros mecánico-electricistas, mientras que el resto, todos han sido ingenieros mineros (en el siglo XIX), civiles o en carreras asociadas con la construcción.

petrolero y dos años después en el marco de la concesión de la autonomía a la Universidad (1929), la institución modifica su nombre a la de Escuela Nacional de Ingeniería. Por último, casi diez años después integraría los estudios de ingeniero geólogo (Moles, op. cit.).

Hasta la década de los veinte, las únicas escuelas de ingeniería que ofrecían otras especialidades diferentes a las ingenierías tradicionales como la civil u otras relacionadas con las obras públicas, eran la ESIME y la ENI en la Ciudad de México. En el resto del país, pocas eran las universidades que ofrecían carreras de ingeniería asociadas con la ingeniería pública, (civil, puentes y caminos, topógrafo, ensayador y minería, etc.) pero ninguna de ellas preparaba ingenieros con las características profesionales y científicas referidas a la producción de manufacturas —la ingeniería de la manufactura—.

En la década de los treinta, solo dos universidades de los estados impartía alguna de esas especialidades de la ingeniería. La Universidad de Guadalajara que en 1925 impartió la carrera de ingeniería mecánico-electricista y la Universidad Michoacana que en 1930, fundó las de ingeniería mecánica e ingeniería electricista. También en ese decenio, cuatro universidades ya enseñarían la ingeniería química, se trata de las universidades de: Michoacán en 1930, Nuevo León en 1933, Guadalajara en 1933 y la Universidad de Puebla en 1937 (ANUIES, 1976).

La demanda estudiantil sobre determinadas carreras, su permanencia y egreso, constituye un indicador confiable de la importancia que adquiere la profesión en el mercado de trabajo. Es indudable que en las decisiones de los estudiantes por elegir ciertos estudios, influyen múltiples factores entre los que destacan las posibilidades que una profesión le ofrece, en materia de empleo y movilidad social y económica.

No debe sorprender entonces, que es hasta la segunda década del siglo XX, cuando se registra un ligero aumento en la matrícula de las carreras de ingeniería que se ofrecían en la Universidad, después de que por mucho tiempo habían estado a punto de

²⁸ Es interesante conocer que fue a través de los contactos de un profesor de la Escuela con colegas de

la supresión definitiva. La creciente confianza estudiantil por acceder a la profesión de la ingeniería, se materializa en momentos en que la estructura industrial nacional entra en un proceso de auge, al tiempo que el Estado define su intervención comprometida en el fomento de la industrialización con un sentido nacional y social.

Considerando la falta de estadísticas sobre la población escolar universitaria en la primera década del presente siglo, es hasta 1924 cuando se disponen de los primeros datos sobre el número de estudiantes inscritos en las escuelas universitarias. Aún cuando dicha información no se encuentra desagregada por carreras, de todas formas, es posible inferir la importancia que adquieren los campos profesionales dentro de las decisiones estudiantiles. Cabe aclarar que para los propósitos del estudio, sólo conviene tomar en cuenta los casos de las Escuelas Nacionales de Ciencias Químicas y de Ingenieros.

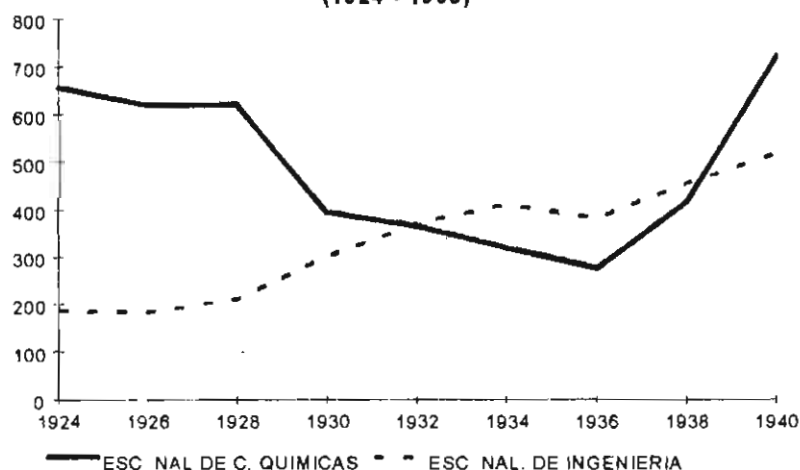
Se podría decir que desde sus inicios, las carreras que se ofrecían en la Escuela de Química fueron atractivas. La presencia de la mujer en el estudio de carreras relacionadas con la farmacia, reflejaba las bondades de la profesión. De ser 70 los matriculados en el primer día de clases de la institución (1916), en 1926 la Escuela contaba con 654 estudiantes (García, op. cit).

No obstante, en los siguientes años, la Escuela experimentó una baja considerable. Casi diez años después, la matrícula se redujo a la mitad y no sería sino hasta fines de los años treinta cuando la población estudiantil de nuevo rebasaría la cifra de los seiscientos. Por otra parte, entre 1916 y 1934 habían egresado con título 274 profesionales de la química y "hasta 1932, aproximadamente 30 alumnos habían egresado como ingenieros químicos" (*Ibid.*:98).

La Escuela Nacional de Ingenieros mantuvo tasas de inscripción muy bajas en los años siguientes a 1924. Se sabe que la carrera de ing. civil y en general aquellas relacionadas con las obras públicas, eran las de mayor demanda (gráfica 4). Por su parte

la EIME reportaba una inscripción de 925 alumnos en 1924 y 908 en 1925, aunque se desconoce su distribución en las carreras que ofrecía (Flores y Montiel op. cit.).

Gráfica 4.
POBLACION ESCOLAR EN LAS ESCUELAS DE C.
QUIMICAS Y DE INGENIEROS DE LA UNAM.
(1924 - 1938)



Anuarios Estadísticos de la UNAM

Pese a que en la política industrial formulada en el periodo obregonista, la educación y sobre todo la enseñanza técnica, desempeñaba un papel definitivo en el proceso industrializador, sobretudo en el fortalecimiento de la infraestructura económica, los esfuerzos realizados en la formación de ingenieros orientados a las ramas manufactureras no se vieron reflejados al menos, en un aumento significativo en la demanda estudiantil por la ingeniería de mecánica-electricista, la cual continuaba manteniendo matriculas muy reducidas que no correspondían al avance de la industria de la transformación.

Desde la creación del Departamento de Enseñanza Técnica y Comercial dentro de la SEP, las acciones por fortalecer la educación técnica no disminuyeron y por el contrario, los gobiernos posteriores a la época de Vasconcelos, continuaron creando escuelas técnicas especializadas dirigidas a la capacitación de los jóvenes y trabajadores: Escuela Técnica y Comercial para señoritas; Escuelas Centrales Agrícolas; Escuela de Industrias

Textiles; Escuela de Bacteriología, Parasitología y Fermentaciones; y la Universidad Obrera.

En los primeros años del tercer decenio, la Ciudad de México contemplaba una estructura amplia de centros de enseñanza técnica orientadas a varios niveles y ramas productivas, que se distinguían por la definición de perfiles encaminados a la preparación de personal calificado dirigido a la industria principalmente. En 1932 la EIME cambia de nuevo su nombre para incorporar el de Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, (ESIME) y para 1936, la ESIME había separado la carrera de ingeniería mecánica-eléctrica en dos: ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica y creó dos nuevas carreras, la de ingeniería aeronáutica y la de ingeniería en comunicaciones eléctricas que poco tiempo después, cambiaría a la de ing. en comunicaciones y electrónica.

Todavía en esos años, persistía el debate de una formación técnica puramente academicista contra aquella que debiera ser inminentemente práctica y puntualmente dirigida a la actividad industrial. Este desacuerdo adquiría su mejor expresión en la diferencias educativas que sostenían la UNAM y otras escuelas técnicas, principalmente en materia de formación de ingenieros. Una segunda distinción sería el carácter popular que mostraba la enseñanza técnica frente a la naturaleza elitista que en esos años, presentaba la educación universitaria.

Cuando Lázaro Cárdenas llegó a la presidencia, nombró como secretario de educación a Juan de Dios Bátiz, quien en años anteriores había delineado la articulación institucional de las distintas escuelas técnicas a fin de conformar una institución politécnica de alto nivel encargado de la formación de técnicos, profesionistas y maestros en distintas áreas tecnológicas. La creación de una institución rectora en materia de enseñanza técnica, coincidía con los propósitos de Cárdenas en el sentido de desarrollar la infraestructura material y también humana, necesaria para el afianzamiento de la planta industrial nacional.

En 1937 se formaliza la creación del Instituto Politécnico Nacional integrada por escuelas de los niveles: secundario denominadas prevocacionales (6); media superior,

conocidas como vocacionales (4); y superior (6). Este nivel educativo comprendió las Escuelas Superiores de: Comercio y Administración (1845); Ingeniería Mecánica y Electricista (1856); Medicina Homeopática (1895); Ingeniería y Arquitectura (1922);²⁹ Industrias Textiles (1932); Ciencias Biológicas (1933)³⁰ (Mendoza, op. cit.).

Pronto, el Instituto Politécnico Nacional desempeñaría un lugar destacado en la vida industrial y productiva de la nación, cuyos egresados con una conciencia nacionalista, conjuntamente con los de las escuelas de ingeniería de la UNAM, formarían las futuras élites industriales que consolidarían la estructura de la industria de la transformación en México.

11. Auge y consolidación de la industria manufacturera; (1940-1970)

En los años de la posguerra, el país se apuntalaba como un estado moderno que incursionaba con fuerza en la industria de la transformación. A finales de la primera mitad del siglo XX, la producción manufacturera nacional había experimentado notables transformaciones. De ser una industria esencialmente de bienes de consumo final, al comienzo de los años cuarenta se registraban volúmenes importantes en ramas como las armadoras de vehículos, maquinaria y artefactos eléctricos que en su conjunto representaron el 2.94% de la producción total de manufacturas. (INEGI, op. cit.)

Si bien, el programa económico de Cárdenas se centró en la intensificación de la producción agrícola, en los últimos meses de su periodo se acentuó la intervención directa del Estado en la salvaguarda y desarrollo de la infraestructura básica, así como en la formulación de mecanismos de fomento industrial. Una vez que el gobierno cardenista aseguró el dominio estatal de aquellas industrias que eran claves para el desarrollo económico, en los regímenes siguientes, la política gubernamental daría un viraje hacia la industrialización, delegando a los grupos privados el despliegue de la industria de la transformación, especialmente en las ramas de la manufactura de bienes

²⁹ Su precedente fue la Escuela Técnica de Maestros Constructores.

intermedios y de consumo, además de favorecer la incipiente industria de bienes de capital (Gracinda, op. cit.; Martínez del Campo, op. cit.). En los siguientes treinta años, la política económica descansaría en la industrialización y sería la rama manufacturera el motor del progreso nacional.

En los inicios de los cuarenta, las nuevas condiciones estructurales y económicas delineadas en el sexenio cardenista y su coincidencia coyuntural con la segunda guerra mundial se tradujeron en inmejorables oportunidades para el impulso y diversificación de las actividades industriales de bienes y servicios, pero esta vez, con la participación del empresariado mexicano en la creación de nuevas plantas y ramas productivas. Para ello, se establecerían medidas legislativas e instrumentos de fomento conducentes a la internalización de la economía bajo la consigna de "crecer hacia adentro".

Una multiplicidad de factores confluyeron en la generación de un ambiente propicio para el arranque industrializador: estabilización política, creciente urbanización, ampliación del mercado interno y movilización de trabajadores rurales a las ciudades. El desarrollo agrícola serviría a la industria de proveedor de bienes de consumo y materias primas y como fuente importante de ingresos por exportaciones que a su vez, se gastarían en la importación de los bienes de capital requeridos en la producción de bienes intermedios y terminales (Perzabal, 1988).

Entre las medidas legislativas e instrumentos de fomento industrial, se establecería un sistema crediticio accesible y barato a través de Nacional Financiera, (creado en 1934); se concederían exenciones fiscales a la importación de bienes de capital y materias primas que no se producen en el país; se aplicarían aranceles y mecanismos proteccionistas a la importación de productos, especialmente aquellos que se fabricaban en el país; se otorgarían facilidades impositivas al ingreso de capital extranjero y a la instalación de nuevas ramas productivas; y se garantizaría la provisión de insumos y servicios baratos (Martínez del Campo, op. cit.; Perzabal, op. cit.; Garza, op. cit.; Gracinda, op. cit.).

³⁰ Su precedente fue la Escuela de Bacteriología, Parasitología y Fermentaciones.

Bajo este favorable panorama, el sector industrial manufacturero sostendría un crecimiento constante en sus volúmenes de producción hasta la crisis de los ochenta. En los primeros cinco años de los cuarenta, la industria manufacturera llegó a alcanzar un índice promedio del 9,4% anual, para después bajar al 7.7% en la segunda mitad del decenio. Igualmente la participación del sector manufacturero, el PIB llegó a ser el más alto, desplazando a la producción agrícola, con el 15% en 1940, el 15.5% en 1945 y el 16.8% en el año de 1950 (Martínez del Campo, op. cit.).

En la década de los cincuenta, la política económica e industrial se diseñó bajo el modelo de sustitución de importaciones. Las ideas de la CEPAL expresadas en esos años, referidas al desarrollo de los países latinoamericanos y bajo una visión del Capitalismo mundial como un sistema de centro - periferia, recomendaban el fortalecimiento de la industrialización a través de la sustitución de importaciones por la vía de la aplicación de medidas de protección arancelaria hacia los bienes de producción extranjera. En las siguientes décadas la industria de la transformación continuaría su proceso de cambio con el gradual desplazamiento de las industrias tradicionales (bienes básicos en los segmentos alimenticio y textil), por las llamadas industrias dinámicas dedicadas a la fabricación de productos químicos y farmacéuticos, piezas metálicas y maquinaria, y de manera incipiente, electrodomésticos. Las modificaciones registradas en la estructura manufacturera en veinticinco años, involucraron el tránsito de las actividades manufactureras relativamente sencillas (en organización, tecnología, sistemas de distribución), a ramas de mayor complejidad e integración productiva (*Ibid.*).

De este modo, en el periodo comprendido entre 1940 y 1960, las industrias tradicionales como la de productos alimenticios y textiles, mostraron un descenso en el valor total de la producción al bajar al 24.25% y 18.52%, respectivamente. En 1955, las ramas productivas iniciadas en los treinta, apuntaban aumentos en su participación en ese total: los productos químicos contribuirían con el 6.8%; la construcción de vehículos con 6%; la fabricación de maquinaria lo haría con el 4.7% y la producción de artefactos eléctricos alcanzaría el 4.3% (INEGIc, op. cit.). Es interesante mencionar que con la

implantación de complacientes instrumentos de política fiscal y crediticias, en los cincuenta se inicia la modernización de la industria alimenticia, conserva de alimentos, pasteurización de la leche, refrigeración y congelación de carnes y verduras, alimentos enlatados y se diversifican las industrias química y metal mecánica (Martínez del Campo, op. cit.).

En los sesenta, con el afianzamiento del modelo de sustitución de importaciones, la industrialización había alcanzado un grado de madurez en casi todas sus ramas. Las nuevas prioridades productivas se orientaban a la producción de bienes intermedios y de consumo duradero que pudieran suplir aquellos artículos que eran necesarios importar. En esa década, el PIB de la producción manufacturera llegó a alcanzar el 9.1% y participó con el 7.1% del total de las actividades económicas, al tiempo que la producción de bienes de consumo no duraderos registraba un marcado descenso, en comparación con los productos intermedios y durables, incluyendo los bienes de capital.

En los siguientes diez años, en los setenta, la industria manufacturera mantendría el mismo rumbo de la década anterior, con algunas variantes en la composición productiva, en tanto que el mayor crecimiento se apuntó en las ramas de minerales no metálico y metal mecánica, especialmente fabricación de vehículos automotores, cuyas tasas de crecimiento fueron del 10 y 12.9% promedio anual. El panorama que en esos años se dibujaba en el sector, indicaba un desplazamiento en la producción manufacturera hacia la fabricación de artículos electrodomésticos, que con las aportaciones de la electrónica cubriría la producción de televisores, radios transistorizados y otros artículos de comunicación.

Igualmente en la industria química habían ocurrido cambios importantes con el reforzamiento de la petroquímica. Las industrias privadas modificaban sus esquemas de fabricación de productos secundarios para incursionar en la rama de la petroquímica básica. Un ámbito que por mucho tiempo había sido monopolizado por el Estado. De este modo, la fabricación de productos derivados de la petroquímica básica (amoníaco,

azufre, cloruro de vinilo, propileno, polietileno, isopropanol, etc.) y secundaria (plásticos, resinas, bases para pinturas), alcanzó un notable crecimiento.

Sin embargo en los años setenta, el modelo de sustitución de importaciones ya mostraba los primeros síntomas de agotamiento, al tiempo que el desarrollo estabilizador sostenido desde mediados de los 50 (estabilidad monetaria y control inflacionario), llegaría a su término. La concurrencia de una serie de factores económicos y sociales, dificultaron el progreso hasta entonces, ininterrumpido del sector manufacturero.

En el primer lustro de ese decenio, la industria manufacturera sostuvo un crecimiento del 5.9% anual en términos reales muy por debajo del 9,1% que se había alcanzado en la segunda parte de la década anterior. Entre las ramas que en los setenta, alcanzaron su consolidación, destaca la producción de aparatos eléctricos y electrónicos para el hogar, cuyo incremento se encuentra asociado al desarrollo urbano y a la ampliación de las clases medias que con su capacidad de adquisición, conformaron un mercado excelente de estos productos (*Ibid.*).

Es en la primera mitad de los ochenta frente a la crisis declarada en 1982, cuando el PIB industrial interrumpe su crecimiento y por primera vez se experimenta la tasa de crecimiento más baja en el presente siglo, llevando a la industria hacia una acentuada recesión que no se recuperaría hasta bien iniciados los noventa.

En síntesis en el periodo comprendido entre 1960 y 1985, la participación de la industria manufacturera en el PIB nacional, mantuvo un comportamiento estable. En 1960 alcanzó el 20%; en 1970 registró el 23%; y en 1985 se redujo a 21%. Sin embargo, el producto interno bruto del propio sector mostró un crecimiento constante y significativo. Entre 1960 y 1970 creció 7.8% promedio anual y en los ochenta, el 6.3%. Aunque cabe señalar que este crecimiento se dio de manera diferenciada en las distintas ramas productivas. Como se mencionó anteriormente, en ese periodo, las ramas más dinámicas representadas por la industria química y la de productos metálicos, maquinaria y equipos, sostuvieron un crecimiento del 9% en promedio anual, en

detrimento de los sectores alimentos y bebidas, textiles e industrias del cuero que crecieron con tasas de 4.6% promedio anual (Sánchez, 1994) (tablas 3 y 4).

Tabla 3. PRODUCTO INTERNO BRUTO POR RAMA MANUFACTURERA (en porcentajes)					
	1960	1970	1975	1980	1985
PIB total	100	100	100	100	100
PIB manufacturero/PIB total	20	23	23	22	21
PIB manufacturero (por división)	100	100	100	100	100
I. Alimentos, bebidas y tabaco	33	28	28	25	26
II. Textiles e industria del cuero	17	16	16	14	13
III. Industria y productos de madera	5	4	4	4	4
IV. Papel, imprenta y editorial	5	6	5	5	6
V. Química, petróleo, caucho y plástico	9	11	13	15	18
VI. Productos minerales no metálicos	6	7	7	7	7
VII. Industrias metálicas básicas	5	6	6	6	6
VIII. Productos metálicos, maquinaria y equipo	13	17	20	21	18
IX. Otras industrias manufactureras	5	5	3	3	3

Fuente: Sánchez Ugarte, et. al, 1994.

Dentro de este dinámico desarrollo industrializador, en los setenta, se agudizaron algunos problemas engendrados por la rápida expansión de la planta industrial en los últimos 25 años. Entre los principales problemas se encuentran el escaso nivel competitivo a escala internacional que presentaban la mayoría de los procesos productivos, como consecuencia del excesivo proteccionismo y sus implicaciones tanto en la nula capacidad de innovación tecnológica, como en los elevados costos que significaban la importación de tecnologías. Un segundo problema derivado del crecimiento industrial, fue la concentración del sector en tan sólo tres ciudades: la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara. En el periodo 1940 - 1980, la capital del

país vio aumentar constantemente su participación en la industria nacional. En 1940, con el 40.0% en 1950; 46.0% en 1960; 46.8% en 1970; y en 1980 con el 48%. Esta mayúscula concentración del aparato industrial en la capital, había determinado que en esta ciudad se produzca casi la mitad del total de las manufacturas (Garza, op. cit.).

Tabla 4. CRECIMIENTO DEL PIB EN EL SECTOR MANUFACTURERO (promedio anual %)			
División	1960 - 1970	1970 - 1980	1980 - 1985
I. Alimentos, bebidas y tabaco	5.9	4.9	2.5
II. Textiles e industria del cuero	6.7	4.8	-0.3
III. Industria y productos de madera	5.9	6.8	-0.5
IV. Papel, imprenta y editorial	8.7	6.0	2.4
V. Química, petróleo, caucho y plástico	9.6	9.3	4.6
VI. Productos minerales no metálicos	9.6	5.9	1.1
VII. Industrias metálicas básicas	8.1	7.2	0.1
VIII. Productos metálicos, maquinaria y equipo	10.8	8.5	-1.6
IX. Otras industrias manufactureras	8.3	-1.2	1.3
Total sector manufacturero	7.8	6.3	1.2

Fuente Sánchez Ugarte, et. al., 1994

El tercer problema fue la insuficiencia numérica y cualitativa de técnicos y profesionistas calificados para su desempeño en las modernas industrias. Para lograr su solución, en los años sesenta se crearon centros de capacitación y formación de obreros calificados, técnicos medios y en general personal especializado, para hacerse cargo de los segmentos ocupacionales intermedios de las industrias. En la década de los sesenta se crea el centro de Adiestramiento Rápido para la Mano de Obra (ARMO) y en los setenta, cabe mencionar la fundación del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) (Martínez del Campo, op. cit.).

En los primeros años de los cuarenta, periodo en donde se reconoce que arranca la industrialización en México, coexistían en la Ciudad de México, dos grandes instituciones formadora de ingenieros: el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través de sus escuelas nacionales de ingeniería y química. Sin embargo, ante la creciente industrialización que el país experimentó en los tres decenios siguientes, se produjo un aumento considerable de escuelas de ingenierías y creación de diversas carreras que significó la respuesta educativa a las necesidades tecnológicas y productivas de las industrias.

12. Expansión y fortalecimiento de la enseñanza de las ingenierías de la manufactura en el AMCM.

La Escuela Nacional de Ingeniería de la UNAM, continuaba ofreciendo los estudios de ing. mecánica-electricista, mientras que la Escuela Nacional de Química actualizaba su carrera de ing. química, cubriendo nuevas áreas relacionadas con los nuevos procesos químicos que comenzaban a generarse en la todavía incipiente industria química.

Es interesante mencionar que frente a la salida del país, de todos los ingenieros y técnicos extranjeros que laboraban en las compañías petroleras expropiadas, las dificultades de carácter técnico, pudieron ser afrontadas gracias a los ingenieros químicos que se habían formado en México desde 1916 (Garritz y Chamizo, 1997).

"A 22 años de su creación, la Escuela Nacional de Ciencias Químicas empezaba a cubrir con eficiencia la necesidad de químicos e ingenieros químicos que la nueva industria nacionalizada requería" (*Ibid.*:44).

El IPN por su parte, impartía en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica Electricista (ESIME), las carreras de ing. mecánica, ing. eléctrica, ing. en aeronáutica, e ing. en comunicaciones y electrónica. En 1937 la población estudiantil de la ESIME era de 778 alumnos, incrementándose al año siguiente a 971 estudiantes (Flores y Montiel, op. cit.).

"(...)la gente que la creó (la carrera de ing. en comunicaciones y electrónica) era muy visionaria. En esa época y por muchos años, la ESIME fue la única escuela que impartía la ing. en comunicaciones y electrónica. Sus egresados ocupaban puestos altos y todos egresaban del IPN. En 1978, proliferaron las instituciones que impartían esa carrera y algunas voltearon el nombre (Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones), además de que la mayoría de las escuelas usaban el plan de estudios del IPN y los maestros que ahí enseñaban eran egresados también del IPN".³¹

El IPN, continuaría su proceso de estructuración después de su fundación en 1936. En los años siguientes, se crearon la Escuela Superior de Medicina Rural en 1943 y la Escuela Superior de Química e Industrias Extractivas (ESIQUE) en 1948. Esta escuela se encargaría de las carreras de: ing. química petrolera, ing. química metalúrgica e ing. química industrial, las cuales se enseñaban desde 1940, en la Escuela Superior de Ingeniería Arquitectura.

Cabe agregar que la implantación del curso de ing. química petrolera representa la reacción inmediata del gobierno para hacer frente a la imperiosa necesidad de formar especialistas químicos que sustituyeran a los técnicos extranjeros de la industria petrolera expropiada dos años antes. Con la constitución de la ESIQUE, la ing. química industrial, reestructuró sus contenidos y programó cuatro áreas de especialización: azúcar, almidón y alcohol, microbiología industrial y celulosa, y plásticos (Galinzoga, 1991). Además, el IPN demuestra de nuevo su carácter visionario, cuando en 1958, la Escuela Nacional de Ciencias Biológica, implanta la carrera de ing. bioquímica, pese a que en esa época, representaba un campo de acción muy poco desarrollada.

Por último, conviene mencionar que en 1940 por decreto presidencial, se autoriza a los profesionistas con título del IPN, ejercer sus actividades profesionales, aunque dos años más tarde, se dispone que los títulos expedidos por esta institución deben contar con el aval de la UNAM. En 1944, los estudiantes del IPN, agrupados en la Federación

³¹Comunicación de la Ing. Margarita García Burceaga, Ex subdirectora académica de la carrera de Ing. en Comunicaciones y Electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, plantel Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional.

Nacional de Estudiantes Técnicos, logran el reconocimiento definitivo de la validez profesional de los cursos del politécnico.

En la Escuela Nacional de Ingeniería de la UNAM, la ing. civil continuaba siendo la más poblada del conjunto de las carreras que ofrecía esta institución. La licenciatura de ing. mecánica - eléctrica que se había distinguido por su matrícula sumamente reducida, a finales de los cuarenta había quintuplicado el número de sus inscripciones.

Una vez que los regímenes siguientes a la administración cardenista, suprimieron la ideología "socialista" que Cárdenas le imprimió a su proyecto educativo, en 1943 se fundan dos instituciones educativas privadas que en el futuro inmediato desempeñarán un papel importante en el escenario de la educación superior. Se trata de la Universidad Iberoamericana (UIA) en la Ciudad de México y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) en el noreste del país.

La UIA fue creada con el impulso de grupos religiosos y comienza sus actividades formativas ofreciendo varias carreras de corte humanístico y la de ingeniería química (1945) con la participación de académicos de la Escuela de Química de la UNAM. No sería hasta 1954, cuando la UIA es reconocida jurídicamente como asociación civil y se incorporaría a los estudios que ofrece la UNAM. Al año siguiente abriría la inscripción a la carrera de Ing. mecánica-eléctrica. En 1974, la UIA logró el reconocimiento de validez oficial a los estudios superiores que ofrecía, por parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP), además de que la facultaba para elaborar libremente sus planes y programas de estudios y registrarlos ante esa dependencia (Meneses, 1979). En 1968 se diseñaron los planes de estudios para las carreras de ing. industrial e ing. electrónica y comunicaciones y entre 1974 y 1976, la UIA programó las carreras de ingeniería biomédica e ingeniería física. En 1981, la UIA se desincorporaría totalmente de la UNAM.³²

En contraste, el ITESM, surge bajo la iniciativa y el apoyo de la clase empresarial regiomontana. En 1943, Eugenio Garza Sada líder del Grupo Monterrey y entonces

³² Comunicación del Ing. Jorge Olavarrieta de la Torre, Director del Depto. de Ingeniería de la UIA.

director de la Cervecería Cuauhtémoc, compromete a un grupo de empresarios a participar en la fundación y operación de un instituto de estudios profesionales y técnicos (Villa Lever, 1997).³³ Al principio el ITESM inicia sus funciones con dos escuelas superiores: Escuela de Ingeniería Industrial y la Escuela de Estudios Contables. El propósito fundamental de los grupos empresariales era el de responder al acelerado proceso de industrialización que ya se experimentaba en ese estado norteno y para lo cual, era urgente formar técnicos especializados y con ello, afrontar la creciente demanda de recursos humanos calificados en los centros fabriles. A diferencia de la política de educación técnica promovida por Cárdenas, cuya principal característica era la formación de técnicos con una orientación social, además de dirigirse a la clase trabajadora y en beneficio de las mayorías; la ideología educativa del ITESM, se concibió en favor de la clase dirigente y con una orientación tecnocrática y empresarial.

El curriculum de las carreras enfatizaban una formación puntualmente dirigida a la administración, organización y optimización de las empresas, sin cuestionar su función social. "Se trataba de destacar los elementos que les confiere carácter de dirigencia a los futuros egresados" (de Leonardo, 1983:190). A partir de los años sesenta, el ITESM extendería su función docente hacia distintas regiones de la república, siendo hasta 1973, cuando establecería su primera unidad en la Ciudad de México.

En materia de formación de ingenieros, los primeros cursos superiores que ofrecería el ITESM en 1943, serían la de ingeniería eléctrica creada en 1943 (cuatro años después, se convertiría en ing. mecánica - electricista), e ingeniería química de procesos. En los cincuenta, agregaría la de ingeniero mecánico administrador (ANUIES, 1976).

Las décadas de los cuarenta y cincuenta, representan la era de la consolidación profesional de la ingeniería en México. Con la plena participación de la iniciativa privada mexicana, conjuntamente con el Estado en el desarrollo de la industria de la transformación y en otros proyectos de gran envergadura, la profesión de la ingeniería

³³ Villa Lever (1997) cuenta que Garza Sada realizó estudios en el MIT, a principios del siglo XIX y no sería difícil pensar que muy probablemente se haya inspirado en el modelo educativo de esa institución norteamericana al crear el ITESM.

alcanza su mayor preponderancia, dando lugar al ascenso de las élites de industriales ingenieros que vendrían a fomentar la importancia social de la ingeniería entre los grupos sociales más favorecidos. Como así lo constata Roderic Camp (1990), en su libro: "los empresarios y la política en México", en donde destaca los antecedentes sociales de los empresarios con mayor prestigio en México y revela en términos generales, que este tipo de empresarios "eran muy bien educados"(85).

El autor estudia tres generaciones de líderes empresariales en México a partir de los años veinte hasta los ochenta y describe que los empresarios que provienen de clases altas o medias, habían realizado sus estudios primarios y secundarios en escuelas privadas, mientras que su formación profesional, en la primera mitad del siglo, la mayoría la realizó en la UNAM. Los títulos profesionales más buscados por este grupo, era el de Derecho empatado con el de Ingeniería. Sin embargo, agrega Camp, la licenciatura en Derecho valorado por los empresarios en un principio, comenzó a declinar gradualmente desde los años veinte, mientras que el título de ingeniero avanzaba entre las preferencias de los jóvenes con aspiraciones empresariales. En los años cuarenta y cincuenta, la licenciatura en Administración de Empresas ya le disputaba a la Ingeniería el prestigioso lugar entre los empresarios mexicanos más notables.

Por otra parte, la amplia participación de los ingenieros mexicanos en las obras de infraestructura emprendidas por los gobiernos, así como su desempeño en las importantes paraestatales como Petróleos Mexicanos (PEMEX), Comisión Federal de Electricidad (CFE), secretarías de estado u otras dependencias gubernamentales y centros de investigación creadas por el gobierno entre los que destaca el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) en 1961, condujo a la consolidación profesional de la ingeniería.

Una de las expresiones de esta fuerza, fue la proliferación en esos años, de las asociaciones de ingenieros en distintas especialidades, algunas de ellas con mucha influencia en las decisiones de carácter tecnológico y devenir profesional. Sobresalen entre ellas, el Colegio de Ingenieros Civiles, creado en 1945, que por el reconocimiento

económico y social que gozaba esa especialidad, la organización afiliaba a los más destacados ingenieros mexicanos, muchos de ellos desempeñándose en cargos superiores del gobierno.

En lo referente a los ingenieros con especialidades relacionadas con la manufactura, en 1958 se funda el Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ) y en los primeros años de los sesenta, se creó la Asociación de Ingenieros Universitarios Mecánicos Electricistas (AIUME). En 1952, se organiza la Unión Mexicana de Asociaciones de Ingenieros (UMAI), con siete agrupaciones fundadoras³⁴ y la mejor muestra de la relevancia profesional de la ingeniería en el país, ha sido la institucionalización en 1974, del Día Nacional del Ingeniero (1° de julio), por parte del Presidente de la República, como un reconocimiento a las funciones de los ingenieros en el desarrollo del país.³⁵

Cabe agregar que los objetivos de estas asociaciones gremiales se relacionaban con el fomento de la profesión, el desarrollo industrial y de la investigación en el campo de la disciplina, y el intercambio de experiencias entre los miembros y con otras asociaciones afines locales y extranjeras, además de que formulan un código de ética profesional. Sin embargo, hasta muy recientemente no se establecían deberes asociados con la regulación y acreditación de las carreras de ingeniería y mucho menos se formulaban colaboraciones con las IES y la SEP, para el licenciamiento del ejercicio profesional, como así sucedía desde hace mucho tiempo en las agrupaciones similares europeas y norteamericanas.

El otorgamiento de licencias para el ejercicio profesional ha sido una responsabilidad del Estado a través de la Secretaría de Educación Pública. En 1945 se decretó la expedición de la Ley de Profesiones en donde se regula el ejercicio profesional en el país y consiste en un reconocimiento de validez oficial por parte del Estado a los títulos y diplomas que expiden las IES, mediante el otorgamiento al profesionista titulado de una Cédula Profesional. Fue hasta 1996, cuando la Dirección General de Profesiones,

³⁴ En la actualidad la UMAI integra 43 agrupaciones distintas de ingenieros.

³⁵ Desde entonces, en cada celebración del día de ingeniero, asiste el Presidente, como una demostración de la importancia que significa para el Estado, el gremio de los ingenieros.

modificó sus mecanismos de licenciamiento y regulación y para lo cual está considerando tanto a las IES como a las asociaciones de profesionistas.

En los sesenta, las instituciones de educación superior universitarias y politécnicas comenzaban a presentar los primeros signos de masificación, al experimentar un intempestivo aumento en su población estudiantil. En la UNAM, su mudanza a la Ciudad Universitaria (1954) le permitió aumentar su capacidad instalada y con ello recibir a un mayor número de estudiantes. En un lapso de 15 años, esta institución vio aumentar su matrícula drásticamente. Ello explica la formulación de mecanismos tendientes a la descentralización de este nivel educativo, toda vez que la UNAM y el IPN en su carácter de instituciones nacionales, recibían importantes proporciones de estudiantes provenientes de los Estados con las consecuencias de un posterior desarraigo de su lugar de origen.³⁶

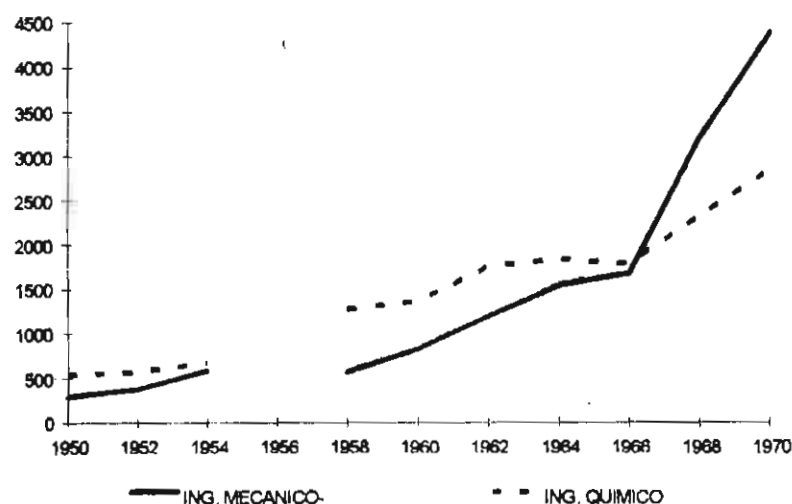
Mientras que la Facultad de Ingeniería (FI)³⁷ en su licenciatura de ingeniería mecánico-electricista, el número de inscripciones experimentaba un crecimiento promedio anual del 14.65%, que representaba un súbito aumento del 1440.99% en 20 años, (1950-1970), la población estudiantil inscrita en los cursos de ing. química mostraba también un crecimiento, aunque no tan elevado, del 8.67% promedio anual (gráfica 5).

Asimismo, en 1954, la ESIME del IPN contaba con una población total de 1,962 alumnos (Flores y Montiel, op. cit.), en 1959, año en que se inicia el traslado de la ESIME a sus nuevas instalaciones en la zona de Zacatenco, su población era 3,300 estudiantes, tuvo 165 egresados y 99 titulados (*Ibid.*).³⁸

³⁶ Para tener una idea, a fines de los cincuentas, el 35% de la población estudiantil de la Escuela de Ciencias Químicas de la UNAM, provenían de los Estados (FQ, op. cit.:209).

³⁷ La Escuela Nacional de Ingeniería elevó su rango a Facultad en 1959.

Gráfica 5.
POBLACION ESCOLAR EN LAS INGENIERIAS QUIMICA
MECANICO-ELECTRICISTA DE LA
(1950 - 1970)



Anuarios Estadísticos, UNAM

Al inicio de la década de los sesenta, el panorama nacional de la enseñanza de la ingeniería mostraba señales de expansión. En 1962 había 35 escuelas de ingeniería en el país con una población de 24,575 estudiantes, lo que significaba el 24.4% del total de alumnos inscritos en el nivel superior. Las ingenierías del momento eran las de mecánica-electricista y química, mismas que desde mediados de los cincuenta, mostraron fuertes tendencias a la alza (tabla 5).

La demanda de ingenieros sentida en todo el país asociada con desarrollo industrial que particularmente se verificaba en las entidades federativas, fue determinante para que la enseñanza de las ingenierías de la manufactura, fuese gradualmente incorporada en las IES estatales. Como ya se había mencionado, algunos de estos centros educativos, se habían dedicado a la enseñanza de la ing. civil o alguna relacionada con las

³⁸En 1961, se inauguran formalmente las nuevas instituciones del IPN en Zacatenco, al norte del D.F.

actividades extractivas. Sin embargo, hasta fines de los cincuenta, el mapa de la enseñanza de las ingenierías de la manufactura abarcaba aproximadamente nueve instituciones (de un total de 22) que ofrecían alguna de las ingenierías química o mecánico electricista, en todo el país.

Tabla 5. ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA EN 1970		
INSTITUCION	CARRERAS	No. DE ESTUDIANTES
UNAM Esc. Nal. de C. Químicas Facultad de Ingeniería	Ing. Químico	1,596
	Ing. Civil	5,694
	Ing. Mecánico-Electricista	1,531
	Ing. Petrolero	175
	Ing. Geólogo	105
	Ing. Topógrafo y Geodesta	89
	Ing. de Minas y Metalurgia	58
IPN ESIME	Ing. Mecánico	1,238
	Ing. Electricista	887
	Ing. en Comunicaciones y Electrónica	828
	Ing. en Aeronáutica	112
ESIQUE	Ing. Químico Industrial	1,023
	Ing. Químico Petrolero	50
	Ing. Metalúrgico	60
UIA Esc. de C. Químicas	Ing. Químico	286
Escuela de Ingeniería	Ing. Civil	170
	Ing. Mecánico-electricista	169

Fuente: ANUIES, 1962

Ante el creciente aumento de instituciones universitarias que ofrecerían diversas carreras de ingeniería en el territorio nacional y la importancia social y educativa que estaba adquiriendo la formación de estos profesionistas, en 1958 el entonces director de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, Javier Barros Sierra promovió la realización de una reunión a nivel nacional con la participación de los directores de las escuelas y facultades de ingeniería existentes en el país, a fin de intercambiar experiencias e ideas sobre el mejoramiento de la enseñanza de la ingeniería. Esta reunión que se le llamaría Conferencia Nacional de Escuelas y Facultades de Ingeniería, se celebrarían cada dos

años y en la cuarta conferencia, celebrada en la ciudad de Chihuahua en 1964 y contando con la asistencia de 39 escuelas, se formalizarían dichos eventos con la creación de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, en su carácter de asociación civil (ANFEI, s/f).³⁹

¿Qué características tenía el mercado de trabajo para los profesionistas ingenieros en momentos en que la industria de la transformación se diversificaba? Un estudio realizado en 1957 sobre el empleo del personal técnico en este sector, comprobó la escasez de técnicos profesionales y medios. Identificó que en 2,625 fábricas de diferentes tamaños laboraban tres clases de personal técnico: profesionales representados principalmente por ingenieros químicos, mecánicos y metalúrgicos; subprofesionales técnicos mecánicos o electricistas con estudios de capacitación después del nivel secundario; y prácticos referidos a personas que sin contar con estudios, desempeñan tareas técnicas de alto nivel, gracias a su experiencia adquirida en el trabajo (BM, 1959).

De un total de 12,248 técnicos ocupados, el 39% eran profesionales, el 7% subprofesionales y el 54% prácticos, siendo las industrias químicas las que empleaban el mayor número de profesionales (47% del total) y las que ocupaban menos técnicos y prácticos (13%). Las industrias mecánicas eran las que ocupaban la mayor proporción de técnicos subprofesionales con el 51% (tabla 6). En este estudio, llama la atención la queja de los empleadores por la formación excesivamente técnica y la escasa atención a los conocimientos administrativos y diseño, así como la falta de capacidades de iniciativa, toma de decisiones y manejo de relaciones humanas en los egresados.

Un segundo estudio sobre el empleo de ingenieros químicos realizado en 1961, coincide con la información reportada en el párrafo anterior, cuando concluye que poco más del 31% de los técnicos profesionales técnicos ocupados en la industria, eran ingenieros químicos. Agrega que en el conjunto de las industrias manufacturera, un 12% de los ingenieros químicos ocupan posiciones correspondientes a la alta y media gerencia, directores y gerentes, gerentes de producción y superintendentes. Un 31% se

³⁹ Actualmente la ANFEI agrupa 170 facultades y escuelas de ingeniería afiliadas.

ocupaban en actividades de laboratorio y control de calidad y únicamente el 2% se dedicaba a la investigación, (Méndez, s/f).

Tabla 6.
DISTRIBUCION OCUPACIONAL DE LOS INGENIEROS EN CUATRO RAMAS MANUFACTURERAS (1956)

CARRERAS	TOTALES	SECTORES INDUSTRIALES			
		ALIMENTICIO	TEXTIL	MECANICA	QUIMICA
PROFESIONALES					
Ingenieros Químicos	1520	423	189	182	726
Químicos	610	183	0	49	378
Ingenieros Metalúrgicos	61	0	0	61	0
Ingenieros Mecánicos	892	173	13	521	185
Ingenieros Electricistas	225	77	0	73	75
Ingenieros Textiles	489	0	489	0	0
Otras carreras	1046	142	51	411	442
Suma parcial	4843	998	742	1297	1806
SUBPROFESIONALES	831	100	195	426	110
PRACTICOS	6574	1577	1818	2320	859
TOTAL	12248	2675	2755	4043	2775

Fuente: Banco de México, 1959

Una de las medidas que llevaron a las IES a realizar profundas modificaciones en sus proyectos educativos, fue la adopción en 1967 del sistema de créditos dentro de los planes de estudios y la reorganización de los cursos por semestres en lugar del formato anual como se había venido haciendo. Sin duda esto significó una excelente oportunidad para que todas las escuelas superiores realizaran profundas reestructuraciones curriculares y actualización de contenidos en todas las carreras profesionales.

En los años cincuenta, el plan de estudios de ing. química integraba tres "cursos industriales" optativos sobre distintos campos de acción profesional: petróleo, azúcar, alcohol, metalurgia, colorantes, química fotográfica, ingeniería industrial (García, 1985).

Quince años después, la Facultad de Química⁴⁰ volvió a introducir cambios importantes en los estudios de ing. química, a nivel de los contenidos y programas de estudios como resultado de los avances científicos y tecnológicos de esta disciplina (Urbina, op. cit.).

Mientras tanto, la Facultad de Ingeniería realizó en 1967 una profunda reforma curricular en la carrera de ing. mecánica-electricista, al formar un tronco general y cinco orientaciones que en la práctica constituirían casi cinco nuevas licenciaturas: control, comunicaciones y electrónica; fluidos y térmica; industrial; ing. eléctrica; e ing. mecánica. Desde los primeros años, el área industrial exhibió una tendencia creciente en la demanda estudiantil.

La década de los 70 representan una época significativa para la educación superior. Los enfoques basados en el capital humano influían entre los que decidían la política educativa y bajo esta ideología se concebía a la educación como un canal de movilidad social y económica y como el instrumento idóneo para la formación de los cuadros técnicos y profesionales acordes con las exigencias ocupacionales del aparato productivo. Ello significaba entre otras cuestiones, democratizar la educación y extenderla a todas las capas sociales de la población incluyendo las instituciones de educación superior, lo que implicaría ampliar las oportunidades de educación en todos los niveles y a lo largo del territorio nacional.

La apertura educativa del nivel superior aunada a la creciente industrialización urgida de personal calificado, se conjugaron para provocar que la matrícula de este nivel se elevara a tasas sin precedentes, al tiempo que diera lugar a la expansión y diversificación del sistema. Los setenta se caracterizan por ser la época en donde se hicieron profundas reformas educativas en la educación superior, sea por la vía de ampliar la oferta de carreras o a través de la creación de nuevas IES. Entre las reformas realizadas que competen a la evolución de la enseñanza de las ingenierías de la manufactura, en la Ciudad de México se encuentran:

⁴⁰En 1965, adquirió el carácter de Facultad.

- a) Ampliación de la base institucional y curricular de las principales escuelas de ingeniería en la Ciudad de México.
- b) Creación de nuevas escuelas de ingeniería en la Ciudad de México.

a) Ampliación de la base institucional y curricular de las principales escuelas de ingeniería en la Ciudad de México.

A mediados de la década de los 70, la UNAM descentralizó su función docente al crear las Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales (ENEP), en algunos municipios conurbados del Estado de México. De la formación de ingenieros químicos se harían cargo las ENEP's Cuautitlán y Zaragoza, en tanto que la ing. mecánica-electricista sería también impartida por las ENEP's Cuautitlán y Aragón. La ubicación de estas escuelas en una región que por esos años, mantenía un ritmo de crecimiento poblacional e industrial bastante elevado, posibilitó que estas escuelas tuvieran registros significativos de inscripciones en esas licenciaturas, siendo las ENEP's Aragón y Zaragoza, las que mostraron un crecimiento promedio anual del 73.25% y 68.63% en las correspondientes ingenierías que ofrecen.

Por su parte, el IPN fundó en 1972, la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingenierías y Ciencias Administrativas (UPIICSA), en donde se impartiría por primera vez en el IPN la ingeniería industrial, una licenciatura que desde su apertura exhibió altos índices de inscripción, llegando a contabilizar 2,240 estudiantes al finalizar el decenio (Memoria, IPN, 1979). Asimismo, en 1975, la ESIME extendía sus servicios educativos a su nuevo establecimiento de Culhuacán al sur del D.F., con las carreras de ing. en comunicaciones y electrónica e ing. mecánica.

Los 70, significaron también la consolidación del Sistema de Institutos Tecnológicos (IT's) dependiente de la SEP y cuyos inicios se remontan hasta 1948 cuando se crearon los institutos tecnológicos de Durango y Chihuahua. Desde sus orígenes, la creación de

estos centros, fue la expresión material de los esfuerzos oficiales por descentralizar la educación tecnológica del D.F. y llevarla a las entidades federativas.

En un principio, se le otorgó al sistema, el carácter regional en tanto que sus establecimientos se ubicarían en las principales ciudades del país con el fin de atender la sensible demanda educativa generada en los estados federativos con excepción del D.F. y con ello, contener la emigración de los estudiantes a las instituciones superiores localizados en la capital y evitar su consecuente saturación.

En 1970, en el marco de la Reforma Educativa, la educación tecnológica dentro del Sistema de los IT's, recibe un fuerte impulso, ampliando su capacidad instalada y sus recursos materiales y financieros. De este modo, para 1975 el sistema de IT's integraba 35 planteles diseminados por toda la república, entre los que se encuentran el IT de Tlanepantla inaugurado en 1973.⁴¹ Las acciones expansivas de este sistema continuaron ininterrumpidamente hasta la fecha, con más de 120 establecimientos en todo el país.

En 1970 se creó dentro de este sistema, la licenciatura de ing. industrial con opciones en mecánica, electricidad y química. Entre las licenciaturas de ingeniería que desde 1973 ofrece, están las ingenierías: electricista, electricista administrador, industrial, mecánico, mecánico administrador, químico y químico administrador. Con el tiempo, los IT's aumentarían su cartera de carreras, hasta llegar a sumar 28 ingenierías con orientaciones muy especializadas.

En el sector privado de la educación superior tecnológica, el ITESM, instalaría en 1973 su primera unidad en el D.F. y tres años después, establecería un nuevo centro educativo en el municipio de Atizapán de Zaragoza del Estado de México, siendo éste el único establecimiento del ITESM más cercano al D.F. que por mucho tiempo se encargaría de la impartición de carreras de ingeniería, incluyendo la de ing. industrial y de electrónica y comunicaciones, que habían sido incorporadas en 1968 en el plantel de Monterrey.

⁴¹El único IT ubicado en el AMCM.

Por su parte, la UIA también incorpora en 1968, dos nuevas carreras de ingeniería: Electrónica y de Comunicaciones y la ing. Industrial. En 1974, se desincorpora de la UNAM para registrar sus propios planes de estudios ante la SEP, como parte de una profunda reforma curricular iniciada cinco años antes.

b) Creación de nuevas escuelas de ingeniería en el AMCM.

En 1974 y en el marco de la Reforma de Educación Superior promovida en la administración de Luis Echeverría, se fundó la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), con tres planteles en Azcapotzalco, Iztapalapa y Xochimilco. Serían en los dos primeros, donde se ofrecerían varias carreras de ingeniería. La UAM Azcapotzalco, abre sus puertas ofreciendo el mayor número de ingenierías con nueve especialidades: ambiental, civil, industrial, mecánica, electrónica, electricista, metalurgista, físico y químico, las cuales a su vez, cada una cubriría orientaciones específicas opcionales al estudiante. Por su parte, la UAM Iztapalapa, enseñaría cinco licenciaturas: ing. electrónica, en energía, química, hidrología y biomédica.

Es evidente que a lo largo de la década de los setenta, las escuelas de ingeniería se encontraron en procesos de diversificación de sus carreras de ingeniería. Los acelerados avances tecnológicos registrados en los distintos campos de la ingeniería y la gradual incorporación de los progresos de la electrónica y la informática, el auge de la industria petroquímica básica y secundaria, y la tendencia de las organizaciones industriales por desarrollar procesos de mayor complejidad, significaron nuevas obligaciones de actualización en los currículos de las ingenierías.

Es en este periodo cuando se podría decir que las ingenierías de la manufactura adquieren su auténtica identidad profesional. La expansión y los rasgos de gran heterogeneidad y sofisticación tecnológica que iba adquiriendo el sector manufacturero, configuraron un mercado de trabajo propicio para el empleo creciente de ingenieros mecánicos, químicos, industriales y electrónicos y su escalamiento en los puestos de dirección dentro de la organización de la empresa.

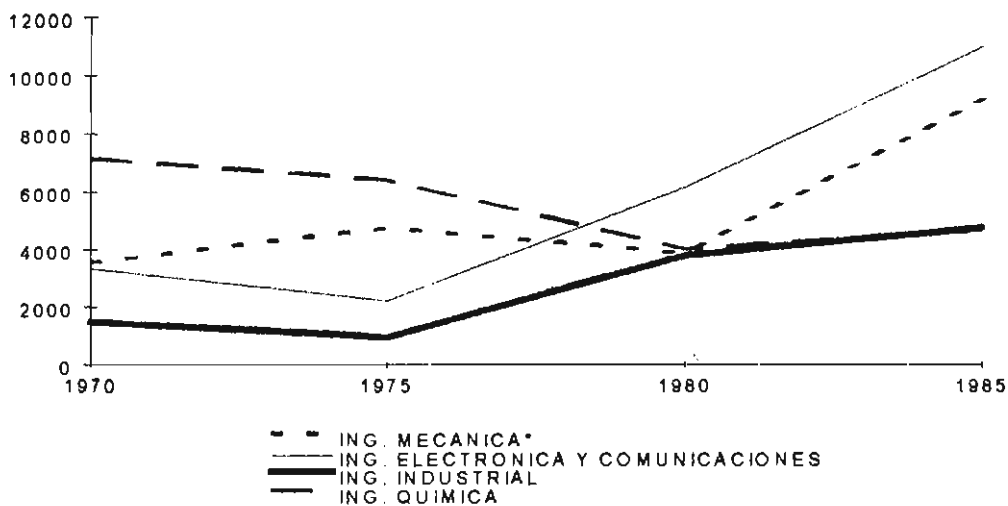
Entre el terreno de la enseñanza de estas ingenierías, se despunta la integración de los conocimientos computacionales como un contenido fundamental en la formación de ingenieros e inclusive en este mismo decenio, las escuelas de ingeniería establecen las primeras carreras de ing. en computación. Asimismo, la ing. industrial se abre paso como una nueva fuerza profesional al incorporar los nuevos enfoques relacionados con la administración de la producción, investigación de operaciones, sistemas de control de calidad, métodos de gestión organizacional y sus implicaciones en una mayor definición de su campo de acción.

La enseñanza de la ing. en comunicaciones y electrónica se consolida, combinando los temas de la electrónica en la fabricación de artefactos para la comunicación con los recientes conocimientos relacionados con la computación, el control y la instrumentación. En 1975, la Facultad de Ingeniería de la UNAM, reestructura de nuevo su plan de estudios de ing. mecánica-electricista. Los cambios se refieren a la reducción de las cinco orientaciones que ofrecía, en tan sólo tres: mecánica, electricidad-electrónica e industrial y en 1977 abre la carrera de ing. en computación. El curriculum de ing. química de la Facultad de Química, aumenta sus materias optativas con nuevos contenidos que son el resultado combinado de los avances tecnológicos en esta área profesional y una tendencia de estos ingenieros por desarrollar en esos años, actividades con una mayor orientación hacia la ingeniería de procesos. Materias como las químicas orgánicas e inorgánicas, que por mucho tiempo fueron impartidas en las carreras de ingeniería química, experimentaron una drástica disminución en su cargas horarias y los temas relacionados con los fenómenos de transporte y fenómenos de superficie, computación y las nuevas aplicaciones como los materiales cerámicos y polímeros, son introducidos en el nuevo plan de estudios.

En cuanto a la demanda estudiantil sobre estas carreras, se nota que la matrícula escolar continuaba en favor de la ing. mecánica, aunque al comienzo de los ochenta, las ingenierías electrónicas e industrial ya disputaban la primacía en las preferencias estudiantiles. Pese a que la tarea por determinar la evolución que ha seguido la matrícula escolar en las principales ingenierías de la manufactura podría resultar un

tanto engañoso, debido a que por un lado, en cada periodo varía el número de escuelas de ingeniería y por el otro, a que en algunos planes de estudios, las carreras no aparecen desglosadas, sino que son orientaciones optativas que se conforman en una sola carrera (tal es el caso de la ing. mecánico-electricista que ofrecía la UNAM, la cual comprende las áreas de industrial, mecánica y electricidad-electrónica).⁴² No obstante estas dificultades, es posible tener un panorama aproximado del desarrollo escolar que han sostenido, al menos en el D.F., las cuatro principales ingenierías: mecánica, electrónica, industrial y química (gráfica 6).

Gráfica 6.
EVOLUCION DE LA MATRICULA EN LAS CUATRO
PRINCIPALES INGENIERIAS DE LA MANUFACTURA.
(1970 - 1985)



Estimaciones de los Anuarios Estadísticos de la UNAM y la ANUIES.

*Los datos de la población estudiantil de la ing. mecánica-electricista de la UNAM, se agregaron a la de ing. mecánica.

⁴²Es importante tomar en cuenta, que por las características curriculares de la ing. mecánica-electricista que ofrecían la UNAM y las ENEP's, difícilmente se puede determinar el número de estudiantes que optan por alguna de las tres orientaciones. Además, en virtud de que se imparten en los últimos semestres, factores como la deserción o el rezago escolar producen alteraciones en la matrícula definitiva de cada una.

En 1973, coexistían en la Ciudad de México, dos grandes IES que impartían las cuatro carreras; la UNAM y el IPN, y por parte del sector privado, a la UIA se le agregaría el ITESM. En 1975 se integraba la UAM en sus dos planteles: Azcapotzalco e Iztapalapa,⁴³ así como las ENEP's de la UNAM y UPIICSA del IPN. En el periodo de 1980 - 1985, las cuatro grandes instituciones del AMCM, habrían reformado sus planes de estudios y el destino de las inscripciones en las carreras, alcanzaba una mayor definición.

13. De la industria sustitutiva a la industria competitiva.

En el primer quinquenio de 1980, se produce una profunda crisis económica que llevaría al PIB nacional a registrar las tasas más bajas de crecimiento en la historia contemporánea del país, apenas del 1.75%. El PIB industrial nacional aumentó ligeramente 1.31% muy por debajo del 6.6% alcanzado en la década anterior (Garza, 1988). La falta de liquidez debido a la restricción crediticia, la drástica disminución del poder adquisitivo y el sobre endeudamiento de las empresas para afrontar los compromisos de importación de tecnologías o materias primas del extranjero; devino en el aumento del desempleo, alto porcentaje de la capacidad instalada ociosa, e inclusive en el cierre de empresas.

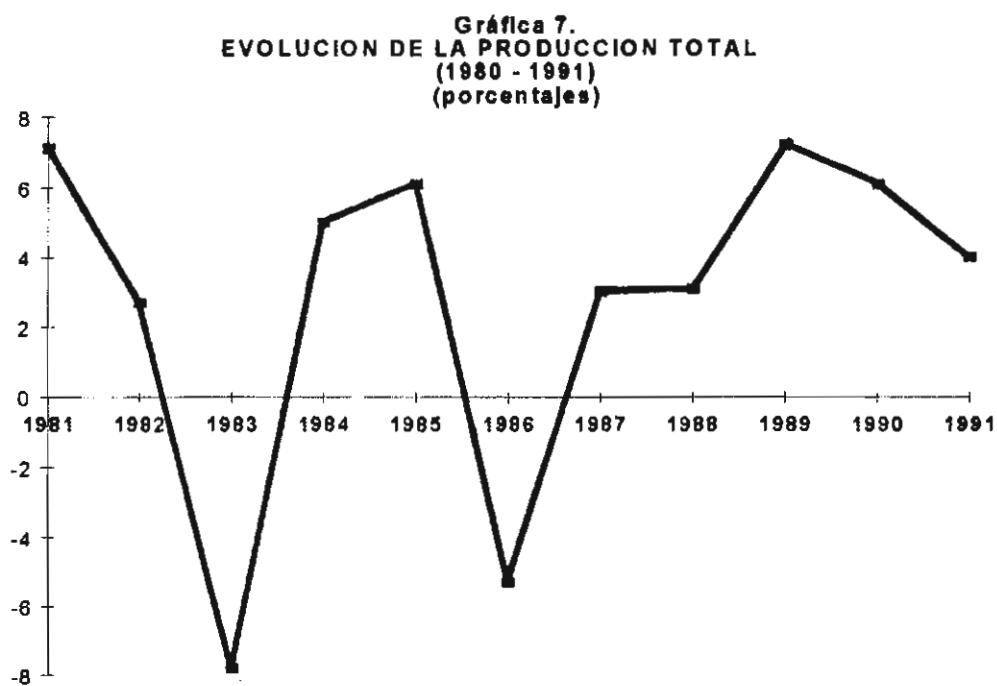
La planta industrial de la capital mexicana, fue la más afectada por la recesión económica. Se calcula que en la primera mitad de los ochenta, la capital del país resintió una pérdida aproximada de poco más de 5000 establecimientos y 41,000 empleos anuales en números absolutos (Garza, op. cit.:188).

En los primeros cinco años, la producción total de manufacturas creció en un 7.1% en 1981. En los dos años siguientes el sector mostró variaciones negativas del -2.5% y -7.8%, para después mostrar un repunte del 5.0% y 6.1% en 1984 y 1985 respectivamente.

⁴³La UAM Iztapalapa inició sus actividades, ofreciendo la carrera de ing. mecánica que suprimiría unos años después.

Al año siguiente la producción volvió a caer en -5.3% y a partir de entonces mantendría un gradual aumento hasta estabilizarse en 4.0% en 1991 (gráfica 7).

Aunque la crisis no afectó por igual a todas las ramas productivas, los mayores estragos se experimentaron en las industrias más dinámicas: producción de maquinaria y equipo cuya disminución fue de 12.3% en 1982 y 22.4% en 1983, artefactos electrónicos, industria automotriz y otras ramas de la industria metal-mecánica. Las industrias dedicadas a la producción de alimentos industrializados sostuvieron tasas estables de crecimiento, mientras que la división de alimentos, bebidas y tabaco mantuvo un incremento del 4.5% (INEGI, op. cit.:605).



Fuente: INEGI, 1994

Con el propósito de enfrentar la crisis y las presiones globalizantes de los mercados internacionales, la política económica e industrial que se formula en la segunda mitad de los ochenta, se finca sobre la base de preceptos y concepciones distintos a los que

habían sustentado a la economía nacional en los últimos cuarenta y cinco años. La nueva política considera que el crecimiento económico y el progreso social se encuentra en la economía de mercado y sus implicaciones en la apertura comercial, así como en la inserción plena del país en el escenario de la globalización mundial.

El tránsito a la economía de mercado, impone nuevos comportamientos al gobierno en el control de la economía. De ser el ejecutor y administrador directo de la economía cambia su papel a la de promotor de la eficiencia productiva y a una industria competitiva capaz de enfrentar exitosamente los retos que impone el comercio internacional.

Con la adhesión del país al GATT en 1986, se inicia la formalización de la liberalización comercial y gradual eliminación arancelaria. El modelo a seguir será el exportador y por lo tanto, el motor del desarrollo social y económico del país recaerá en la modernización industrial.

La aplicación de la nueva política requirió de dos etapas. La primera referida al logro de la estabilidad macroeconómica orientada al combate de la inflación, disminución de la variabilidad cambiaria y el crecimiento equilibrado del PIB. La segunda etapa se relacionó con el perfeccionamiento de la apertura comercial y la definición del papel gubernamental en la desregulación económica y la participación de los particulares en el nuevo escenario socio-económico, especialmente en lo que concierne a la venta de las empresas paraestatales.

Las acciones emprendidas para lograr la estabilización se materializó en el Pacto para la Estabilización y Crecimiento Económico (PECE) con la participación de los principales representantes de los sectores gubernamental, productivo, financiero y comercio en 1993. Con este acuerdo y sus posteriores revisiones anuales, se alcanzaron los resultados esperados al reducirse la inflación y lograrse la estabilización del tipo de cambio y el aumento de las reservas internacionales.

En materia de desregulación y aplicación de instrumentos de fomento industrial, en los primeros años del sexenio anterior (1988 - 1993), se intensificó la eliminación de las

barreras arancelarias y la ampliación de la apertura comercial a todos los productos⁴⁴. La inversión extranjera y el comercio exterior recibieron un fuerte impulso mediante descargas impositivas a las exportaciones y exenciones fiscales a las inversiones. Se establecieron las normas y control de calidad, se estimuló fiscal y financieramente la modernización tecnológica de la industria y se formularon otros instrumentos de fomento: promoción de transferencia de tecnologías, actualización de las leyes de propiedad intelectual y patentes tendientes a la protección de las innovaciones tecnológicas, formulación de estrategias para el acercamiento del sector académico con los requerimientos del aparato productivo y la difusión de la nueva cultura laboral entre los grupos que participan en la actividades productivas: trabajadores, empresarios, profesionistas. La consolidación de la nueva política económica e industrial se logra en 1992, con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, (TLCAN) con los Estados Unidos y Canadá y su puesta en marcha en 1994.

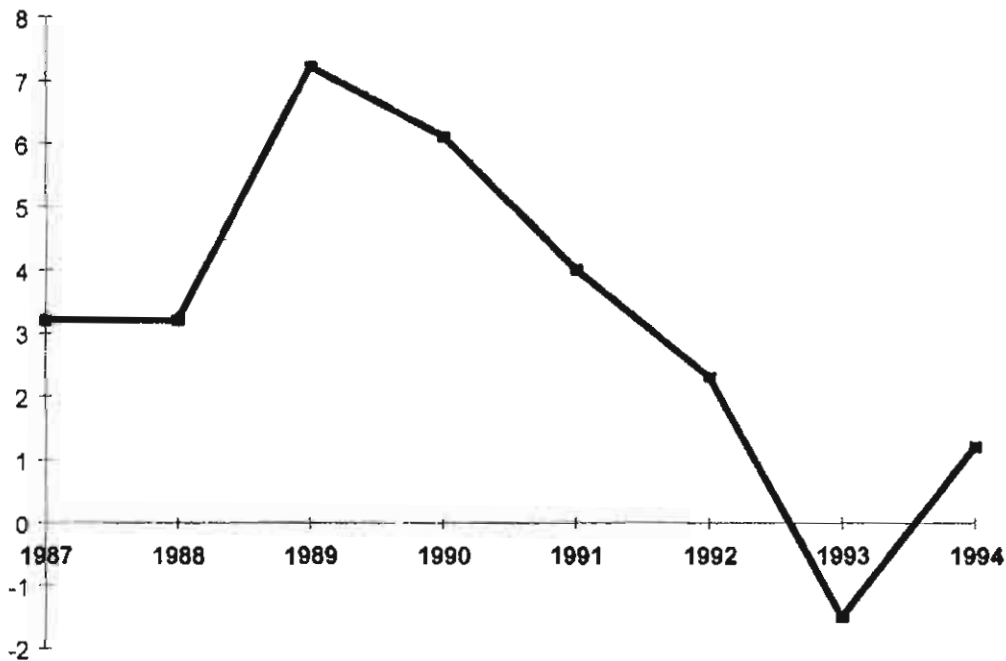
En el periodo comprendido entre 1986-1993, la aplicación de la nueva política orientada a la apertura económica, sin duda generó cambios importantes en las estructuras productivas, en los flujos de intercambio comercial y sobre todo en la dinámica exportadora del país. En ese periodo, la producción industrial creció a una tasa promedio anual de 4.3%. En términos de la producción industrial anual, en 1989 alcanzó un incremento de 7.2% para que en 1993 registrara de nuevo una drástica caída del -1.3% y apenas recuperarse al año siguiente con el 1.2% (Gráfica 8).

Por supuesto, el crecimiento en las distintas ramas manufactureras no ha sido homogénea y por el contrario, en ese lapso la planta productiva presentaba otros rasgos estructurales distintas a las décadas anteriores. Industrias tradicionalmente productivas como la textil y la del calzado, en esos años mostraron porcentajes negativos en -1.9% promedio anual. Otra rama igualmente considerada como tradicional como es la de

⁴⁴En las primeras etapas de la apertura comercial, se buscó favorecer la exportación de aquellos productos que reunían una calidad competitiva y continuar protegiendo el mercado interno de aquellos que carecían de esta cualidad.

alimentos mostró un crecimiento positivo aunque discreto, con un crecimiento promedio anual de 2.01% sostenido entre 1980-1986, pasó a 2.94% en 1994.

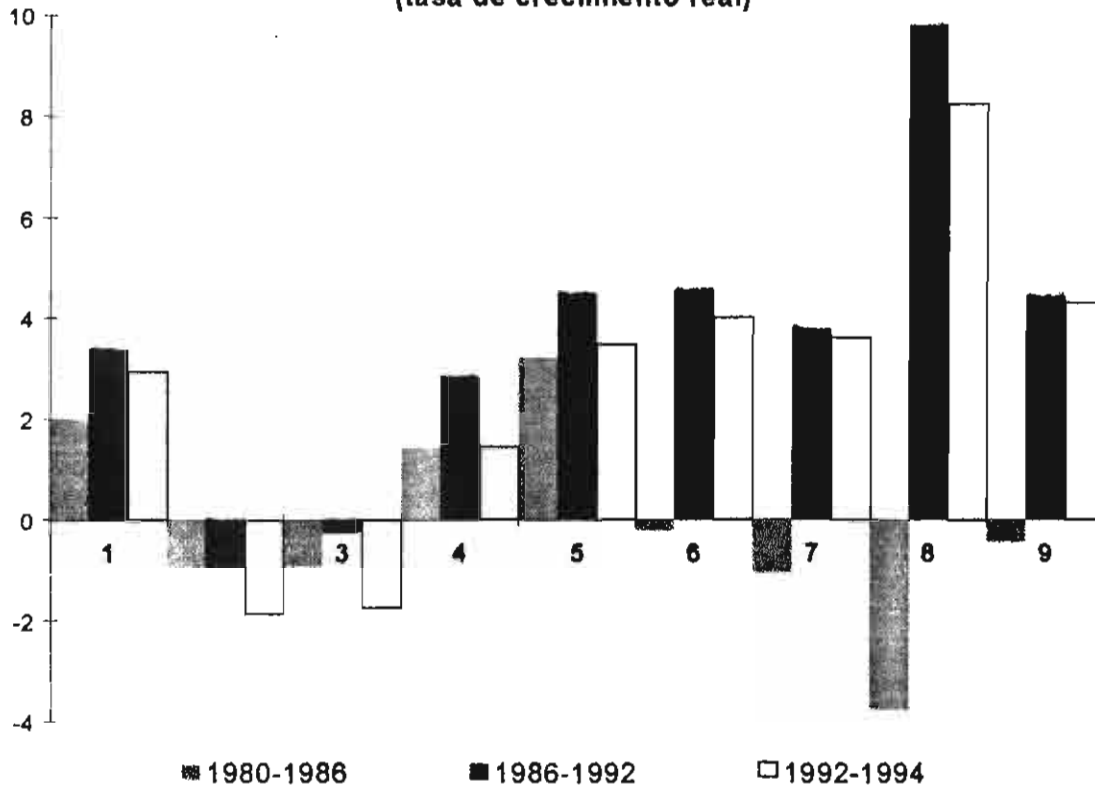
Gráfica 8.
EVOLUCION DE LA PRODUCCION MANUFACTURERA. (1985 -
(porcentajes)



Fuente: Sánchez, 1994.

En contraste, la producción de maquinaria y equipos creció un promedio anual del 8.3% entre 1986 y 1994, después de haber experimentado un saldo negativo en la primera mitad de la década de -3.76% promedio anual. (Sánchez, 1994: 135). Otros sectores como la industria química y la de productos metálicos básicos también registraron alzas significativas en el periodo 1986-1993. (gráfica 9)

Gráfica 9.
PIB DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA POR RAMA DE
ACTIVIDAD.
 (tasa de crecimiento real)



1. Productos alimenticios, bebidas y tabaco
 2. Textiles, prendas de vestir e industria del cuero
 3. Industria de la madera y productos de madera
 4. Papel, productos de papel, imprentas y editoriales
 5. Sustancias químicas, productos derivados del petróleo
 6. Productos minerales, no metálicos
 7. Industrias metálicas básicas
 8. Productos metálicos, maquinaria y equipo
 9. Otras industrias manufactureras.
- Fuente: Sánchez, 1994.

Al desglosar estas divisiones en las actividades productivas que las conforman, es notable que son las industrias de mayor dinamismo tecnológico, las que presentaron crecimientos importantes. Las industrias química, automotriz y del transporte, así como la producción de bienes de capital o intermedios y duraderos, experimentaron recuperaciones significativas entre 1987 y 1992, después de presentar un crecimiento negativo en el primer lustro de los ochenta. En cambio, la industria petroquímica

sostuvo un crecimiento si bien positivo, con tendencia a la baja (Sánchez, 1994:135-137) (tabla 7).

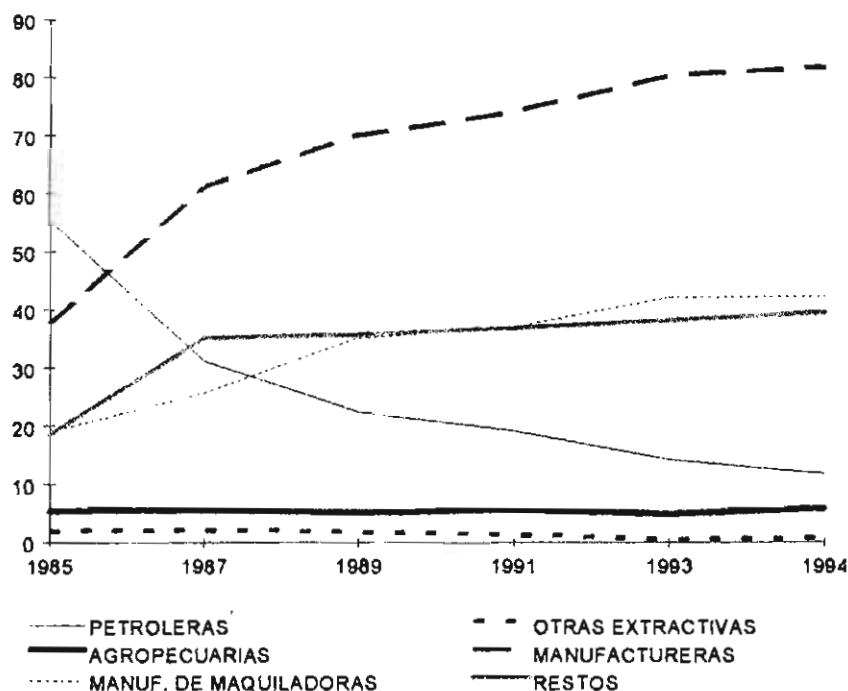
Tabla 7. EVOLUCION DE LA PRODUCCION DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES MANUFACTURERAS (porcentaje)		
Actividad manufacturera	1980-1986	1987-1992
Gases industriales	-0.64	6.52
Fibras de vidrio y similares	-4.37	8.28
Muebles metálicos y accesorios	-6.05	5.42
Maquinaria e implementos agrícolas	-11.46	9.62
Maquinaria de oficina, computadoras	1.07	16.92
Calderas, quemadores y calentadores	-9.13	12.07
Remolques, grúas y similares	-7.59	9.00
Otra maquinaria y equipo	-8.10	5.19
Motores eléctricos, generadores, similares	-1.05	7.13
Maquinaria y equipo industrial	-5.11	6.73
Aparatos eléctricos y accesorios	-7.78	7.30
Otros equipos y refacciones	-0.49	9.60
Vehículos, automóviles, incluso tractores	-6.00	24.75
Carrocerías	-11.37	21.44
Motores, refacciones y accesorios	0.65	9.07
Otros materiales de transporte	-1.75	12.96
Artículos e instrumentos de precisión	-0.46	5.63
Productos petroquímicos básicos	12.56	8.97
Pinturas, barnices y lacas	2.30	6.86
Envases y laminados de plástico	2.85	6.47

Fuente: Sánchez, 1994

Por último, en lo que se ha llamado la internacionalización de la industria mexicana a través de las exportaciones de manufacturas, se experimentaron tasas de crecimiento notables hasta llegar a desplazar al petróleo, el cual constituía el principal elemento exportador del país en 1985 (gráfica 10).

Conviene mencionar que en la Ciudad de México, continuaba asentándose la mayor concentración industrial, con la diferencia de que en los noventa, ya se observaba una extensión del asentamiento industrial hacia los municipios conurbados, con la consecuente posibilidad de que el D.F. pierda el primer lugar como principal zona industrial del país.

Gráfica 10.
EVOLUCION DE LAS EXPORTACIONES
MANUFACTURERAS. (1985 - 1994)
(porcentajes)



Fuente: Sánchez, et. al., 1994

14. La educación de las ingenierías de la manufactura en los noventa. Diversificación curricular

Un componente importante de la nueva política industrial, lo constituyó la educación y la capacitación. La primera mitad de los noventa representa una era de importantes transformaciones estructurales y funcionales en el ámbito de la educación superior tecnológica. Se trata de una reforma "silenciosa" que se distingue por los profundos cambios curriculares y pedagógicos en las carreras de ingeniería, algunos con la idea de acotar los campos de las carreras de ingeniería y dotarlas de una mayor pertinencia y otros por el contrario, con el propósito de ofrecer una formación más genérica y menos especializada como fue el caso de los Institutos Tecnológicos.

En esos años, las escuelas de ingeniería ampliaron su base institucional, reestructuraron sus currículos, crearon nuevas carreras y desarrollaron estrategias referidas a la vinculación escuela-industria. Las instituciones de educación superior (IES) privadas consolidaron su proceso de expansión al crear nuevos establecimientos en las entidades federativas, mientras que el subsector público de la educación tecnológica, descentralizó sus instituciones tecnológicas, permitió la entrada a los grupos empresariales y del ámbito privado en los órganos de decisión de las escuelas y creó un nuevo sistema de formación técnica a nivel superior: las Universidades Tecnológicas.

En el panorama de la enseñanza de las ingenierías de la manufactura en la primera mitad de los noventa, las carreras de ing. industrial y de sistemas, y la de computación se confirman como las licenciaturas de mayor demanda tanto por los estudiantes como por el mercado de trabajo, al tiempo que se introducen los nuevos contenidos relacionados con la automatización de la producción y la robótica y se reconoce la importancia de las asignaturas humanistas y económico-administrativas. En la formación de ingenieros químicos, se incorporan los conocimientos referidos a los nuevos materiales y las ingenierías bioquímica y biotecnológica aparecen en la escena curricular de algunas escuelas.

En el capítulo dos, se presenta el panorama actual de la enseñanza de la ingeniería con mucho mayor detalle. Por lo pronto, sólo se mencionarán brevemente las situaciones de cambio más sobresalientes que se verificaron en las escuelas de ingeniería asentadas en el área metropolitana de la Ciudad de México (AMCM) en la presente década.

a) Reestructuración curricular y creación de nuevas carreras.

1993 fue un año de amplias modificaciones en los planes de estudios de las ingenierías. En ese año, el IPN llevó a cabo una reestructuración curricular en todas las carreras que ofrece a través de su Sistema Institucional de Desarrollo Curricular. La ESIME

redistribuyó entre sus planteles las carreras que impartía a la vez que creó dos nuevas carreras. En 1985, la ESIME fundó un tercer plantel en la zona de Azcapotzalco para dedicarse en ese momento, a formar ingenieros únicamente en la especialidad de mecánica.

La ESIME reorganizó sus planes de estudios de sus carreras de ing. mecánica, electricista, comunicación y electrónica y de computación, a través de la actualización de sus contenidos, la incorporación de nuevas asignaturas de corte humanístico y económico-administrativas, y la integración de distintas áreas de especialización al final de la carrera:

- La ing. mecánica es impartida en las ESIME Culhuacán y Azcapotzalco e integra tres semestres de materias humanísticas y las áreas de especialización en industrial y energéticos.
- La ing. en comunicaciones y electrónica que se enseña en las ESIME Zacatenco y Culhuacán, aumenta las asignaturas humanísticas y del área de economía y ofrece cinco especialidades optativas: electrónica, comunicaciones, control, computación y acústica.
- La ing. electricista continúa impartiendo en la ESIME Zacatenco con las dos opciones de: sistemas eléctricos y de diseño y manufactura.

La enseñanza de la ing. química industrial a cargo de la ESIQUIE, contempla visitas a las industrias como una actividad obligatoria en los primeros cinco semestres y en los tres restantes, se exige el desarrollo de prácticas industriales distribuidas en 200 hrs por semestre. Al finalizar la carrera, el alumno estaría obligado a realizar una estancia industrial de 196 hrs.

La ing. industrial incorpora los conocimientos asociados con la instrumentación, metrología y control de la producción, así como lo relativo a los métodos de trabajo, la administración de recursos humanos y la organización industrial. Destacan también los contenidos económico-administrativos y la asignatura de comunicación oral y escrita. Esta licenciatura integra cuatro orientaciones optativas: evaluación de proyectos, automatización y robótica, higiene y seguridad industrial, y administración de la producción.

En 1993, la ESIME en su plantel Zacatenco abre la licenciatura de ing. en control y automatización, mientras que en la unidad de Azcapotzalco se inicia la ing. en robótica industrial y en 1995, el IPN creó la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, (UPIITA) con la impartición de las ing. en biónica, ing. en mecatrónica e ing. en telemática.

Entre estas modificaciones, es de llamar la atención las actividades formativas de carácter extracurricular que realiza la ESIME para los estudiantes, las cuales constan de cursos sobre relaciones humanas, autoestima y asertividad, así como talleres de liderazgo. Sin duda, estas acciones pueden ser interpretadas como una renuncia a la filosofía nacionalista y social que por mucho tiempo el IPN le imprimía a la formación de sus estudiantes y su sustitución por los valores de la empresa (IPN, 1994).

También en 1993, la Facultad de Ingeniería de la UNAM, inició un proceso de reestructuración de los planes de estudios de todas las carreras que imparte. Uno de los propósitos que sustentaron las modificaciones curriculares fue el de imprimir una orientación "generalista" de las ciencias básicas a los problemas específicos de la ingeniería. De este modo, entre las primeras acciones que se hicieron, destaca el hecho de diseñar una estructura curricular que posibilitara agrupar los contenidos en cinco clases: Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada y Ciencias Sociales y Humanidades a fin de poder determinar una congruente secuencia entre las asignaturas.

Lo anterior derivó entonces, en el aumento de cargas horarias y de contenidos en las ciencias básicas y de la ingeniería y una disminución de asignaturas relacionadas con la ingeniería aplicada. Destaca también la programación de un mayor número de materias obligatorias de corte humanístico y de las ciencias sociales en todas las licenciaturas, tales como: "Cultura y Comunicación", "Filosofía de la Ciencia y la Tecnología", "Historia, Literatura y Sociedad", "Introducción a la Economía", "Ética aplicada" y "Recursos y Necesidades de México" (FI, 1995).

Una segunda decisión de cambio curricular fue la desintegración de las tres orientaciones que desde los 70 había venido mostrando la carrera de ing. mecánico-

electricista, para dar lugar a tres licenciaturas independientes entre sí: ing. mecánica, ing. electricidad-electrónica, e ing. industrial y hacer de la formación de los ingenieros, una actividad más especializada (FI,1994).

Por último, una tercera novedad fue la programación de módulos de especialización en los tres últimos semestres de la carrera. La de ing. mecánica incluye cuatro módulos: Mecatrónica, Manufactura y Materiales, Diseño, y Termoenergía y Mejoramiento Ambiental. Por su parte la ing. industrial comprende los módulos de Sistemas Administrativos y Sistemas Productivos. Una característica relevante de estos módulos, es su flexibilidad curricular horizontal, en donde el estudiante según sus intereses puede transitar por las materias programadas en todos los módulos de cada carrera.

Por su parte, la Facultad de Química realizó cambios en sus cursos de ing. química, a fin de impregnarle una orientación estrechamente relacionada con la industria. El plan de estudios que se puso en marcha en 1988, incluye materias relativas a la organización de la producción: investigación de operaciones, ingeniería económica, así como de otras áreas como ingeniería de procesos en sus dimensiones de administración, operación y diseño; elaboración de proyectos y diseño de plantas. Por último es necesario destacar la estructuración de asignaturas relacionadas con el control ambiental.

Al igual que en los casos anteriores, 1993 significó para el sistema de Institutos Tecnológicos (IT's) una radical transformación estructural y curricular. Aunque el sistema solo dispone de un plantel en el AMCM, el Instituto Tecnológico de Tlanepantla en el Edo. de México, resulta interesante revisar la reforma educativa que experimentó este sistema tecnológico, en tanto que expresa claramente las tendencias educativas que hoy en día rigen a las escuelas de ingeniería.

Hasta ese año, los ITs ofrecían 36 licenciaturas de las cuales 26 eran ingenierías dirigidas a todas las especialidades de esa profesión. Este excesivo número de carreras y sus correspondientes asignaturas, reflejaba los propósitos de los IT's por incluir carreras muy especializadas y con una elevada carga de contenidos técnicos. Para tener idea del grado de especialización que caracterizaban a las ingenierías de los IT's, la carrera de ing. industrial por ejemplo, se desglosaba en nueve licenciaturas independientes con

sus correspondientes planes de estudios: ing. industrial; ing. industrial en sistemas; ing. industrial en eléctrica; ing. industrial en electrónica; ing. industrial en producción; ing. industrial en química; ing. industrial en siderurgia; ing. industrial mecánica en diseño de manufactura; e ing. industrial inecánica en térmica.

La reforma emprendida en 1993, consistió en compactar el conjunto de orientaciones que a manera de licenciaturas únicas se venían ofreciendo, en una área única de la ingeniería. De este modo, las veintiséis ingenierías que conformaban la cartera de los IT's, en el proceso de reestructuración se redujeron a tan sólo la mitad (SEP, 1993).

Al igual que en la Facultad de Ingeniería, el fundamento de esa reestructuración, se basó en el reconocimiento de que las carreras que se ofrecían, presentaban una estructura muy especializada e inflexible, además de que sus contenidos poco se relacionaban con las necesidades de las industrias localizadas en la región donde se asentaba la institución (*Ibid.*). Con esta lógica, en las carreras de ingeniería se plantearon dos grandes bloques de asignaturas, el primero referido a una formación genérica, cubriendo en una mayor proporción las asignaturas relacionadas con las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería y con menor porcentaje a las referidas a la ingeniería aplicada y ciencias sociales y económico - administrativas. El segundo bloque consistiría en la programación, al final de cada carrera, de áreas de especialización optativas cuyos contenidos comprenden los avances tecnológicos (sistemas integrados de manufactura, mecatrónica, manufactura avanzada, instrumentación y control, automatización), así como los nuevos saberes necesarios para la organización de la producción y la eficiencia productiva. (calidad y productividad, desarrollo industrial, desarrollo empresarial) (*Ibid.*).

Dentro de esta reforma de los IT's, también es importante agregar la incorporación al final de la carrera de las llamadas "residencias profesionales", las cuales comprenden las estancias de los alumnos en una determinada empresa durante un semestre.

b) Creación de nuevas instituciones de educación tecnológica.

En los primeros años de la década de los noventa, el gobierno del Estado de México creó dos instituciones de educación tecnológica. En 1991 fundó el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, un órgano descentralizado con un financiamiento para los gastos de operación compartido por el gobierno de esa entidad federativa y la SEP. Desde sus inicios, dicha institución ofreció cuatro ingenierías cuyas especialidades eran en esos años, las de mayor demanda por la industria del municipio: ing. mecánica, ing. electrónica, ing. química e ing. bioquímica⁴⁵. El plan de estudios de cada ingeniería comprende un tronco común a todas ellas e introduce al estudiante en los conocimientos matemáticos y físicos que son básicos para cursar cualesquiera de las cuatro ingenierías. Incluye también asignaturas relacionadas con la historia de la tecnología, los valores sociales del ingeniero y la formación de habilidades comunicativas.

En el siguiente año, la SEP creó el Sistema de Universidades Tecnológicas dedicado a la formación intensiva de Técnicos Superiores posterior al bachillerato, con una duración de dos años y en áreas vinculadas con los requerimientos de las empresas de la región.

Aunque el Sistema no contempla la formación de ingenieros, por el carácter innovador que presenta este proyecto educativo conviene revisarlo brevemente. El sistema se inició con la fundación de tres planteles localizados en Ciudad Nezahualcótl, en el Edo. de México, en Tula, Hidalgo y en la ciudad de Aguascalientes. La Universidad Tecnológica de Nezahualcótl localizada en la zona conurbada al D.F., ostenta también la figura de órgano descentralizado de los gobiernos estatal (Estado de México) y federal y en su inauguración, ofrecía cinco carreras de Técnico Superior en: administración y organización de empresas; en computación e informática; en

⁴⁵ Durante la planeación de esa institución, se realizó una investigación de mercado profesional de las ingenierías entre algunas empresas del municipio, a fin de poder precisar las principales ramas

relaciones comerciales; y en organización y gestión de la producción. La organización curricular es cuatrimestral y el último está dedicado a la realización de estancias en empresas de servicios e industrias.

A nivel nacional y para 1998, se han fundado 21 universidades en varias ciudades de la república y cabe agregar que el proyecto de las universidades tecnológicas se inspiró en el modelo de los Institutos Universitarios de Tecnología de Francia.⁴⁶

Por parte del sector privado de la educación superior, en 1991 el ITESM fundó su segunda unidad en el D.F. En este centro se ofrecen las ingenierías: industrial y de sistemas, en electrónica y comunicaciones, en sistemas electrónicos, mecánico-electricista y mecánico administrador. Con este plantel y el que se encuentra localizado en el municipio conurbado de Atizapán de Zaragoza, el ITESM reafirma su presencia en el AMCM con una creciente demanda de ingreso por parte de los jóvenes de las clases acomodadas, quienes son atraídos por la filosofía empresarial y fundamentalmente administrativa que sustenta a sus carreras de ingeniería. En los últimos años, la formación que brinda a sus estudiantes ha influido en la valoración positiva de los empleadores industriales por sus egresados.

La Universidad Iberoamericana (UIA) también ha visto crecer su matrícula en las carreras de ingeniería y otras escuelas privadas de ingeniería se han fortalecido por las preferencias estudiantiles y por la colocación de sus egresados en el mercado de trabajo industrial. Tales son los casos de las universidades Anáhuac, La Salle y la Universidad Panamericana (UP), siendo éstas dos últimas instituciones conjuntamente con la UIA, las que a lo largo de la década de los noventa, han extendido sus establecimientos a otras ciudades importantes del país.⁴⁷

Por último, se hace indispensable revisar los impactos de las nuevas políticas educativas y mecanismos de fomento que han impulsado a las escuelas de ingeniería a

productivas que caracteriza a la estructura industrial de Ecatepec, y con ello, definir las carreras de ingeniería que debiera ofrecer el Tecnológico.

⁴⁶ Inclusive durante la planeación del sistema, se contó con la supervisión de algunas autoridades, representantes de los IUT's en Francia, quienes vinieron a México, a constatar directamente los avances logrados.

realizar profundos cambios en los últimos años. Uno de los principales motores de esas transformaciones provienen de las acciones de evaluación y acreditación de programas y de certificación profesional que desde los primeros años de la década, ha venido impulsando el gobierno federal con la expectativa de elevar la calidad de la educación superior.

En 1990, las instituciones de educación superior agrupadas en la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, (ANUIES) acordaron crear un Sistema Nacional de Evaluación de la Educación Superior bajo tres criterios fundamentales: a) la “autoevaluación” de las propias instituciones de educación superior, b) la evaluación interinstitucional y c) la evaluación global del sistema y subsistemas de educación superior, realizada por la Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica, (SESIC), Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas, (SEIT), el Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica, (COSNET) y la propia ANUIES (CIEES, 1993).

En 1991 se crearon los Comités Interinstitucionales de Evaluación de la Educación Superior, (CIEES) un mecanismo que funciona a través de pares académicos, mismos que se integran en un comité de evaluación correspondiente a cada una de las seis áreas del conocimiento en que se organiza la educación superior: ciencias naturales y exactas; ingenierías y tecnologías; ciencias agropecuarias; ciencias de la salud; educación y humanidades; y ciencias sociales y administrativas. Cada uno de estos comités de pares integra a reconocidos académicos provenientes de varias regiones del país, quienes a su vez se apoyan en las opiniones y sugerencias de distintos sectores afines al área del conocimiento del Comité, tales como instituciones de educación superior, asociaciones nacionales de escuelas y facultades, colegios de profesionistas, asociaciones gremiales, dependencias públicas y otros sectores sociales. Las tareas de evaluación encomendadas a los comités académicos oscilan entre la evaluación diagnóstica, la asesoría, la dictaminación de programas y proyectos educativos, hasta la acreditación y el

⁴⁷ En el capítulo 1 se presenta una descripción más amplia de las carreras que ofrecen y su matrícula.

reconocimiento de programas específicos que cumplen con los estándares y criterios de calidad establecidos por el comité correspondiente.

También en ese año, se instaló el Comité de Ingeniería y Tecnología (CIyT) cuya primera tarea fue el de establecer un modelo de evaluación así como sus respectivos procedimientos que permitan conducir las tareas de evaluación en la escuelas de ingeniería del país. El producto de este trabajo fue el "Marco de Referencia para la Evaluación", de los programas e instituciones educativas de la ingeniería, el cual fue aprobado en 1992 por la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, (ANFED). Las áreas "mayores" de carreras de ingeniería que caen bajo la responsabilidad del Comité son las ingenierías: civil, mecánica, eléctrica-electrónica, en computación, química, industrial. Desde luego también incluyen otras que contienen una área menor (CIEES, 1994)

Los criterios establecidos en el Marco de Referencia para la Evaluación, por el CIyT se refieren a los elementos relacionados con la calificación y la labor docente del personal académico que labora en las escuelas, concerniente a sus calificaciones en cuanto a grados académicos, experiencia profesional y docente, pertenencia a sociedades científicas y profesionales, publicaciones, etc. que debe poseer el profesor idóneo y otras recomendaciones relacionadas con las características de los profesores que deberán impartir las materias de las áreas de las ciencias básicas, de las ciencias de la ingeniería y de las ciencias aplicadas, entre otras cuestiones.

Otra variable que es atendida en el Marco de Referencia, es lo relacionado con el ingreso, permanencia y egreso de los estudiantes y por último están las características que debiera comprender los planes de estudios. Para el Comité de Ingeniería y Tecnología (CIyT), el plan de estudios de las carreras debe contener cinco grupos básicos de materias que debieran ser cubiertos con un mínimo de horas totales de clase teórica y de laboratorio. Llama la atención que el Comité recomienda programar 300 horas de cursos sobre temáticas relacionadas con el área de la ciencias sociales, tales como la Filosofía, Historia Literatura, Artes, Sociología, Psicología, Ciencias Políticas,

Antropología, idiomas, etc. u otras más específicas como historia de la tecnología, ética profesional, entre otras. (tabla 8.)

TABLA 8.	
GRUPO	NUMERO DE HORAS*
Ciencias Básicas y Matemáticas	800
Ciencias de la Ingeniería (Ingeniería Básica)	900
Ingeniería Aplicada	400
Ciencias Sociales y Humanidades	300
Otros Cursos	200

*Impartidas a lo largo de la carrera.

Fuente: ClyT

Paralelamente, a fines de 1992 se firmaba el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entre México, Canadá y los Estados Unidos, el cual comenzó a operar a partir del 1° de enero de 1994. En su capítulo XII, en el se alude al comercio transfronterizo de servicios profesionales, en su anexo 1210.5 sección C, en términos generales, establece que cada una de las Partes consultará con sus organismos profesionales pertinentes para obtener sus recomendaciones sobre: la elaboración de procedimientos para otorgar licencias temporales a ingenieros en un plazo de dos años a partir de la entrada en vigor del Tratado (SECOFI-TLCAN, 1994;428).

En principio, esta iniciativa llevó a los distintos colegios mexicanos de profesionistas, asociaciones de escuelas y facultades y otras agrupaciones privadas y no gubernamentales a conformarse en los respectivos Comités Mexicanos para la Práctica Internacional de las Profesiones (COMPIs) de doce profesiones, entre las que se encuentran Ingeniería, Actuaría, Arquitectura, Contaduría, Medicina, Enfermería, Odontología, Agronomía, Medicina Veterinaria, Psicología, entre otros.

En el caso de la Ingeniería, en abril de 1993 se constituyó el Comité Mexicano para la Práctica Internacional de la Ingeniería (COMPII), inicialmente con la representación de cuatro importantes colegios y agrupaciones gremiales de la ingeniería reconocidas por la Ley de Profesiones. En junio de 1993, se creó el "Foro del Tratado de Libre Comercio

de América del Norte sobre el Registro y la Práctica de la Ingeniería" con seis representantes de México, E.U. y Canadá provenientes de los distintas instancias relacionadas con la acreditación y certificación de esta profesión en esos países (UMAI, 1997).

Las reuniones desarrolladas desde 1992, entre los tres comités de cada país, apresuraron la creación de un sistema de acreditación de programas y certificación profesional en México. En el caso de la Ingeniería en 1993, se creó el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), con las características de ser un organismo no gubernamental, autónomo, con personalidad jurídica y patrimonio propios e integrado por el conjunto de agrupaciones gremiales, escuelas y facultades correspondientes, cámaras industriales, así como representantes del gobierno federal, cada con un determinado porcentaje de votos en las decisiones que se tomen en el CACEI. (tabla 9) Posteriormente, por acuerdo general de sus integrantes, el CACEI adoptó el modelo de evaluación y acreditación, previamente elaborado por Comité Académico de "Ingeniería y Tecnología" perteneciente a los CIEES (*Ibid.*).

Tabla 9.	
ORGANISMOS QUE PARTICIPAN EN LA CACEI	PORCENTAJE DE VOTOS EN LA CACEI
Colegios de Ingenieros	45%
Asociaciones representantes de escuelas y facultades	45%
Dirección General de Profesiones (SEP)	6%
Cámaras industriales	4%

Fuente: UMAI

Es un hecho que en la actualidad, las escuelas de ingeniería sucumben a las presiones de la acreditación y certificación a fin de alcanzar elevados niveles de calidad con los estándares comparables a los que exhiben los países más desarrollados. Sobre todo porque los criterios e indicadores que se establecen en el Marco de Referencia del Comité Académico, los cuales constituyen los parámetros de calidad que deben alcanzar las escuelas interesadas en lograr su acreditación, recuperan las tendencias

transformadoras de la práctica de la ingeniería que se plantean en los mercados de trabajo internacionales. La idea de formar ingenieros *de "clase mundial"*, ha sido retomada en los propósitos de varias escuelas de ingeniería como una manera de responder a los planteamientos formulados en los tratados comerciales en materia de intercambio de servicios profesionales y bajo la idea de alcanzar la internacionalización de la profesión.

15. Conclusiones.

El largo examen expuesto en este capítulo en torno a la evolución industrial en México y sus impactos en el desarrollo de la enseñanza de las ingenierías de la manufactura, provoca múltiples reflexiones e interrogantes. Su propósito fundamental fue el de vincular la historia institucional de la enseñanza de las ingeniería con la historia de la industrialización en México, específicamente en el AMCM, con la idea de caracterizar los modos cómo se han movido estas dos entidades a lo largo del tiempo y sus impactos en la profesionalización de las ingenierías asociadas con la producción de manufacturas.

En una primera mirada, la revisión histórica parece insinuar que la creación y desarrollo institucional de la enseñanza de la ingeniería ha sido un proceso aparejado a las transformaciones estructurales y modelos de desarrollo económico predominantes en las distintas épocas de la historia mexicana. Sugiere que en cada una de las distintas etapas de la industrialización en México reseñados en este capítulo, las escuelas de ingeniería suponen movimientos alrededor de las transformaciones industriales pues se alcanza a notar que conforme la industrialización en México ingresaba a una nueva fase, se fundaban instituciones técnicas o bien las ya existentes, respondían a través de la implantación de reformas educativas y curriculares, instauración de nuevas carreras, desaparición de otras y la actualización de los contenidos.

Sin embargo, por la falta de una historia más integrada sobre la enseñanza y empleo industrial de los ingenieros y sobre todo, ante la escasez de datos e información

histórica, lo que en realidad el documento deja entrever, es que la relación que pudiera haber existido entre las escuelas de ingeniería y el sector productivo, ha sido un proceso siempre mediado por la participación activa del Estado que indirecta o directamente ha inducido a las escuelas de ingeniería a transitar por procesos de constante renovación. Se percibe que la enseñanza de la ingeniería en efecto, exhibe líneas de continuidad y ruptura que aparentan ser más una reacción a los planes y políticas gubernamentales de industrialización y crecimiento económico que a las propias condiciones técnico-económicas en que se encuentran las estructuras de producción en una época determinada, aún cuando en estas modificaciones, no quede claro cuáles han sido los criterios en que las instituciones se basan para decidir el rumbo de sus proyectos educativos, pues de acuerdo al estudio, en ocasiones las escuelas parecían responder más a otro tipo de determinaciones no siempre provenientes de las necesidades industriales. Algunos se derivaban de las políticas educativa, económica e industrial que promovían los distintos gobiernos con el propósito de incidir en la propia transformación de la estructura industrial y otras, eran el resultado de propuestas hechas por dirigentes u hombres visionarios, conocedores del desarrollo de la ingeniería que se verificaba principalmente en los países más industrializados y quienes al considerar que la transferencia de proyectos educativos extranjeros al país coadyubaría en la modernización industrial, lograron materializar sus iniciativas con el respaldo del gobierno. Ciertamente, la revisión del capítulo anterior oculta muchas otras fuerzas que han sido más penetrantes en el desenvolvimiento de la educación de la ingeniería y su relación con la formación industrial.

A lo largo del siglo XIX y ante la turbulencia e inestabilidad política imperante, los fallidos esfuerzos de los gobiernos liberales por imponer la educación técnica y de la ingeniería, en parte se debieron a su falta de correspondencia con una estructura industrial incipiente que no acababa por romper las mentalidades y estilos del trabajo artesanal. La idea de trasplantar modelos de educación técnica desarrollados especialmente en las naciones de mayor influencia cultural y económica como Francia y posteriormente Estados Unidos, se hizo con la expectativa de que sirvieran de vehículo

para la aculturización tecnológica. Sin embargo, este propósito demandó que las escuelas realizaran esfuerzos adicionales que trascendieran a la mera aplicación mecánica de los programas y contenidos extranjeros, toda vez que hubo necesidad de realizar adaptaciones del conocimiento tecnológico para una sociedad que se caracterizaba por su inexistente capacidad institucional tecnológica y científica.

Por lo tanto, se podría afirmar que los establecimientos de enseñanza técnica en un país con rezago tecnológico, actuaron como instancias de enlace entre la ciencia y la tecnología universal, respecto de las necesidades que precisa el ambiente socioeconómico e industrial prevaleciente, y con la expectativa de inducir la creación de nuevas actividades económicas que redundaran en el progreso material. Por ejemplo, la manera como operó en un principio la ENAO, fue recuperando gran parte de las tradiciones de socialización del conocimiento y manejo técnico que en años anteriores realizaban los gremios artesanales. Posteriormente, en el siglo XX, el interés —con un propósito más ideológico que educativo— por incorporar una fundamentación plenamente racional y abstracta en la preparación de técnicos y obreros calificados, se instituyó la educación vocacional que a final de cuentas vendría siendo la versión moderna y racionalizada de la enseñanza de las artes y los oficios técnicos.

De igual manera, la educación de la ingeniería involucró una "intelectualización" de los estilos del manejo tecnológico a través de la incorporación de la ciencia moderna y su racionalización matemática con la expectativa de que los futuros ingenieros se convirtieran en agentes tecnológicos que contribuirían a la modernización del país.

Inclusive, resulta claro que las reformas de carácter curricular e integración de nuevas especialidades de la ingeniería, no pueden ser interpretados como una respuesta meramente lineal a los procesos de industrialización y división técnica del trabajo inherentes al capitalismo industrial. La situación es mucho más compleja, pues estas transformaciones de la ingeniería en México que a su vez, representan una nueva fase en el recorrido evolutivo de la disciplina, ocurren en un contexto sociocultural y económico cargado de contradicciones y tensiones que a simple vista no ayuda a entender ¿cómo fue posible que los centros de educación técnica en el México del siglo

XIX experimentaran avances importantes casi a la par de las instituciones foráneas de este tipo, especialmente cuando en esa época, el mercado de trabajo para el empleo de ingenieros era muy restringido y poco congruente con las expectativas gubernamentales de contar con los cuadros profesionales y técnicos de calidad que contribuirían al desarrollo material y social del país?, y también, poder conocer ¿cuál fue en realidad la función que socialmente desempeñaron estas escuelas en una época en que la aculturización tecnológica ocupó un lugar preponderante en los anhelos políticos y sociales de los gobiernos liberales?.

Un aspecto que es importante resaltar es lo relativo a la implantación de modelos de educación técnica y de ingeniería producidos en el extranjero, principalmente en el pasado, cuando el país no contaba con un acervo social sobre la ciencia y tecnología que pudiera nutrir a las escuelas de ingeniería en la confección de sus proyectos educativos. Aunque es de llamar la atención que dicha importación, no constituyó una transferencia institucional, abarcando otros aspectos como dirección, estructura organizacional e inclusive estilos de trabajo académico y en realidad, la transferencia de modelos de enseñanza técnica se hizo prácticamente a nivel de contenidos y sus modos de organización.

Sin embargo, lo que si salta a la vista, es que las escuelas se vieron obligadas a realizar procesos de selección y adaptación del conocimiento foráneo a las condiciones culturales económicas, sociales e industriales prevalecientes. Estos procesos de domesticación en parte, ayudan a entender el por qué las escuelas de ingeniería en ocasiones parecen anticiparse a las necesidades que en un momento específico presenta la realidad industrial, y en otras reaccionan tardíamente, pero también es una expresión de que las escuelas parecen sostener una lógica interna que sustenta las decisiones educativas y que no siempre corresponde a la realidad del país.

Como una ilustración de la primera circunstancia, está el caso de la institucionalización de la enseñanza de la ingeniería química, que se verifica en la segunda década de este siglo, cuando la industria química era rudimentaria y de limitada participación en la actividad económica e industrial, o la programación de la

ingeniería en comunicaciones y electrónica que desde los treinta, la ofreció la ESIME en los años en que las oportunidades para el empleo de los ingenieros electrónicos no eran muchas. En contraste, se detecta que pese a que la introducción de ferrocarriles se inició a principios de la segunda mitad del siglo XIX, la formación de ingenieros ferrocarrileros y preparación de maquinistas se introdujo hasta la época del régimen porfirista, casi treinta años después.

De lo anterior, es posible derivar algunas deducciones. El proceso de profesionalización de la ingeniería en México es indudablemente influido por el modelo de desarrollo económico e industrial predominante, pero su configuración también es mediado por los procesos de traducción que realizan las escuelas de ingeniería respecto de las exigencias que se plantean en el mercado de trabajo industrial y el conocimiento científico y tecnológico universal.

En efecto, ante las condiciones de atraso científico y tecnológico que ha vivido el país, conjuntamente con los esquemas de industrialización y división técnica del trabajo que conlleva el Capitalismo industrial, la profesionalización de la ingeniería en México, ha sido evidentemente un proceso excesivamente dependiente del conocimiento extranjero cuyo modelamiento no ha estado supeditada exclusivamente a la demanda económica. Es de suponer que el desarrollo profesional de la ingeniería, ha sido afectado también —y quizás con mayor fuerza—, por la visión que la escuela construye sobre la profesión y que es plasmada en la preparación de ingenieros.

En el estudio histórico se puede notar que efectivamente la industrialización en México arranca en los años cuarenta del siglo XX, cuando la estructura industrial adopta por completo las características tecnológicas y de organización del trabajo técnico que establece el Capitalismo industrial. Si bien, después del movimiento revolucionario gradualmente se inicia el cambio de propiedad del capital, principalmente en las industrias claves para la modernización del país, de manos extranjeras a manos del Estado, y sin que este cambio haya implicado la modificación de las condiciones estructurales del sector industrial, es a partir de ese decenio, cuando el impulso a la participación de grupos privados (la iniciativa privada) en el desarrollo

industrial principalmente en la rama de manufacturas, representó el ingreso a una nueva fase que llevaría a la consolidación de la industria nacional y al tránsito gradual de un modelo económico por mucho tiempo se basó en la producción agrícola y exportación de materias primas, al esquema de una economía apoyada en la fabricación de bienes de consumo terminal e intermedios.

El surgimiento de las primera élites de industriales ingenieros, aunado a la aparición de las primeras asociaciones gremiales reconocidas plenamente por el Estado, incentivarían la demanda estudiantil por estudiar algunas de las especialidades de la ingeniería. Un escenario que demuestra claramente cómo la convergencia de factores relacionados con la formulación de políticas económicas y educativas precisas y aunado al apuntalamiento de la industria moderna, se condujo a la conformación profesional de la ingeniería. Tuvo que transcurrir más de medio siglo, para que por fin, la ingeniería alcanzara su plena legitimación como una profesión importante en la modernización del país.

Por otra parte, la historia de la industrialización y enseñanza de la ingeniería en México, da cuenta de la relevancia que llega a adquirir una determinada especialidad de la ingeniería en un momento histórico determinado. De ser una especialidad que se enseña a nivel de asignatura o área de especialización integrada dentro de una carrera de ingeniería, se desprende de ella para conformarse en una profesión independiente que llega a imponerse como una actividad profesional necesaria en la economía del país, como así lo ilustran el caso de la ingeniería minera.

A lo largo del siglo IX, la ingeniería minera adquirió el reconocimiento social de una actividad profesional indispensable para el crecimiento económico, sobre aquellas ingenierías que emergían sin una precisión clara de su campo de acción y de los conocimientos disciplinarios que sustentarían su práctica profesional, como así lo demuestra la ingeniería en caminos, puentes y canales, implantada en el México independiente y de cuya formación se hicieran cargo los egresados del Colegio de Minería. Para la época del Porfiriato, la ingeniería en caminos, puentes y canales transformada posteriormente en Ingeniería Civil, disputaba a los especialistas mineros,

la primacía en la valoración económica y social de la profesión. Una situación similar sucedió después con las ing. mecánica, eléctrica, electrónica e industrial.

Efectivamente, la necesidad de dotar al país de la infraestructura básica para la industrialización determinó que los ingenieros civiles ascendieran en la escala de las prioridades económicas y educativas del gobierno porfirista. Para entonces, la enseñanza de la ingeniería civil, integraba distintas orientaciones entre las que destacan la ingeniería sanitaria, hidráulica e inclusive la especialidad en ferrocarriles, además de proporcionar los avances científicos y técnicos en materias de diseño y construcción de estructuras, resistencia de materiales, carpintería, etc.

Hasta hace poco tiempo, la ingeniería civil mantendría un elevado estatus social como una ingeniería de carácter público debido a su participación en la modernización del país. En la actualidad y frente a la complejización y diversificación que ha experimentado el proceso industrial, las ingenierías emergentes como la electrónica y la industrial han desplazado a la ingeniería civil en la demanda social y económica sobre esa profesión y ahora comparten su importancia profesional con otras ingenierías ya consolidadas desde hace algunas décadas: la mecánica-electricista y la química.

Otro aspecto importante que se deduce de la revisión histórica, mencionado líneas arriba, se refiere al hecho de que en la enseñanza de una ingeniería en particular, subyace una "interpretación" institucional de la misma. Una visión de la profesión que se deriva de la filosofía y concepción de sociedad que sostiene la escuela de ingeniería y que se expresan en sus fines y propósitos educativos. Un ejemplo de ello, lo constituye la coexistencia a partir de los años cuarenta de dos instituciones superiores formadoras de ingenieros con visiones del quehacer profesional de la ingeniería, valores, y proyectos educativos diferentes. Son los casos de las escuelas de ingeniería de la UNAM y del IPN.

Cuarenta años después y en el caso del AMCM, la formación de ingenieros adquiere una mayor diversificación, no sólo en cuanto al número de especialidades que comienzan a ofrecerse, tanto como en las orientaciones, filosofías, e inclusive, expectativas de las clientelas estudiantiles que ostentan las escuelas. En los ochenta, a la

coexistencia entre la UNAM y el IPN, se les agregarían dos instituciones privadas que por esos años, sus egresados comenzaban a tener una presencia significativa en el mercado de trabajo, especialmente el industrial: la UIA y el ITESM ubicado en el Estado de México.

La apertura comercial que se inicia a mediados de los ochenta, junto con las políticas de desregulación económica y modernización industrial, significaron cambios profundos en la estructura industrial del país. La adopción del esquema de producción competitiva, trastoca los métodos del trabajo técnico a la vez que altera la propia organización de la producción. El propósito de elevar los estándares de calidad, abatiendo los costos de producción, obliga a las empresas mexicanas a renovar sus líneas de producción, incorporando nuevas tecnologías asociadas con la automatización y el control, así como otras estrategias innovadoras en otros ámbitos de la empresa como la comercialización, la administración y la optimización de los recursos humanos.

El tránsito hacia una era de reestructuración técnica y organizacional de las industrias, conlleva cambios en la calificación laboral de los ingenieros y por lo tanto en las decisiones de contratación. En este contexto, se insertan las reformas educativas y curriculares de las escuelas de ingeniería realizadas en los noventa, que en su conjunto, muestran un panorama disperso y muy diferenciado de especialidades que parece corresponder a la propia diversificación en distintos planos, en que ha incurrido la industria nacional. Aunque por supuesto, no queda claro aún, a qué obedece esta multiplicidad, si al hecho de que cada escuela construye una lógica propia de la ingeniería que se materializa en un proyecto educativo, derivadas de otras mediaciones de carácter interno provenientes de su dinámica institucional, o a partir de las necesidades y demandas de las organizaciones industriales.

Parte importante de estas políticas educativas, necesarias en el afianzamiento de la liberalización económica y el ingreso de la industria a la competencia internacional, ha sido la internacionalización de las profesiones, siendo la ingeniería una de las más vulnerables dentro del movimiento globalizador. Por primera vez en la historia nacional, el licenciamiento y regulación del ejercicio profesional ya no se reduce a la

simple posesión de un título profesional expedida por una IES autorizada, En la definición de los mecanismos de regulación, participan igual, las asociaciones gremiales, comunidades académicas y en menor medida la SEP. Evidentemente, para que esta acción tuviese efecto, tuvo que darse una ruptura fundamental en el modelo de desarrollo, a fin de que la profesionalización de la ingeniería se hiciera bajo la participación de grupos profesionales no académicos con todas y sus implicaciones en la difusión y domesticación del conocimiento tecnológico inherente a la disciplina de la ingeniería.

CAPITULO 5.

PERCEPCIONES Y DINAMICA INSTITUCIONAL EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA.

1. Introducción.

Con las limitaciones que entraña la carencia de estudios en torno a una historia más articulada sobre la enseñanza de la ingeniería en México, el examen histórico expuesto en el capítulo anterior, pretendió contextualizar en un nivel macrosocial, los cambios generados en la educación de la ingeniería desde la creación de la primera escuela de ingenieros en las postrimerías del siglo XVIII hasta nuestros días, en consonancia con el desenvolvimiento de la industria manufacturera en la Ciudad de México. Bajo el supuesto de que la evolución de la enseñanza de la ingeniería es afectada por el avance industrial, el estudio no parece demostrar que en los distintos periodos históricos, existiera una correlación casi simultánea entre los movimientos renovadores realizados tanto en la educación de la ingeniería como en la estructura industrial.

Por el contrario, lo que se advierte es que este balance no implica una relación lineal de causa-efecto, en tanto que ha sido y es todavía, mediado por el interjuego de otras fuerzas de variada naturaleza que requieren de ser escudriñadas. Ciertamente, la revisión histórica no posibilita de una manera más amplia esclarecer algunas cuestiones en torno al supuesto paralelismo que históricamente ha presentado la evolución de ambos procesos, como así pensó originalmente. Y aun cuando las escuelas de ingeniería hayan mantenido una relación relativamente cercana con el avance de la industria local y sus demandas tecnológicas y laborales, de todas maneras se ignora la forma y magnitud de esta interacción.

La revisión histórica muestra claramente las dificultades que implica el poder conocer la evolución conjunta de la enseñanza de la ingeniería y la industrialización sino se involucra inevitablemente, al proceso de profesionalización de la ingeniería en México. Sugiere que el desarrollo social de esta profesión es un proceso que ha sido arrastrado por los movimientos generados en esas dos instituciones, sin que aún se alcance a comprender con precisión, cómo influyen en su modelamiento y sobre todo cómo contribuyen en su legitimación social y económica, toda vez que se trata de una profesión que hasta el momento, no sólo no encuentra una auténtica identidad

profesional, sino que inclusive, tiende a desvanecer sus fronteras disciplinarias que de por sí son difusas, como así lo expresa la diversidad de carreras y orientaciones de ingeniería que actualmente comprende el panorama de la educación de la ingeniería.

Pero también hay que reconocer que las interrogantes sobre esta multiplicidad continúan latentes, en tanto que el estudio no resuelve cuáles son las directrices que guían a las escuelas en la formulación de sus proyectos educativos dentro de un escenario de gran oferta institucional. Si las decisiones asumidas en cada escuela provienen de los cambios ocurridos en la estructura industrial o simplemente se desprenden de visiones e interpretaciones particulares sobre la profesión de la ingeniería, en términos de su identidad y su participación en las actividades económicas y productivas. No obstante esta disyuntiva, lo que parece claro es que las escuelas de ingeniería se han enfrentado a una multiplicidad de dificultades para definir con exactitud un perfil profesional deseable. La intervención del Estado como el primer —y por mucho tiempo—, el principal empleador de ingenieros, el ascenso de la iniciativa privada y su papel en la industrialización del México contemporáneo, los modelos económicos predominantes, el avance tecnológico foráneo y su transferencia a las estructuras industriales, el proceso de industrialización y sobre todo, la indefinición de un campo laboral de los ingenieros más preciso, son por citar algunos de los grandes problemas que han llevado a las escuelas de ingeniería a tener que desarrollar una visión propia acerca del papel social, económico y laboral que debiera desempeñar el ingeniero. Y si esto es así, conviene entonces, conocer en lo concreto los modos como las escuelas de ingeniería interpretan las realidades industriales que se imponen en un cierto período y las lleva a construir una concepción muy particular tanto de la profesión como de su enseñanza.

Alcanzar estos propósitos, compromete el planteamiento de varias interrogantes cuya respuesta permitirá conocer la dinámica funcional que ostentan las escuelas de ingeniería para la definición de sus proyectos educativos, buscando desentrañar los movimientos internos que han realizado las escuelas en distintos periodos históricos y

que son indispensables para la adaptación de un sistema de conocimientos usualmente proveniente del exterior, al medio sociocultural local:

¿Bajo qué medios las escuelas de ingeniería atienden las necesidades y los ajustes de cambio que realizan las industrias y los convierten en criterios para la definición de perfiles profesionales, en la selección y actualización de contenidos y en la creación o eliminación de carreras?;

¿Cómo han accedido las escuelas de ingeniería, tanto en el pasado como en la actualidad, a los conocimientos científicos y tecnológicos de las disciplinas que conforman la profesión y los traducen en un proyecto educativo?;

¿Cómo interfiere la racionalidad institucional que particularmente sostienen las escuelas en materia de formación de ingenieros en su acoplamiento a los requerimientos de la estructura industrial?.

2. Dinámica institucional y procesos de interfase en las principales escuelas de ingeniería del AMCM: Los casos de la UNAM, IPN, UIA e ITESM.

A partir de la tesis que aquí se propone, en el sentido de que las escuelas de ingeniería se mueven alrededor de las demandas de ingenieros provenientes de las industrias, mediante procesos complejos de interpretación y traducción que dan lugar a la construcción de estrategias educativas, se justifica la necesidad de caracterizar la dinámica institucional de algunas escuelas, atendiendo las fuentes de acceso a la información, sus valoraciones y los referentes que les son importantes para la toma de decisiones educativas. Por lo pronto, se identifican cuatro grandes fuerzas entrelazadas que han estado presentes desde la institucionalización de la enseñanza de la ingeniería a la fecha:

- a) Los requerimientos de carácter tecnológico que plantea el avance industrial y la edificación de la infraestructura económica.
- b) La formulación de políticas educativas u otras acciones gubernamentales particularmente orientadas al apoyo de la educación tecnológica.

- c) La organización del trabajo técnico y sus expresiones en el mercado profesional.
- d) Las particularidades de la racionalidad de la institución escolar; sus recursos, valores, concepciones y tradiciones en torno a la profesión y formación de la ingeniería, así como del conocimiento científico y tecnológico.

Siendo el Area Metropolitana de la Ciudad de México la zona con la mayor concentración industrial del país, en la actualidad coexisten 12 escuelas de ingeniería, dedicadas a la preparación de ingenieros en las áreas relacionadas con distintas ramas de la producción manufacturera. Cuatro de ellas se han convertido en las más importantes por su magnitud, tradición, la calidad de su formación y sobre todo por el reconocimiento social que han alcanzado sus egresados en el mercado de trabajo industrial.¹ Estas instituciones son:

- La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través de sus Facultades de Ingeniería y de Química.
- El IPN en sus Escuelas Superiores de Ingeniería Mecánica Electricista (ESIME) y de Química e Industrias Extractivas. (ESIQUE)
- La Universidad Iberoamericana en sus departamentos de Ingeniería y Ciencias Químicas. (UIA)
- El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. (ITESM)

La caracterización de la dinámica institucional de las escuelas de ingeniería asentadas en la Ciudad de México, requirió de la consideración de dos tipos de fuentes de información:

- Revisión de los documentos históricos que sirvieron para la integración de la historia de la enseñanza de la ingeniería en México, en las especialidades vinculadas con la

¹Cabe agregar que según los estudios de la Barros Sierra, AMIE y Ruiz (citados en el capítulo 1) estas instituciones son recurrentemente mencionadas por los empleadores, especialmente cuando realizan comparaciones de calidad entre sus respectivos egresados.

manufactura, con una especial atención en los modos cómo la comunidad de una escuela de ingeniería, interpreta la realidad económica e industrial y decide sobre el modelo educativo a seguir.

- Las aportaciones expresadas a través de la realización de entrevistas a once profesores, –entre directores, coordinadores de carreras y profesores eméritos– de las principales escuelas de ingeniería de la Ciudad de México y dos del Estado de Nuevo León: las Facultades de Ingeniería y de Química de la UNAM, la ESIME Zacatenco del IPN, la Universidad Iberoamericana, el ITESM, unidad Monterrey y la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Nuevo León. Todos los entrevistados tenían una antigüedad promedio de 25 años como profesores en la institución (anexo 1),² a la vez que se aseguró que dichos entrevistados, alguna vez tuvieran una participación directa en procesos de reestructuración curricular o creación de proyectos educativos dentro de la escuela. Las entrevistas que prácticamente fueron una conversación y con una duración promedio de 60 minutos, giraron alrededor de cinco grandes temas:
- Caracterización de las trayectorias históricas de cada escuela.
- Principales fuentes de información técnica, científica y profesional de donde se ha apoyado la escuela de ingeniería para desarrollar sus proyectos educativos.
- Mecanismos, metodologías y procesos de reestructuración, revisión y desarrollo curricular, así como las principales dificultades a las que se enfrentan.
- Rupturas y continuidades en los valores, concepciones y tradiciones que ha ostentando la escuela de ingeniería en la formación de ingenieros.
- Opiniones e interpretaciones sobre las demandas de los empleadores industriales en el desarrollo de habilidades y actitudes productivas en los ingenieros.

Entre las ventajas que ofrece el haber sostenido una entrevista abierta de naturaleza conversacional, no sólo está el de haber podido abordar los cinco puntos mencionados de una manera más integrada, sino que también se abrió la posibilidad de tocar otros aspectos relevantes que no fueron considerados en el proyecto inicial de esta

²Con excepción del Dr. Sandoval quien tenía poco tiempo de haberse incorporado en la Facultad de Química de la UNAM, pero su trayectoria como docente la inició como profesor fundador de la Facultad de Estudios de Zaragoza de la UNAM en la carrera de ingeniería química.

investigación y que tienen que ver con el estado actual de la industria en determinadas ramas productivas y su relación con el avance de la especialidad de la ingeniería correspondiente. Aunque en las entrevistas adicionalmente se trataron otros temas que no se asociaban estrictamente con los cinco puntos, conviene mencionar que se cuidó de no trascender el marco de la relación escuela de ingeniería – industria manufacturera (EI-IM).

Con la información obtenida en las entrevistas y las contribuciones teóricas disponibles que permitan entender el proceso, en este capítulo se pretende ordenar una visión de conjunto sobre la función de interfase que realizan las escuelas de ingeniería, atendiendo algunos indicadores como la definición de programas curriculares, modalidades de derivación de contenidos y valoraciones respecto de la disciplina y enseñanza de la ingeniería y su combinación con el modelo de producción industrial y oportunidades de trabajo del ingeniero. Desde esta perspectiva muy adentrada en los procesos institucionales, lo referente a las condiciones macro económica y social que rodean a la actuación de las escuelas, serán abordadas en la medida en que permitan explicar el tema que ocupa este estudio. Asimismo y considerando las dificultades señaladas en el apartado anterior para estudiar con profundidad la formación de ingenieros, el propósito es el de construir algunas explicaciones que contribuyan al entendimiento que hoy en día presenta la problemática de la enseñanza de la ingeniería en México.

El primer tema que se abordó en las entrevistas, fue el relacionado con la historia institucional de las escuelas de ingeniería bajo estudio. El propósito fue el de obtener más información y datos históricos adicionales necesarios para la elaboración de la historia de la enseñanza de la ingeniería en el AMCM, desarrollada en el capítulo tres. El resto de los temas se orientaron a la caracterización de la dinámica institucional, así como las percepciones colectivas de la comunidad académica, que en el pasado inmediato y en el presente, han contextualizado la toma de decisiones curriculares y educativas en la formación de ingenieros.

En términos generales, las opiniones de los entrevistados sobre los cuatro puntos restantes se podrían catalogar de contrastantes respecto de las hipótesis iniciales de esta investigación. En principio, sus testimonios revelan que los movimientos que realizan los centros educativos de la ingeniería no son tan reactivos y unidireccionales respecto de las demandas de la industria nacional, como así lo sugiere el capítulo anterior y por el contrario, dejan entrever que la toma de decisiones educativas es un proceso complejo, no exento de tensiones y que obedece más a la dinámica interna de la propia institución.

Cada institución construye su propia visión sobre el deber ser de la enseñanza de la ingeniería a partir de otros principios de carácter técnico-profesional, histórico, social, ideológico y político. Se trata de consideraciones que si bien gravitan alrededor de la estructura industrial, no necesariamente como ya se mencionó en el capítulo anterior, guardan una relación de uno a uno con las necesidades ocupacionales del mercado de trabajo de ingenieros.

De acuerdo a las revelaciones de los entrevistados, los cuatro temas se pueden sintetizar en tres factores mutuamente dependientes que con mayor fuerza influyen en la confección de los programas educativos. El primero se refiere a las determinaciones tecnológicas que exige el campo profesional de la ingeniería que se verifica en el sistema industrial de los países más avanzados y sus impactos en la educación de la ingeniería de esas naciones. El segundo tiene que ver con la filosofía institucional que particularmente sostiene la escuela sobre la profesión y su enseñanza encarnada en los intereses y visiones de los grupos académicos que en determinado momento detentan el poder de decisión en la institución. A este factor habría que añadirle la magnitud de la infraestructura educativa que se tiene (talleres, laboratorios, equipo, material) y sus posibilidades de adquisición. El tercero comprende las posturas que presenta la institución respecto de las demandas del mercado de trabajo, las condiciones de la estructura industrial y el desempeño que han mostrado sus egresados. La combinación de estos tres vectores, da lugar a una lógica institucional muy particular sobre el funcionamiento de la escuela.

A una pregunta tan específica como "¿si la industria nacional constituye la principal fuente de información para la realización de modificaciones, actualización de contenidos o creación de nuevos programas educativos?", sorpresivamente las respuestas oscilaron entre el "no" rotundo hasta el reconocimiento de que las demandas del mercado profesional industrial constituyen uno de los referentes a considerar en la reestructuración de los planes de estudios, aunque no necesariamente sea el más importante. Resultó bastante perturbador que la mayoría de los entrevistados, negaron considerar al mercado de trabajo industrial como la principal fuente de retroalimentación en la toma de decisiones educativas.

En contraste, las escuelas privadas como la UIA y el ITESM, buscan acercarse constantemente a las industrias con el fin de ofrecer una formación que sea pertinente a las características tecnológicas y organizacionales de las empresas. A diferencia de las públicas, el ITESM y la UIA, sostienen una metodología sistemática que les confiere la posibilidad de actualizar periódicamente sus programas educativos. De este modo, el ITESM y la UIA, en lapsos de cinco y siete años respectivamente, llevan a cabo reuniones de evaluación y revisión de sus planes y programas de estudios con la participación de las autoridades correspondientes y la comunidad docente. Siendo que en estas tareas evaluatorias involucran actividades de carácter exploratorio para obtener información que permita retroalimentar los resultados de su enseñanza, estas instituciones no escatiman ningún esfuerzo para conocer las opiniones de los empleadores, ex alumnos y recién egresados sobre la calidad de la formación que recibieron, además de obtener información sobre los perfiles de la ingeniería que demandan las empresas. Sin embargo, al igual que la UNAM y el IPN, las instituciones privadas precisan también de comparar planes de estudios extranjeros y nacionales así como de dirigirse hacia otras organizaciones foráneas vinculadas con la ingeniería, (asociaciones gremiales, corporaciones industriales, centros de investigación y desarrollo) a fin de descifrar las transformaciones de la profesión.

Hay que reconocer que las respuestas negativas respecto de la influencia que tienen las necesidades industriales en la definición de los programas educativos, desvirtúan las

hipótesis iniciales de esta investigación en el sentido de que la evolución de la enseñanza de la ingeniería ha sido modelada por las transformaciones experimentadas en la industrialización. Por el contrario, en las decisiones de implantación de nuevas carreras y/o reformas curriculares, subyacen otras determinaciones más poderosas, varias de ellas totalmente alejadas de los requerimientos de las industrias. Una de ellas están asociadas con el imaginario y valoraciones que se tiene de la profesión de la ingeniería por parte de los actores y grupos que participan directa o indirectamente en la institución, (comunidad docente, asociaciones de egresados, expertos, etc.). Otras en cambio, se fundamentan en la crítica a las condiciones tecnológicas y funcionales que guarda la estructura industrial. Al menos, la combinación de esos dos argumentos justifica el hecho de que aún en el periodo contemporáneo, las escuelas de ingeniería basan sus proyectos educativos fundamentalmente en los modelos de enseñanza de la ingeniería generados en los países más avanzados.

3. Implicaciones y percepciones en la importación de modelos extranjeros de enseñanza de la ingeniería.

La propensión de las escuelas públicas de ingeniería asentadas en la AMCM, por apoyar sus proyectos educativos en los modelos educativos que exhiben las escuelas de ingeniería extranjeras, es sin lugar a dudas, una realidad determinada por factores históricos asociados con los intentos del país por insertarse al capitalismo mundial y entre los que habría que destacar la tendencia por la confirmación social de la ingeniería como una profesión indispensable en el manejo de tecnologías. En efecto, pareciera que históricamente, la incorporación del país al capitalismo industrial desde el siglo XIX, significó no sólo la transferencia tecnológica y científica y sus implicaciones en la industrialización y modernización sino que tuvo que hacerse también en la parte educativa mediante la importación de modelos educativos de enseñanza técnica, especialmente en lo que se refiere a la preparación de ingenieros. No obstante, detrás de este proceso de transferencia institucional, se desprende un conjunto de factores y

dinámicas que al confluir en cascada dentro de una dimensión espacio-temporal, pasan por la función de interfase que realizan las escuelas de ingeniería y se resuelven en un proyecto o modelo de formación profesional.

En este sentido, la importación de modelos educativos para su aplicación en el país, implica de hecho un proceso "selectivo" mediado tanto por la visión e ideología que sostiene la escuela sobre el tipo de ingeniero que debiera formar, cuanto por los modos de interpretación y traducción que realiza la institución en torno a las características del mercado de trabajo que se estructura en una periodo específico.

En el capítulo cuatro, se hace notar la importancia que ha tenido a lo largo de la historia del país, la transferencia de modelos de enseñanza técnica desde el exterior, no sólo en cuanto al surgimiento y desenvolvimiento de la profesión de la ingeniería, sino inclusive en el propio desarrollo de la nación. Sin embargo, no deja de sorprender la dependencia que aún en la actualidad, sostienen las escuelas de ingeniería respecto de los programas de enseñanza de la ingeniería que se verifican principalmente en las instituciones de educación superior extranjeras de mayor prestigio a nivel mundial. Dentro de esta línea tendencial de la enseñanza de la disciplina, se ubican particularmente las grandes escuelas de ingeniería públicas como la UNAM y IPN.

Estas instituciones desde sus orígenes han construido sus proyectos formativos con base en las tendencias de desarrollo de la ingeniería que muestran las escuelas extranjeras más influyentes.

"...nuestras fuentes de información son las tendencias mundiales de la disciplina, (ing. química), los nuevos paradigmas de la disciplina y nosotros por lo regular vamos un poco rezagados en esta materia en comparación con los países desarrollados (...) de esta forma, nos basamos en las tendencias mundiales marcadas principalmente por los Estados Unidos. Los americanos marcan la pauta de la ing. química, porque ahí se inició y se desarrolló. De los europeos no tanto, (...) así que respondemos mucho a lo que ocurre en los Estados Unidos"³

³Comunicación del Dr. Reynaldo Sandoval, coordinador de la carrera de ing. química de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

En la predisposición de las escuelas mexicanas por apoyar preferentemente sus proyectos educativos en las experiencias educativas de esos centros foráneos, se sostienen dos argumentos que fueron recurrentes en casi todos los entrevistados. Uno de ellos se refiere a las limitaciones tecnológicas en que se encuentra la industria nacional y su expresión en la reducida demanda de conocimientos tecnológicos innovadores. El otro está relacionado con la imagen generalizada que proyectan las instituciones foráneas en el sentido de que ahí se forman a los ingenieros con las características que requiere el esquema de lo que Meiksins y Smith, (1996:4-7) denominan la "*mejor práctica*"⁴ para alcanzar el progreso material del país y que a la vez son definitorias en la conformación profesional de la ingeniería en esos países.

La percepción que se tiene de las escuelas de ingeniería foráneas principalmente de las naciones más avanzadas, se sitúa en el hecho de que estas instituciones conciben sus modelos educativos bajo los exitosos patrones de industrialización y desarrollo tecnológico de sus respectivos países. Con el trasplante de reconocidos modelos institucionales extranjeros a la realidad nacional, se tiene la creencia (imaginaria o real) de otorgar una mayor legitimidad a la profesión, a la vez que contribuirá a la transformación industrial y económica del país (Botelho, 1992), como así lo precisa uno de los informantes: "la mayor influencia en el diseño curricular de nuestras universidades ha provenido de ejemplos de universidades del extranjero, más que de ejemplos de la industrialización"⁵. Esto explica entonces, que las escuelas públicas de ingeniería del AMCM al apoyarse en programas de formación de ingenieros del exterior, involucra tácitamente el propósito de apuntalar sus procesos formativos hacia las exigencias industriales de aquellas naciones y que son interpretadas como las grandes corrientes de la ingeniería en sus distintas especialidades.

⁴Meiksins y Smith, (1996:4-6) utilizan el término de "*the best practice*" para referirse a la percepción de lo que deber ser lo correcto para alcanzar el crecimiento económico. Subrayan que en el proceso histórico del capitalismo, las naciones en sus intentos por alcanzar su articulación plena al modelo capitalista, han tenido que imitar los esquemas de organización del trabajo técnico, así como los métodos de educación técnica verificados en otros países, bajo la aceptación de que esos sistemas constituyen la "mejor práctica" para la organización exitosa de las actividades económicas.

⁵Comunicación del Dr. Andoní Garritz, Exdirector de la Facultad de Química de la UNAM.

"...yo creo que son los avances (científicos y tecnológicos) nuestra principal fuente de información para los cambios curriculares (...) nuestro país tiene una deficiente industria en el área de electrónica (...) si no tratas de educar a los muchachos y darles aún lo que todavía no se necesite, pues dentro de cuatro o cinco años estaría obsoleto.(...)tienes que ser visionaria, tienes que ir más allá"⁶

"Para un cambio de programa pues influyen otras cosas. Un factor que influye mucho es por ejemplo, qué enseñan en una universidad de Estados Unidos, qué enseñan en una universidad de Europa (...) uno ve que los programas son muy parecidos a los que hay en Berkeley, en Stanford, tratando de tomar el ejemplo del MIT o un lugar así (...) la industria? ...si es un parámetro, pero no se puede tomar como la referencia principal, además de que nuestras empresas están retrasadas tecnológicamente contra las empresas en otros países (...) en nuestras empresas se hace mucha maquila, dijéramos que son empresas que fabrican tal cosa y compran y ensamblan, entonces es muy difícil que las empresas aquí requieran de ingenieros con buena preparación y generalmente el egresado de aquí, difícilmente aplica todo lo que aprende"⁷

Bajo estas apreciaciones, instituciones como la UNAM y el IPN con algunas variaciones en sus visiones sobre la profesión y su ejercicio profesional en el mercado de trabajo industrial, coinciden en visualizar a la formación de ingenieros con los atributos más fundamentales de la disciplina de la ingeniería y aunque reconocen que la industria nacional constituye un parámetro importante, el propósito primordial es el de formar ingenieros "que hagan ingeniería".⁸ con una orientación hacia el desarrollo tecnológico y la mejora de los procesos productivos, sin importar si este ideal es concomitante con las condiciones materiales del aparato productivo local.

En una segunda vertiente, se ubican las instituciones que privilegian las demandas que plantea la industria nacional en la definición de sus programas formativos. Su interés se centra principalmente en las características de su estructura ocupacional,

⁶Comunicación de la Ing. Margarita García, exsubdirectora de la ESIME Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional (IPN).

⁷⁷Comunicación del Ing. Jorge Gamboa presidente de la Academia de Electrónica de la carrera de Ing. en Comunicaciones y Electrónica de la ESIME Zacatenco, IPN.

⁸ Comunicación del Ing. Benjamín Zedeño, Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, plantel Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional.

atendiendo las actividades y funciones asociados con la práctica de la ingeniería y con ello, derivar una formación pertinente a las distintas ocupaciones que realiza el ingeniero en una empresa industrial. Entre sus fuentes de información que son complementarias, se encuentran las opiniones de las asociaciones gremiales, los ex-alumnos y las experiencias educativas desarrolladas tanto en el exterior como en el país. En esta línea se encuentran el ITESM y la UIA, aunque cabe mencionar que esta última institución le imprime otros valores más ingenieriles a sus procesos de formación.

"La industria ocupa un lugar importante en las decisiones y una prueba de ello es que se incorpora en los planes de estudios una orientación hacia el desarrollo de habilidades, destrezas, actitudes y aptitudes en los estudiantes (...) ello porque lo que los empleadores demandan son principalmente habilidades y capacidades en los ingenieros, es algo que es característico de la empresa y por lo tanto, el ITESM responde a esta demanda".⁹

"Las fuentes de información para nuestros planes de estudios son varios: la industria química, como fuente de datos del sistema nacional de la industria química. Por otro lado la visión de los industriales respecto de la industria química en México, o sea hacia donde va la industria. Otra son los ex-alumnos como gente que se está moviendo en la industria, cuál es su visión, cómo fue su formación, cómo está aplicando la formación que recibió en la Ibero y la otra son las asociaciones nacionales y extranjeras, el gremio (...) si yo me fuera a lo que pide la industria, pues le daría al muchacho algo muy fácil y rápido".¹⁰

A diferencia de las experiencias de otras economías periféricas en materia de importación de modelos educativos extranjeros, el país nunca experimentó sino hasta muy recientemente, una auténtica transferencia institucional como así lo revisa Botelho (1992) al analizar la implantación del modelo institucional del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en países en vías de desarrollo como Taiwan, India, Korea y Brasil. El trasplante de este modelo involucró varias acciones como apoyos a estudiantes

⁹Comunicación del Dr. Teófilo Ramos, Director de la División de Ingeniería del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, (ITESM) sede Monterrey.

nativos a realizar estudios de posgrado en ese instituto, incorporación del proyecto educativo y de investigación del MIT con la participación de asesores académicos de este centro, e inclusive la adaptación de la estructura organizativa, en términos de los objetivos, funciones y alcances del MIT. En México la importación de estrategias educativas por lo regular se ha limitado a la copia de carreras, estructuras curriculares, contenidos y cursos sin extenderse a la introducción del modelo funcional y organizacional de la institución que es fuente de inspiración.¹¹

Por el contrario, las débiles y vagas políticas que hasta hace relativamente poco se propusieron en materia de educación tecnológica, fueron en parte una de las causas por la que los establecimientos escolares encargados de la preparación de técnicos y la formación de ingenieros se vieron obligados a imitar experiencias educativas foráneas para su posterior domesticación a la realidad nacional. Inclusive se podría añadir que detrás de las iniciativas por incorporar proyectos educativos provenientes del exterior, subyacen intereses de naturaleza política o ideológica por definir y otorgar una legitimidad académica y social a la profesión.

"...ese paradigma (de las operaciones unitarias) que es de 1914, entra a México en la carrera de ing. química en 1925, porque Estanislao Ramírez lo trajo, curiosamente es una influencia que provino de la industria americana y esto va a las universidades (...) un mexicano pasa por una de esas universidades y trae ese modelo y se implanta (...) y por eso, al empezar a impartir una carrera de ing. química con esa orientación, viene la nacionalización petrolera y quién iba a preverla!!, quién iba a prever que las compañías inglesas, americanas, etc. se iban a ir y que iba a ser falta una cantidad de gente que operara estas cosas y sin haber tenido una carrera de ing. petrolero, con esas bases de las operaciones unitarias, nuestros ingenieros químicos estaban capacitados a todos esos procesos (...) gracias a que las universidades adoptan un nuevo paradigma de ing. química y lo copiamos en México, pudimos dar un servicio a la industria y nos anticiparnos a sus necesidades".¹²

¹⁰Comunicación del Ing. Arturo Fregoso, ex Director del Departamento de Ciencias Químicas de la Universidad Iberoamericana (UIA).

¹¹La única experiencia de transportación de instituciones educativas extranjeras en México, se verificó recientemente, cuando en 1991 se creó el Sistema de Universidades Tecnológicas, basado en el modelo de los Instituto Universitarios de Tecnología de Francia y para lo cual se contó con la asesoría y apoyos de supervisión de académicos franceses pertenecientes a esos institutos.

¹²Comunicación del Dr. Andoni Garritz, exdirector de la Facultad de Química de la UNAM.

Los estudiosos de la historia económica mundial reconocen cuatro vías que han sido fundamentales en la difusión del conocimiento científico y tecnológico de un país generador del conocimiento a otro país receptor de estos saberes: Las publicaciones; las redes de comunicación entre las asociaciones científicas; la "importación" de los sistemas de producción científica y tecnológica arraigados en los países más avanzados en esa materia, —centros de investigación, universidades—; y la inmigración de fuerza laboral técnica y especializada (Rosenberg, 1979; Inkster, 1991; Nelson, 1996). Sin embargo, conviene mencionar que a diferencia de países como los Estados Unidos y algunas otras naciones latinoamericanas como Argentina y Brasil que se beneficiaron de la fuerte inmigración de fuerza técnica calificada que recibieron en la segunda mitad del siglo XIX, en México, este factor no fue tan cuantioso como para ser determinante en la difusión de la ciencia y la tecnología y más bien, el ingreso de especialistas en las áreas de la tecnología y las ciencias llamadas duras, se dio bajo condiciones muy diferentes, como el asilo político a científicos e intelectuales.

Sería a través de un quinto mecanismo más efectivo relativo a la realización de estudios en el extranjero por parte de jóvenes mexicanos, como la sociedad tendría acceso al conocimiento científico y tecnológico reciente. Bajo los mismos propósitos que plantea Nelson (Ibíd; 260), cuando se refiere a la salida en el siglo XIX, de numerosos estudiantes norteamericanos a "aprender ciencia" en las instituciones superiores europeas con mayor prestigio, —principalmente alemanas—, quienes a su regreso contribuirían no solo a la expansión de la industrialización en gran escala de su país, sino también al fortalecimiento institucional de la enseñanza técnica. La evolución histórica de la educación técnica en México en parte, se ha erigido en las experiencias cognoscitivas traídas a México por generaciones de hombres atraídos por los ideales de la modernización y de estudiantes egresados de instituciones foráneas, quienes introdujeron no solamente los avances de la ciencia y la tecnología, sino también imágenes, significados y contenidos simbólicos del manejo profesional de tecnologías y su aplicación en la producción industrial.

"...este enfoque ingenieril basado en la fisicoquímica de los fenómenos de transporte, penetra a México en 1976. Nunca lo ves en ninguna industria, sino que, conociendo cómo se iban modificando las estructuras curriculares en otras universidades y en esos años salieron muchos de nuestros estudiantes a estudiar posgrados, al regresar en los años 77, 78, estas gentes traen ese conocimiento y en la revisión que se hizo del plan de estudios, se introduce por primera vez y con mucho miedo..."¹³

Los textos y sobre todo las publicaciones periódicas especializadas, la asistencia a congresos, la consulta y comparación de planes de estudios extranjeros y hasta muy recientemente, el intercambio de ideas y experiencias con las asociaciones de profesionistas de ingenieros, nacionales y extranjeras, se han constituido también en importantes vehículos de información científica, tecnológica y profesional.

"Había un comité de carrera, en donde participábamos para la reestructuración de un plan de estudios. Nos guiábamos por las revistas especializadas sobre los planes de estudios en las universidades extranjeras, especialmente E.U., por ejemplo Stanford. Nos basábamos en la literatura internacional (...) muchos maestros y alumnos que habían ido al extranjero a estudiar una maestría o un doctorado, regresaban con propuestas de planes de estudios, materias y contenidos que aprendieron allá y que no se conocían aquí. Ellos también fueron una buena fuente de información".¹⁴

"...generalmente se consultan todos los programas de ingeniería de otras escuelas, puedes traer todas las que te gusten, que sean las más importantes del mundo (...) de las cosas que estén vigentes en lugares que van a la cabeza en su área, no vas a ir a buscar los planes de estudios en países que están más rezagados, sería muy tonto (...) consultamos diferentes programas de diferentes escuelas, escuelas de todos lados del mundo, de Japón, de Estados Unidos... mira!, este es de California y este es de Colorado..."¹⁵.

"...pero en general uno está atento a como van las publicaciones sobre la profesión, para saber hacia donde va la profesión y más que nada, ver a las sociedades de ingenieros, que son ya universales – instituto de ingenieros industriales, la sociedad de ingenieros

¹³Comunicación del Dr. Andoni Garritz.

¹⁴Comunicación del Ing. Jacinto Viqueira. Profesor Emérito de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

¹⁵Comunicación de la Ing. Margarita García Exsubdirectora de la ESIME Zacatenco, IPN.

mecánicos de Estados Unidos que es muy antigua—, viendo las publicaciones, se van viendo las tendencias que se van poniendo de moda, o es una nueva necesidad, o es una nueva oportunidad”¹⁶.

Sin embargo, es de suponer que la imitación de programas formativos y contenidos no ha sido una actividad mecánica y simple como así parecen sugerirlo las respuestas de los informantes. De hecho involucra un proceso de selección y toma de decisiones frente a una variedad de propuestas curriculares foráneas que no siempre, (contra lo que uno puede esperar), son tan homogéneas entre sí. Es un hecho que detrás de esta toma de decisiones, intervienen todo un espectro de mediaciones que van desde la visión y valoraciones que se tiene de la profesión, las prácticas culturales y sociales que envuelven al manejo tecnológico y la organización de la producción en un momento histórico específico, hasta la función social y educativa que desempeña la escuela en términos de sus tradiciones e intereses.

El proyecto curricular representa una parcela de todo un universo de conocimientos que comprende una disciplina y en su diseño inevitablemente se involucran procesos de selección y organización de esos conocimientos, congruentes con la concepción que la institución sostiene sobre la profesión y su práctica en el mercado de trabajo. La diversidad de propuestas curriculares presentes en el ámbito nacional e internacional puede dar cuenta de los diversos significados, énfasis y adaptaciones que las escuelas le confieren a la ingeniería y su asociación con: la operación y desarrollo tecnológico, la organización del trabajo técnico y los métodos de producción que se verifica en el contexto local.

Del conjunto de opciones curriculares sobre la formación de ingenieros existentes en el mundo, las predisposiciones que exhiben las escuelas mexicanas por elegir determinados modelos o contenidos, no están exentas de tensiones y disyuntivas en torno a viejos problemas sobre los contenidos profesionales de la disciplina, que

¹⁶Comunicación del Ing. Jorge Olavarrieta, Director del Departamento de Ingeniería de la Universidad Iberoamericana, (UIA)

debieran ser incluidos en la formación de ingenieros y que no han sido del todo resueltos.

Como se verá a continuación, a partir de las aportaciones de los entrevistados, se detecta que la selección de contenidos es el resultado de conflictos que surgen alrededor de tres ejes de relación cuyos polos suelen ser contradictorias entre sí: a) en la relación de las ciencias aplicadas vs. las ciencias de la ingeniería, es decir, si la ingeniería se sitúa en el campo de las ciencias aplicadas o conforma una disciplina con un contenido formal y racional pero independiente, orientada al diseño y solución de problemas (Downe y Lucena, 1995); b) en la correlación ingeniería y organización del trabajo técnico (Meiksins y Smith, op. cit; Meiksins, 1988); y c) en la interacción: valores, ingeniería y sociedad. Al menos, estos tres ejes de relación entrelazados y los modos como incide en la profesionalización de la ingeniería, constituyen conflictos latentes durante los procesos de emulación de experiencias y proyectos de formación de ingenieros provenientes del exterior. Es de suponer que cada escuela de ingeniería está obligada a asumir una postura respecto de esas controversias a partir del contexto socio-histórico y la dinámica tecno-industrial prevaleciente, proponer una estrategia de formación de ingenieros e incidir en el modelamiento de la profesión.

a) Ciencias aplicadas vs. ciencias de la ingeniería

En el estado del arte de la ingeniería que elaboraron Gary Downe y Juan Lucena (1994) exponen la polémica que ha suscitado la definición del conocimiento ingenieril. Señalan que no son pocos los autores que han considerado a la ingeniería como ciencia aplicada y si bien es incuestionable que la ingeniería "involucra la aplicación de la ciencia para producir tecnología" (169), es un hecho que también ha podido desarrollar un contenido disciplinario propio e independiente.

Como así lo analiza Edwin Layton, (1987) "los ingenieros deben construir un puente entre la teoría pura y los artefactos o sistemas que trabajan en el mundo real". (602) En esta interacción de la ciencia y la tecnología, de la teoría y la práctica, los ingenieros han tenido que construir estructuras cognoscitivas intermediarias entre el diseño (creación y

operación de artefactos) y las ciencias básicas que sirven en la solución de problemas del diseño (*Ibid.*).

Se trata de cuerpos de conocimientos organizados sistemáticamente que aglutinan conceptos, teorías, procesos y procedimientos, contruidos a partir de algunas de las contribuciones de las ciencias básicas que son útiles al desarrollo de artefactos y derivación de técnicas. Representan otro tipo de ciencias y son como lo señala Leyton intermediarias porque son el resultado de la "interacción simbiótica entre la ciencia y la tecnología" (*Ibid.*: 601).

Downe y Lucena exponen la clasificación de las ciencias y teorías de la ingeniería establecida por la American Society of Engineering Education en seis categorías: a) Mecánica de sólidos, incluyendo teorías sobre estática, dinámica, vibraciones, resistencia de materiales; b) Mecánica de fluidos; c) Termodinámica; d) Mecanismos, abarcando transferencia de calor y de masa; e) Teoría eléctrica incluyendo electrónica; y f) Propiedades y naturaleza de los materiales (ciencias de los materiales). Se agregan también otras teorías como circuitos, estructuras, combustión y en el caso de la ingeniería química, destacan las operaciones unitarias, procesos unitarios, fenómenos de transporte y fenómenos de superficie.

No corresponde discutir aquí sobre la relación que guardan las ciencias de la ingeniería respecto de la producción de tecnologías, pero es indiscutible que existe una demarcación entre las ciencias de la ingeniería y las llamadas ciencias básicas como física, química, matemáticas y las biológicas. Según esos autores, "las ciencias de la ingeniería son una especie distinta de ciencia" (169).

Las ciencias de la ingeniería no son sino la racionalización, abstracta y formal de los conocimientos adquiridos durante la aplicación de los aportes científicos a la solución de problemas de diseño y operación de máquinas y procesos de producción, y esta característica ayuda a entender el por qué Downe y Lucena consideran que la delimitación de las ciencias y teorías de la ingeniería mantiene una dimensión política en tanto que facilitó la legitimación de la educación (escolarización y academización) de la ingeniería y consecuentemente contribuyó a la consolidación social de la profesión, a

través de la cohesión corporativa de los ingenieros y de una definición más precisa, en palabras de Abbott, de su jurisdicción.

La enseñanza de la ingeniería envuelve una academización del conocimiento tecnológico, sin embargo como lo señala Collins, (1990) "el contenido de la escuela típicamente no proporciona habilidades prácticas directas" (19) y sus impactos en la profesionalización y destino ocupacional de los ingenieros son más sociales y simbólicos que técnicos. Si este punto se analiza desde un plano histórico e ideológico, habría que recordar que la institucionalización de la enseñanza técnica y de la ingeniería en el siglo XIX a nivel mundial, se hizo bajo la incorporación del discurso científico y racional a la ingeniería, a fin de regular la práctica de la técnica y la tecnología y a la vez, erradicar los usos y rutinas artesanales, así como el empirismo que por mucho tiempo caracterizó a la operación e innovación tecnológica.

Es entonces que la escuela como una estructura de interfase, está obligada a definir sus estrategias de formación, resolviendo entre las fuerzas de las demandas del mercado ocupacional y las particularidades cognoscitivas e intelectuales que proclama la ingeniería fundamental. En México, la formación de ingenieros ha sido empujada por esta controversia. Es común que en los distintos proyectos de educación de la ingeniería, se privilegia el propósito de imprimir una "formación básica" en el futuro ingeniero, pese a que esta categoría no resuelve por supuesto, el problema y por el contrario, ha sido utilizado en distintas formas, mismos que se expresan en las siguientes disyuntivas:

a) Una visión de la ingeniería como una ciencia aplicada que se desprende en las decisiones de algunas escuelas por desarrollar una formación básica fundamentalmente científica y que en términos materiales, denota una mayor carga de las ciencias básicas sobre las llamadas ciencias de la ingeniería; b) Una interpretación de la ingeniería como una ciencia independiente que en su combinación con los usos y solución de problemas, conlleva el dilema de decidir sobre una formación básica general delimitada por la disciplina fundamental, o una formación especializada determinada por las áreas específicas de intervención profesional.

En los distintos periodos históricos de la enseñanza de la ingeniería en México, se identifican ejemplos de cómo la institución educativa es atraída por determinadas experiencias formativas desarrolladas en Europa, particularmente el modelo francés, al cual se le acusaba por su carga demasiado teórica y científicista en la preparación de ingenieros y su privilegio a la enseñanza de las ciencias básicas: altas matemáticas, física y otras disciplinas afines sobre las ciencias de la ingeniería. Con visos más simbólicos que ocupacionales, la copia del modelo francés en México en el siglo XIX, fue parte de las estrategias de las escuelas por racionalizar mediante códigos formales y científicos la práctica tecnológica en sus distintos niveles de complejidad y dotar a los futuros ingenieros de las cualidades cognoscitivas para explicar y operar la tecnología industrial, siempre con un nivel científico.

También fue con el propósito de asegurar el ascenso profesional de la ingeniería en un contexto en que las prácticas culturales y sociales mantenían un modo distinto (respecto del francés), de organización social del conocimiento técnico, de carácter individualista y más horizontal que vertical que significaba un emparejamiento colectivo en la distribución social del conocimiento técnico y con una mayor valoración del trabajo práctico realizado en el taller, esto es, la "cultura del taller" (Calbert, 1967, citado en Grayson, 1993:49 y en Abbott, 1988:230).

Empero, como así se revisó en el capítulo anterior, durante el periodo porfirista, la educación de ingeniería experimentó un viraje hacia el modelo americano de producción industrial y división del trabajo técnico, el cual implicaba un deslinde entre los conocimientos tecnológicos que poseían los ingenieros respecto de otros técnicos más prácticos y operativos, usualmente ubicados en segmentos ocupacionales inferiores. Inducida por las políticas económicas y educativas de la época, la formación de ingenieros confrontó severas dificultades para determinar el perfil deseable del ingeniero en un ambiente en donde los ingenieros mexicanos no había logrado alcanzar el estatus social requerido para su empleo laboral y en su lugar, varios factores influían en la preferencia por los ingenieros extranjeros, especialmente americanos y británicos.

Lo anterior, sale a colación porque da cuenta de las tensiones subyacentes en las decisiones sobre si la formación de ingenieros debiera continuar apoyándose en una base puramente científica y teórica, con una importante carga matemática (modelo francés) o con un mayor énfasis en la técnica y la práctica a través de la integración de las ciencias de la ingeniería (modelo norteamericano). El comportamiento de interfase en la enseñanza de la ingeniería fue sin duda, más compleja y complicada cuando las escuelas de Ingeniería y de Química y en general, en la enseñanza de la ingeniería en todas sus ramas, alcanzó el nivel universitario y se incorporan a la Universidad Nacional. La idea de decidir entre una formación científica de los ingenieros o con una preparación más práctica, frente a una organización del trabajo técnico inclinada a la labor profesional de los ingenieros extranjeros, fue por mucho tiempo una constante en las decisiones de las escuelas por servir de enlace entre la ciencia (básica e ingenieril) y las condiciones concretas de la industrialización.

"En esa época (los años 30-40) la industria esperaba que los ing. químicos realizaran análisis químicos porque la ingeniería la hacían los ingenieros del país de la compañía donde se trabajaba. Si la compañía era alemana se pedía que la trabajaran (la ingeniería) a los alemanes y a los mexicanos se les pedía que sirvieran en el laboratorio y entonces había que enseñarles mucha Química Analítica"¹⁷

"Si, antes era (la formación de ing. químico) muy científica se le daba importancia a la química, pero ahora es más ingenieril. Era así porque el ing. químico fungía como un asesor, un orientador de la industria química. Sin embargo, conforme evolucionó la ingeniería química, se enfatizó la parte de la ingeniería. En el plan de 1988 ya no se enseña tanta química".¹⁸

La formación básica en realidad ha sido objeto de varias interpretaciones. Para algunas escuelas, la formación básica se entiende como una preparación fundamentalmente científica, con los contenidos derivados de las ciencias básicas como matemáticas, física, química, etc. Por ejemplo, la Facultad de Ingeniería de la UNAM en

¹⁷Comunicación del Ing. Jesús Avila Galíndez, Exdirector de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del IPN.

su última reforma curricular de 1993, decidió fortalecer la preparación de un ingeniero con una formación "básica y generalista". La expresión material de esta expectativa fue la de aumentar la carga horaria de las asignaturas relacionadas con las matemáticas (cálculo diferencial, ecuaciones diferenciales, etc.) y la física (FI-UNAM, 1995).

"La formación de ingenieros en la Facultad (de Ingeniería) siempre se ha basado en la idea de proporcionar una formación sólida en las ciencias básicas: matemáticas y física y ahora química también. Esto siempre ha sido la postura de la Facultad, darle al estudiante una formación científica".¹⁹

Pero también la formación básica se refiere a la preparación de los estudiantes con los principios de las ciencias de la ingeniería que precisa un determinado campo disciplinario. Por ejemplo, la ing. mecánica que comprende las áreas de estructuras, energía o diseño de manufactura e inclusive robótica, o la ing. eléctrica que abarca sistemas de potencia o instalaciones eléctricas y un ejemplo más, la ing. electrónica que incluye comunicaciones, sistemas electrónicos de control, ó computación y para ello, el curriculum mantiene una fuerte carga de ciencias y teorías de la ingeniería relacionadas con la electrónica, (ciencias de los materiales; teoría de la electricidad; circuitería y en algunos casos física del estado sólido; respectivamente).

Lo opuesto estaría asociado con las ingenierías más especializadas: ing. en sistemas electrónicos, ing. en control y automatización, ing. en computación, ing. en sistemas energéticos, ing. hidráulica, etc. como así lo muestra la cartera de carreras de ingenierías en el AMCM, expuesta en el capítulo tres.

"...hay dos orientaciones respecto de las especializaciones en ing. química: una que señala que la especialización debe hacerse después de la licenciatura y la otra corriente que dice que debe ser en el posgrado. La UIA está por esta última opinión y des-especializar (sic) la licenciatura. Hacer carreras como ing en energía o ing. hidráulica, como que son muy específicas. Uno de los propósitos institucionales en esta formación,

¹⁸Comunicación del Dr. Reynaldo Sandoval.

¹⁹Comunicación del Ing. Jacinto Viqueira.

es no ser demasiado profesionalizante. No creemos en las especializaciones a nivel de licenciatura, creemos que la especialización debe hacerse después de la licenciatura".²⁰

"yo creo que la ingeniería es básica y no debe ponerse demasiadas especializaciones, la civil, la química, la mecánica, la industrial y la electrónica y nada más".²¹

Ya sea que el énfasis que la institución le otorgue a la enseñanza de la ingeniería que ofrece, se base esencialmente en las aportaciones de las ciencias básicas, o se oriente a la profundización de las ciencias de la ingeniería en algunas de sus especializaciones, es un hecho que de todas formas, la educación de la ingeniería es y ha sido dominada por el discurso científico, excluyendo otros que pueden ser importantes para la práctica de la ingeniería como son los que provienen de las disciplinas económico-administrativas y las ciencias sociales. En este sentido, las escuelas universitarias formalizan su función de definir y delimitar lo que la ingeniería es y debe ser, bajo una visión academicista de la disciplina y alejada de la naturaleza operativa y pragmática que tradicionalmente ha distinguido a la práctica profesional de la profesión, principalmente en los escenarios industriales (Johnston, et al. 1996).

b) Ingeniería y organización del trabajo técnico.

En íntima relación con el tema anterior, la práctica de la ingeniería ha sido influida por los modos como se organiza el trabajo técnico en cada sociedad y en cada época. Como lo analiza Layton, (op. cit) "el conocimiento tecnológico es crecientemente científico en algún sentido, sin embargo, puede extenderse hacia abajo en una jerarquía de lo más abstracto a lo más concreto, de lo más intelectual a las rutinas de trabajo más simples y manuales" (604).

Como ya se analizó más ampliamente en el cuarto capítulo, bajo los esquemas de la producción capitalista, la sofisticación tecnológica y la división del trabajo, las empresas

²⁰ Comunicación del Ing. Arturo Fregoso, (UIA)

²¹ Comunicación del Ing. Jorge Olivarrieta, Director del Departamento de Ingeniería de la UIA.

requirieron de trabajadores técnicos con distintos niveles de calificación laboral y su ubicación en los distintos segmentos ocupacionales que articula la organización del trabajo. De este modo, la distribución de las tareas y actividades asociadas con el manejo tecnológico, guardaría una relación de correspondencia con un determinado grado de calificación técnica. Desde el diseño de los procesos industriales o productos, pasando por la supervisión de trabajadores y equipos empleados en la producción, hasta la ejecución de tareas repetitivas de manejo de máquinas o herramientas que no requieren de trabajadores muy entrenados, representan un conjunto de actividades técnicas ordenadas verticalmente a la vez que, involucra formas de estratificación de los trabajadores técnicos.

En cada nación y en cada época, el modelo de desarrollo económico, las características económicas y tecnológicas de la estructura industrial y los modos de organización del trabajo técnico vigentes con sus respectivos niveles cognoscitivos y culturales requeridos, han sido factores fundamentales en el modelamiento de la profesión de la ingeniería y por supuesto, de su enseñanza. Los ingenieros se han caracterizado por encontrar su ocupación laboral en las organizaciones industriales y representan esa clase de trabajador técnico y muy calificado que por sus bases científicas y tecnológicas puede encargarse de las actividades relacionadas con la dirección y administración de la producción, aunque es evidente que "los ingenieros no son el equivalente de administración" (Meiksins y Smith, 1996b:236).

Sin embargo, y utilizando las palabras de Abbott (1988:92) "las nuevas tecnologías crean jurisdicciones potenciales" y los ingenieros por ser los profesionistas que dominan el sistema de conocimientos y habilidades (abstractos y concretos, formales y empíricos) relacionado con la tecnología, en la mayoría de las sociedades han podido ascender como un grupo profesional importante, no obstante que por las estructuras del trabajo técnico de las empresas les han asignado un papel muy ambiguo a la vez, difícil para delimitar su identidad profesional. Como ya se ha reiterado, la ingeniería es una ocupación fragmentada que interviene en los distintos segmentos más complejos del proceso productivo. Usualmente ubicada en los niveles superiores e intermedios de la

división vertical del trabajo técnico, da lugar a que la definición de su campo de acción sea determinada por los modos como el conocimiento tecnológico es socialmente organizado y por el avance industrial que despliega una sociedad.

En la historia moderna de la industrialización en México, el aparato industrial se ha caracterizado por su férrea dependencia de la tecnología extranjera y por la ausencia de políticas efectivas para propiciar el desarrollo de una capacidad propia tendiente a la asimilación y desarrollo de nuevas tecnologías. Frente a esta situación y con una industria esencialmente dedicada a la producción de bienes de consumo, por varias décadas el ingeniero mexicano representó ser un profesionista "dual" que bien podía desempeñarse en las tareas de supervisión y coordinación de las líneas de producción, atendiendo procesos de fabricación y mantenimiento (ej. gerente de planta) o bien se hacía cargo de la planeación y administración del sistema de producción, aunque hay que recordar que bajo el modelo de economía cerrada y los métodos de producción en serie con tecnología poco flexible, era común que las empresas contrataran a otros profesionistas como administradores de empresas y contadores para los puestos de dirección.

Aunque hay muy pocos estudios sobre la relación tecnología - profesionalización, en México por las condiciones estructurales de la industria manufacturera nacional, los ingenieros han enfrentado múltiples dificultades para definir con precisión su jurisdicción y con ello alcanzar la acreditación social. Una de ellas, tiene que ver con las escasas oportunidades que le brinda el ambiente industrial para aplicar realmente sus capacidades relacionadas con la ingeniería del diseño, sin duda, una actividad que ha distinguido a los ingenieros de los países más industrializados. Otras variables de orden estructural como la existencia de un mercado ocupacional muy amorfo y la carencia de mecanismos regulatorios de la actividad profesional que contribuyan a la salvaguarda de la jurisdicción de ingeniería, han incidido en la fragmentación de la profesión y aparentemente, en su estratificación social.

Frente a este panorama laboral un tanto confuso de la ingeniería en México, las escuelas de ingenierías tradicionalmente se han visto obligadas a construir un perfil

"ideal" de la profesión, a partir de los modos cómo interpreta a la realidad industrial y las funciones que debiera realizar el ingeniero. Determinar ¿qué tipo de ingeniero formar?, ¿con qué conocimientos y habilidades?, ¿para qué tipo de industria?, ¿cómo asegurar la promoción social y económica de la profesión?, las ha conducido a buscar la "mejor práctica" profesional y ocupacional del ingeniero en las experiencias de otros países, descifrar las orientaciones y corrientes renovadoras de la profesión y decidir a partir de la consideración de múltiples y complejas variables (recursos e infraestructura, clientela estudiantil, mercado de trabajo, filosofía institucional, etc.), cuál sería la mejor opción.

En la interacción de la ingeniería con la organización del trabajo técnico y su expresión en las oportunidades de empleo, emergen un espectro de variadas y contrastantes posturas que no hace sino mostrar que las escuelas confrontan conflictos en sus decisiones en torno al perfil del ingeniero que debiera formar. Por ejemplo, el ITESM basa sus proyectos formativos en las demandas explícitas de las empresas industriales, mientras que la enseñanza de la ingeniería que proporciona la Universidad Iberoamericana se ubica en una posición intermedia. Privilegia una enseñanza esencialmente ingenieril pero la combinan con los requerimientos tendenciales de la industria local.

"...como institución debemos considerar no sólo lo que está faltando sino cuál es la visión de la industria química, qué se puede hacer para que esto se modifique, no se trata de responder a lo que se está pidiendo, a las deficiencias, sino determinar cuáles son los cambios y responder a ellos"²²

La UNAM y el IPN no incorporan las necesidades industriales, sino que a partir de una severa crítica al rezago tecnológico y productivo que guarda la estructura industrial nacional, lo cual a su vez, les sirve de fundamentación, optan por preservar y promover

²²Comunicación del Ing. Arturo Fregoso ex Director del Departamento de Ciencias Químicas de la Universidad Iberoamericana (UIA).

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. Bajo el criterio de que la industria en México "no debiera ser pauta para ningún cambio curricular"²³, en la conformación del perfil profesional del ingeniero y de su acción social y ocupacional, inevitablemente conlleva la imagen que la institución escolar se forma, respecto de lo que debe ser la industria en México, "y eso se puede prever si se mira a la industria y a las universidades de otros países".²⁴ Para algunos de los informantes, las instituciones privadas "lo que han identificado es un nicho de mercado más que un nicho de profesional necesario"²⁵.

"No queremos formar un ingeniero químico con una formación sesgada a las necesidades momentáneas y coyunturales de la industria. Nosotros formamos un ingeniero químico con un carácter general, integral. La formación que se le ofrece al estudiante no se relaciona con el empleo o el mercado profesional directamente, sino que se le desarrolla una capacidad integral a largo plazo y del momento".²⁶

Sin embargo, el ITESM percibe de un modo distinto a las demandas de las industrias. Sus programas educativos se orientan a las ocupaciones superiores de la estructura laboral y aunque reconoce las condiciones de deficiencia tecnológica y productiva en que se hallan las empresas, su preocupación se dirige hacia al desarrollo de habilidades y de una conciencia de liderazgo en los estudiantes a fin de que incidan en la transformación industrial. Este ideal ha significado la implantación de mecanismos rigurosos y sistemáticos que permitan constantemente actualizar los contenidos y en general, los ajustes curriculares, acordes con los vaivenes del desarrollo industrial,

²³Comunicación del Dr. Andoni Garritz

²⁴*Ibid.*

²⁵*Ibid.*

²⁶Comunicación del Dr. Reynaldo Sandoval.

además de que subordina la selección y copia de programas foráneos a su filosofía institucional y perfil del ingeniero deseado.

"Por ejemplo, todos los profesores de ingeniería tienen posgrado y estos profesores muchos de ellos van al extranjero toman algunas especializaciones o traen una maestría y luego vienen con toda una información que a ellos les gustaría traducirlos por ejemplo en una materia. Bueno no es fácil insertar una teoría así nada más, sino que tiene que haber toda una aceptación del conjunto de directores y de profesores para que esto se pueda llevar a cabo (...) en este sentido, cuando se quiere por ejemplo crear una nueva carrera se tiene que hacer todo un estudio de mercado. La demanda de los industriales, de los empleadores, las características de la industria en un momento dado, también van a determinar la utilidad o no de una nueva carrera de ingeniería y sería la demanda estudiantil la que determinaría la desaparición o mantenimiento de una carrera".²⁷

La disyuntiva de si formar un ingeniero con las bases de las ciencias básicas y de la ingeniería que requiere su especialidad sin importar las condiciones de la industria nacional, o a partir de la demandas del mercado ocupacional de la industria, es quizás la que conlleva mayores tensiones. Como se señaló arriba, uno de los rasgos distintivos en los ingenieros de los países más industrializados es su capacidad para el diseño y operación de tecnologías tendientes a la mejora e inclusive innovación de las líneas de producción, pero esta disposición no parece ser considerada por la industria local.

Las escuelas, principalmente las públicas, (la UNAM y el IPN) buscan ante todo brindar una formación básica, mediante el ofrecimiento de un plan de estudios orientado al ejercicio de una ingeniería "pura" que permita al futuro ingeniero desenvolverse en cualquier "momentum" del proceso productivo. Sin embargo, frente a la amplia diversidad en que ha incurrido el proceso productivo y sus impactos en la emergencia de nuevas ramas de producción, algunas escuelas sobre todo privadas han dirigido su enseñanza a la preparación de ingenieros en especialidades muy específicas, considerando los aspectos más esenciales de ciertas áreas de intervención profesional,

²⁷Comunicación del Dr. Teófilo Ramos, ITESM

como lo ilustran los casos de la ing. en energía, ing. hidráulica, o ing. en sistemas electrónicos.

Pero también la especialidad o mejor dicho, lo específico del conocimiento ingenieril, estaría determinado tácitamente o no, por otras funciones complementarias que realiza el ingeniero en la estructura laboral industrial. De este modo, se explica que el ITESM ofrezca las carreras de ing. mecánico administrador o ing. químico administrador.

Como ya se señaló, las escuelas que optan por una preparación de la ingeniería fundamental, se justifican en las defectuosas condiciones de la industrial nacional y por lo tanto, buscan "copiar" proyectos curriculares del extranjero e inspirarse en ellos, para definir su perfil profesional y plan de estudios. Esta percepción involucra el ideal de que las escuelas de ingeniería no sólo constituyen importantes estructuras sociales para la profesionalización y legitimación de la ingeniería, sino que se desenvuelven como una instancia fundamental en la asimilación y difusión de las innovaciones tecnológicas a la industria.

"...por copiar primero a la universidad extranjera, los dos paradigmas (de la ing. química), a la larga pudimos dar un servicio a la industria local, cuando esta ya las copiaba a las industrias extranjeras".²⁸

El significado de la formación básica no es unívoca. Ya se vio que la formación básica puede significar una mayor dosis de ciencias básicas o una mayor carga en las ciencias de la ingeniería. Pero algunas escuelas como el ITESM, ubican a la formación básica en el desarrollo de habilidades y actitudes y como se verá más adelante, esta concepción distinta, son parte de los nuevos valores que se le asignan a la profesión y a su enseñanza.

²⁸ Comunicación del Dr. Andoni Garritz

Los dos paradigmas a los que se refiere el informante, son las Operaciones Unitarias y los fenómenos del Transporte.

"...la formación sólida no se da con el incremento de materias, (...) la preocupación central debiera estar dada en términos de cómo debiera enseñarse las matemáticas, la física, etc., es la cuestión de cómo un muchacho pueda aplicar matemáticas o física (...) el cambio en el ITESM no está dado en el plan curricular sino a nivel de la práctica docente, en donde se procura que el alumno sea la figura central del aula y recibir todo un desarrollo en aspectos que tienen que ver con la aplicación de conocimientos".²⁹

Por último, conviene mencionar el peso que tiene la infraestructura física, material y financiera con que cuenta la institución, en las decisiones de determinación de carreras y sus modalidades. Es evidente, que la formación de ingenieros representa un alto costo financiero a las escuelas debido al equipamiento de talleres y laboratorios que se requiere. Por lo que no debe de extrañar que las IES sobre todo privadas, apoyen sus disposiciones en las posibilidades de contar con el equipo y material necesario o inclusive decidan impartir una carrera con una carga más teórica que práctica por su insuficiencia de equipo y material. Por ejemplo, "la computadora es el laboratorio más barato y tal vez, sea ese el motivo por la que muchas escuelas se animan a ofrecer ingenierías en computación o en informática"³⁰.

"...los laboratorios son muy caros, todos los laboratorios son sumamente caros, entonces si uno quiere establecer una materia y no tiene laboratorio, no puede uno ser tan optimista de decir: <<la escuela me va a poner laboratorio o el gobierno va a gastar el dinero que se requiere>>, entonces, si yo pongo una materia y necesito poner un laboratorio nuevo, pues no lo hago, o pongo una materia teórica o no enseño lo último en conocimientos".³¹

c) Valores, ingeniería y sociedad

En el análisis de los dos ejes de relación que pesan en las decisiones de las instituciones por construir sus proyectos educativos, es posible sustraer implícitamente la valoración

²⁹Comunicación del Dr. Teófilo Ramos, Director de la División de Ingeniería del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, sede Monterrey (ITESM)

³⁰Comunicación del Ing. Jorge Gamboa, Ing. en Comunicaciones y Electrónica, ESIME-Zacatenco, IPN.

³¹*Ibid.*

social y profesional que la escuela asume respecto de la profesión y que finalmente la imprime en sus programas de formación. Son valoraciones y una ética, en cuya construcción median factores de carácter histórico expresado en tradiciones e intereses de orden político y coyuntural, o gremial y profesional.

Sin embargo, no se puede dejar de lado que en el periodo contemporáneo, las escuelas de ingeniería forman parte de una institución de educación superior más amplia, (universidades o tecnológicos) lo que las hace permeables al proyecto educativo, ideológico y político, así como la función social que sostiene la institución a la que pertenece, además de estar continuamente expuestas a los cambios que experimenta el sistema. Como se mencionó anteriormente, la incorporación de la Escuela Nacional de Ingenieros a la Universidad Nacional, en las primeras décadas de este siglo, tácitamente significó otorgarle a la formación de ingenieros un carácter científico acorde con los valores sublimes de la educación universitaria, enalteciendo el conocimiento de las ciencias básicas en la formación de sus profesionistas.

Por otra parte, al hacerse cargo el Estado del control de las industrias estratégicas (petróleo, electricidad, telefonía y comunicaciones, siderurgia, etc.) y de algunas manufactureras, por mucho tiempo fue el principal empleador de ingenieros. Esta situación trajo consigo una inculcación de valores nacionalistas en el ejercicio profesional y enseñanza de la ingeniería mexicana.³² En este contexto axiológico de alto nacionalismo, se inserta la creación del IPN que hasta los noventa continuaba luchando por formar un ingeniero con un sentido patriótico en su ejercicio profesional. Su lema "la técnica al servicio de la patria" se ha introyectado profundamente en la mentalidad de los maestros y alumnos politécnicos, aunque por supuesto, este lema también entraña diferentes interpretaciones:

"...lo que quiere la industria es gente que vea por sus objetivos y las escuelas públicas: el Politécnico, la Universidad, ven objetivos de servicio hacia la patria Son dos cosas diferentes; nosotros qué tenemos que hacer?, qué queremos que nuestros ingenieros

³²Peter Cleaves (1988) estudia el sentido nacionalista de los ingenieros petroleros.

desarrollen?, ojalá pudiéramos desarrollar nuestros conceptos propios, tener un desarrollo en investigación propia, que diera a fin de cuentas, productos propios que se consumieran aquí (...) nosotros procuramos que nuestra gente haga ingeniería, que desarrolle, que pueda realmente crear productos que a fin de cuentas sean consumidas por el pueblo mexicano, pero productos desarrollados completamente nacionales, entonces eso requiere que nuestra gente se meta mucho dentro del producto en sí, a que haga ingeniería..."³³

"... aquí (en la ESIME) se maneja mucho, que la gente de aquí, pueda preparar especialistas en x productos para el pueblo, para los pobres, pero nosotros estamos muy en contra de esa idea, probablemente salió con esa intención, pero nuestro lema es "la técnica al servicio de la patria", entonces esto es lo que nos debe importar, ¡esto no es para los pobres!, es para los que van a hacer técnica al servicio de la patria y la técnica al servicio de la patria la pueden hacer los pobres, los ricos o los regulares, esa es nuestra idea, es la ciencia..."³⁴

En un contexto similar de creación institucional, se sitúa la fundación del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey en 1943, con la contrastante diferencia de que esta institución fue creada bajo los auspicios de la burguesía industrial emergente de Monterrey, Nuevo León, con los valores empresariales y una formación dirigida a los segmentos ocupacionales de administración y organización empresarial, y más orientada a la estructura ocupacional que al mismo desarrollo de la ingeniería como disciplina y como profesión. Se podría decir, que la ubicación del IPN y el ITESM, en materia de valoraciones respecto de la enseñanza de la ingeniería, ocupan los polos extremos del espectro axiológico de la profesión.

Sin embargo, los setenta representaron un periodo de profundas transformaciones al sistema de educación superior, buscando que las instituciones de educación superior adquirieran un carácter más profesionalizante y respondieran puntualmente a las necesidades de cambio del aparato productivo. Como se analizó en el capítulo cuatro, las escuelas de ingeniería principalmente las públicas, se esforzaron en dotar a los

³³Comunicación del Ing. Benjamín Zedeño, ESIME Zacatenco-IPN

³⁴Comunicación de Margarita García. ESIME Zacatenco-IPN

ingenieros de mayores conocimientos de las ciencias de la ingeniería y reforzar la idea de formar un ingeniero-investigador.

"...porque además los estudiantes deben saber investigar no nada más en relación a la química, sino sobre todo respecto de la ingeniería química".³⁵

Un conjunto de políticas, acciones y mecanismos gubernamentales para favorecer el desarrollo de una capacidad tecnológica y científica y que a la vez, redundara en la elevación de la calidad de la formación de ingenieros, fueron fundamentales en las nuevas directrices que se establecieron las escuelas de ingeniería. La consolidación hegemónica del Estado en el control y operación de las industrias estratégicas junto con la creación de centros de investigación tecnológica y científica, repercutieron favorablemente en la organización de diversas asociaciones de ingenieros y de industriales que paulatinamente comenzaron a tener una influencia relativa en las comunidades académicas de las escuelas, al mismo tiempo que contribuyeron al fortalecimiento de la profesión y al mejoramiento de su estatus social.

Por otra parte, tampoco se puede soslayar el impulso gubernamental al perfeccionamiento de los profesionistas en el extranjero, lo cual se tradujo en una salida masiva de egresados de las IES a distintas universidades extranjeras con el propósito de aprender los nuevos conocimientos de la disciplina. Una experiencia que sin duda, alteró la vida académica de las IES, además de que las condujo a su transformación educativa.

Entre estas alteraciones, destaca la aparición de la figura de profesor de carrera de tiempo completo lo que significó que las escuelas contaran con "un cuerpo académico de planta"³⁶ que aparte de hacerse cargo de la docencia, realizara tareas de investigación y sobre todo, iniciara las primeras actividades formales de vinculación con las industrias, en materia de servicios y elaboración de proyectos tecnológicos.

³⁵Comunicación del Ing. Jesús Galíndez, ESIQUIE-IPN.

³⁶Comunicación del Dr. Andoni Garritz, UNAM.

"...profesores de carrera en 1970 habían 6 (...) la gran explosión vino de los que se fueron al extranjero en 74, 75, 76, 77 y se incorporaron 69 gentes y ahí si tuvimos a 120 profesores de carrera, hasta entonces, el profesor de la facultad era de asignatura trabajaba en su empresa y venía a dar clases".³⁷

"En los sesenta, la mayoría de los profesores eran de tiempo parcial y en los setenta comenzaron los servicios a la industria porque fue cuando se inició el tiempo completo (en los profesores)".³⁸

Los intensos movimientos de salidas y llegadas de maestros y profesionistas hacia o del extranjero con estudios doctorales junto con otros factores entrecruzados como la drástica elevación de la demanda estudiantil y las políticas de modernización de la educación superior, se tradujeron en cambios estructurales importantes al interior de las IES públicas.

"En los setenta se llevaron a cabo cambios importantes en la Facultad de Ingeniería con Barros Sierra como rector de la UNAM que cambió la vida de la facultad aunque no se vieron reflejados en los planes de estudios. La figura de profesor de tiempo completo se desarrolla en los setenta y antes la planta docente se formaba sólo de profesores de asignatura. En la facultad aparece la estructura departamental y se impulsa la investigación y el posgrado (...) esto explica que la vinculación escuela-industria (en el ámbito de los servicios y la investigación) fuera una actividad que no se llevaba a cabo en las áreas de la ing. mecánica-eléctrica, (...) esto puede explicar que no hubiese relaciones de colaboración con los industriales sino hasta los setenta y sobre todo cuando se creó el Centro de Diseño Mecánico en la facultad, a fines de los setenta".³⁹

Los cambios verificados en los setenta, significaron rupturas no de fondo, en la concepción de la profesión. La nueva concepción de la ingeniería se apoyaba en el logro de un equilibrio entre una formación científica y una formación basada en los acelerados

³⁷ *Ibid.*.

³⁸ Comunicación del Ing. Jesús Galíndez, ESIQUIE-IPN.

³⁹ Comunicación del Ing. Jacinto Viqueira, Fac. de Ingeniería UNAM.

adelantos de las ciencias de la ingeniería experimentados en los países más industrializados. Pero la ética del quehacer del ingeniero continuó bajo una inspiración social y nacionalista que incorporaba los valores de búsqueda del bienestar común, valores que eran igualmente compartidos por las comunidades académicas y las organizaciones gremiales.

La década de los noventa, como así se analizó en los capítulos tres y cuatro, representó la segunda ruptura en materia de formación de ingenieros. Los procesos de privatización de las paraestatales, la apertura comercial y la inserción de la industria manufacturera en la competencia internacional, están significando fuertes cambios en los valores de la profesión ingenieril en todo el mundo, además de conflictuar la función social de las escuelas de ingeniería.

Frente al escenario de la globalización y la conformación de bloques de integración regional, aunado a los nuevos paradigmas de la producción industrial, el motor de desarrollo y la competitividad se asienta en la empresa privada, dando lugar a la emergencia de una relación crítica entre "lo público y lo privado" y sus implicaciones en la creación de nuevos valores y funciones profesionales.

Ciertamente, esta cuestión ha provocado gran controversia pues por mucho tiempo, las escuelas públicas de ingeniería orientaban su formación hacia los perfiles del ingeniero empleado en las grandes industrias y Secretarías (ministerios) del Estado. Desde luego, ante la paradójica situación que prevalece actualmente en nuestros países, en donde la economía recae fundamentalmente en "manos privadas", los valores y visiones empresariales comienzan a ser tomados en cuenta, aunque sea a nivel de la discusión y el debate. En términos de la ética del nuevo ingeniero, parece que no se puede seguir sosteniendo la vieja expectativa de formar ingenieros para la construcción de la infraestructura nacional que conduzca al bienestar social y por el contrario, los valores de lo "privado" aparecen como las pautas ideológicas en la formación de técnicos e ingenieros.

"¿A donde se van nuestros egresados? (...) si estamos hablando de los sistemas de potencia, pues nada más hay dos grandes empleadores: Comisión Federal de Electricidad y la Compañía de Luz y Fuerza, pero estos dos ya están saturados y ya no hay forma de meterse ahí (...) eso nos obliga a ver el otro mercado: la iniciativa privada (...) tal vez tendría que hacerse un pequeño cambio hacia allá".⁴⁰

"...antiguamente lo que se buscaba tradicionalmente es que un ingeniero saliera a buscar un trabajo en una empresa establecida, pero en los últimos tiempos la idea básica es que el ingeniero salga a tratar de abrir su propia empresa (...) claro, a lo mejor al principio tendrá que trabajar en otro lado, pero la idea es que en ese lugar pueda aprender ciertas cosas o a establecerse y después de un tiempo él pueda empezar alguna empresa, claro que es difícil, para establecer una empresa se necesita un capital y tantas cosas, pero si, si es algo que se está creando en la mentalidad de la gente".⁴¹

El reto actual para las escuelas de ingeniería se ha traducido en la incorporación de los valores y necesidades de las empresas privadas. Las demandas concretas de un nuevo perfil del ingenieros con las habilidades específicas y actitudes empresariales como así lo reportan los estudios mencionados en el primer capítulo, constituyen los signos primordiales del nuevo paradigma de producción flexible y reorganización del trabajo productivo.

"...los del Tec (ITESM) sirven para un sector de la industria privada, la UNAM se encamina a las necesidades sociales muchas de ellas son de largo plazo".⁴²

Inclusive la Universidad Iberoamericana, también comparte el propósito de dirigir su enseñanza hacia las "necesidades generales" y no circunscribirse en aquellas que presenta la industria.

⁴⁰ Comunicación del Ing. Benjamín Zedeño. Ing. Eléctrica, ESIME-Zacatenco, IPN.

⁴¹ Comunicación del Ing. Jorge Gamboa, Ing. en Comunicaciones y Electrónica, ESIME-Zacatenco, IPN.

⁴² Comunicación del Dr. Reynaldo Sandoval, Fac. Química-UNAM.

"...la industria ve exclusivamente por sus necesidades y nosotros tenemos que ver por las necesidades generales"⁴³

En la nueva era industrial, se crean otras expectativas en la formación de ingenieros. La preocupación de las industrias por desarrollar un despliegue de competencias que a nivel organizacional les permita responder adecuadamente a las cambiantes necesidades de la sociedad y la economía, se expresa en la definición de perfiles de ingenieros con las habilidades para comprender el mundo externo de la empresa en lo social, económico y comercial, y traducirlo en decisiones de mejora tecnológica; en favorecer el desarrollo de nuevos procesos de manufactura y productos; o en crear y manejar sistemas de energía, transporte o comunicaciones cada vez más complejos, entre otras cuestiones.

El ITESM, por sus propósitos y tradiciones institucionales no ha tenido dificultades para incorporar mucho del pensamiento y estilos de trabajo característicos de la empresa privada, "dado que se considera importante el desarrollo de habilidades en el alumno, el ITESM se encuentra en un proceso de *reingeniería* del proceso de enseñanza-aprendizaje...".⁴⁴

"...hay que considerar que el 20% de las materias existentes para las carreras de ingeniería, las cuales suman 54, están dedicadas fundamentalmente al desarrollo de habilidades y actitudes y esto es lo que se considera una adecuada formación básica".⁴⁵

Sin embargo actualmente, las escuelas mexicanas de ingeniería transitan por procesos de reestructuración curricular y pedagógica, con el fin de responder a los nuevos requerimientos del sector industrial. Entre los cambios a resaltar, se encuentra el notable aumento de las materias humanísticas y sociales en los planes de estudios, así como la aplicación de diversas estrategias asociadas con el desarrollo de actitudes y capacidades empresariales. Asimismo, también las escuelas sobre todo las públicas, comienzan a reconocer la importancia de formar ingenieros bajo los parámetros

⁴³ Comunicación del Ing. Arturo Fregoso Infante, UIA

⁴⁴ Comunicación del Dr. Teófilo Ramos, ITESM.

productivos y axiológicos de la empresa privada y para ello, se han visto obligadas a establecer poderosas redes de interacción con otras estructuras que retroalimenten a la profesión en México, tales como las asociaciones de ingenieros, las cámaras industriales y los empresarios.

"...bueno eso se debe a la tendencia nacional del proceso de acreditación en donde hay un marco regulador que se publicó en 1994 en donde obligan a las escuelas de ingeniería a impartir 300 hrs. de materias humanísticas entre otras cuestiones para poder acreditar la carrera (licenciatura)".⁴⁵

En efecto, como se revisó en la última parte del capítulo anterior, la aplicación de los sistemas de acreditación de programas y certificación profesional en México, junto con los perfiles ingenieriles establecidos en las negociaciones de los tres países que integran el TLCAN para favorecer el intercambio de estos profesionistas, se ha traducido en apresuradas decisiones y reformas educativas, no sin pasar por procesos de tensión y conflicto. La "homologación" de los perfiles de ingeniería entre los tres países adscritos al TLCAN, no sólo es el reflejo de las tendencias de internacionalización que ocurre en las profesiones de todo el mundo, sino también representa la formalización institucional, regulada y certificada de las acostumbradas actividades de transferencia de modelos educativos extranjeros al país que desde el siglo XIX se ha venido realizando.

Las nuevas demandas ocupacionales de ingenieros fincadas en las habilidades y actitudes de adaptación y versatilidad, transgreden las tradiciones docentes y académicas y de nueva cuenta, resurgen las discusiones en torno a la función social de la profesión, su contenido tecnológico y profesional y su destino laboral y ocupacional en un mercado de trabajo todavía difuso y con ello, definir la función de interfase de la escuela. Dentro de estos conflictos se alude a la comunidad docente y su renuencia al cambio, las trabas que impone la pesada burocracia de las IES públicas y a la composición social y cultural de la población estudiantil, entre otros.

⁴⁵*Ibid.*

⁴⁶Comunicación del Dr. Reynaldo Sandoval, Fac. Química, UNAM.

Los cambios iniciados en 1995 dentro de la Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León para insertar a la formación de sus ingenieros en el nuevo contexto industrial y de la ingeniería, son muy ilustrativos y aunque no es una escuela asentada en AMCM, constituye un claro ejemplo de los conflictos y procesos por las que ha tenido que transitar una institución del sector público, con las características de ser masiva y burocrática y poder alcanzar la fractura de añejas tradiciones, costumbres y concepciones de la enseñanza y la ingeniería muy arraigadas.

"Uno de los grandes problemas en esta escuela, por los que no se hacían modificaciones curriculares, ha sido la resistencia de los maestros, sobre todo aquellos que tienen mucho tiempo impartiendo sus clases y que dichos cambios pudieran alterar su enseñanza, la misma enseñanza que se ha venido dando desde hace muchos años, con sus mismos métodos y contenidos".⁴⁷

Esta escuela, inició un cambio estructural en la formación de ingenieros buscando establecer no sólo nuevos contenidos, sino también nuevas visiones y mentalidades en la comunidad académica y para lo cual realizó foros de discusión sobre las tendencias actuales de la ingeniería química e ingeniería industrial, con la participación de egresados, ex-alumnos, industriales, empleadores, asociaciones, cámaras, profesores y especialistas. Una segunda acción fue el de someter el plan de estudios para su revisión y diagnóstico a un consorcio internacional formado por treinta y dos IES extranjeras, a fin de que determinar su nivel de actualización y pertinencia profesional y con el objetivo de alcanzar una certificación internacional.

El principal propósito que sustenta estos cambios, está el de formar estudiantes con múltiples habilidades que lo lleven a ser un ingeniero de "*clase mundial*", con la versatilidad y la formación básica que le permita no sólo adaptarse a los cambios imprevistos, sino también desempeñarse en una industria mexicana, estadounidense, brasileña, etc.

En estas multihabilidades, se ubican la importancia de las actitudes y capacidades empresariales y su enseñanza implica profundas alteraciones en la práctica docente, a la vez que propicia una nueva mentalidad frente a la visión tradicional que se tiene respecto de los contenidos académicos que se imparten en las escuelas.

"La enseñanza siempre ha estado rodeada de un academicismo, de un cientificismo, eso es lo que siempre ha caracterizado a todas las carreras de la UANL, una enseñanza sumamente teórica, abstracta, científica, muchas veces muy alejada de la realidad industrial (...) el cambio curricular no se reduce a la actualización de contenidos, se trata de una nueva mentalidad frente a la enseñanza y al ejercicio profesional de la ingeniería".⁴⁸

En esta lógica del proceso enseñanza-aprendizaje se ubican también el ITESM y la UIA. Ambas instituciones coinciden en que la formación de actitudes y habilidades constituyen el reto a alcanzar en la enseñanza de la ingeniería. "Esto de las materias de habilidades y actitudes son un evento de los noventa e incluye todo lo de emprendedores, relaciones humanas, liderazgo,"⁴⁹ y no se logra atiborrándole al estudiante de matemáticas o de física, sino de desarrollar una docencia orientada a que el muchacho adquiera habilidades de matemáticas, es decir que sepan aplicar matemáticas en la solución de los problemas de la producción.⁵⁰

"...actualmente, la propuesta es enfocarse hacia el desarrollo de habilidades y actitudes, en este plan de estudios (...) en el plan anterior había una materia de *Resolución de problemas* pero no funcionó, y más bien es un tema que hay que incorporarlos en todas las materias".⁵¹

El asunto de los valores y capacidades empresariales en la formación de ingenieros entre los informantes, provocó distintas reacciones que iban desde la indiferencia hasta

⁴⁷Comunicación del Mtro. Juan Manuel Delgado, Director de la Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, (UANL).

⁴⁸*Ibid.*.

⁴⁹Comunicación del Dr. Teófilo Ramos, ITESM.

⁵⁰*Ibid.*.

la preocupación. Las nuevas tendencias emanadas de las políticas actuales del empleo, sin duda significan rupturas simbólicas que amenazan alterar la concepción tradicional que predominantemente se tiene de la profesión de la ingeniería y su relación con la sociedad, además de que vuelve a sacar a la luz, la disyuntiva de realizar una formación especializada o una formación básica.

La mayoría de ellos, lo consideraron un problema de origen social y de cultura familiar del estudiante. "El problema de las actitudes no está en el plan de estudios",⁵² aunque como se dijo anteriormente, las formas como las escuelas han respondido a esas demandas han sido mediante la integración de materias humanísticas y socio económicas en los planes de estudios.

"...nos acaban de entrevistar a varios candidatos para los puestos de varias fábricas y eso es determinante porque muchas veces el de la Ibero o el del TEC (ITESM) tienen antecedentes familiares con más cultura, entonces hablan mejor, se expresan mejor, tienen más seguridad en si mismos, que uno que viene del Politécnico por ejemplo, que desgraciadamente se sienten inferiores porque no les dieron clases de inglés, no tienen buena ortografía, no se saben expresar, pero eso no es porque aquí en la universidad se tengan esos contenidos, aquí no se enseña nada de ortografía, hasta ahora se ha pensado en ponerles algo de redacción (...) yo creo que es el medio, no nada más la escuela, es el medio donde se forman".⁵³

Más aún, frente a la valoración positiva que los empleadores industriales manifiestan sobre los egresados del ITESM, los entrevistados consideraron que era un asunto de la condición socio-económica y cultural del estudiante, dejando entrever un cierto desdén por la formación ingenieril que esta institución ofrece.

"...creo que hay otros tipo de cuestiones que tienen que ver con el origen social y los intereses de los estudiantes del ITESM. Los alumnos del TEC construyen una red de

⁵¹ Comunicación del Ing. Arturo Fregoso, UIA.

⁵² Comunicación del Dr. Andoni Garritz, Fac. Química, UNAM.

⁵³ Comunicación del Ing. Jorge Olivarrieta, Departamento de Ingeniería, UIA.

relaciones que les permite un mayor acceso al sector privilegiado y aprovechan las oportunidades de la industria".⁵⁴

"...los egresados del Tec (ITESM) tienen otras expectativas diferentes a los estudiantes que asisten a las instituciones públicas y por lo tanto, el Tec tiene que responder a ellas y una de ellas es comportarse como una empresa".⁵⁵

Por último, desde una perspectiva estrictamente pedagógica, conviene mencionar que aunque se tiene que reconocer que las escuelas de ingeniería apenas transitan por procesos de cambio, se advierte que los esfuerzos por implantar una formación basada en el desarrollo de actitudes y habilidades, se está llevando a cabo pero sin alterar en lo esencial, sus estructuras de operación educativa y docente. La preservación de los rígidos esquemas curriculares por materias, el predominio de la docencia expositiva, la certificación de los graduados a partir de los criterios emanados de la propia comunidad escolar y sobre todo la conservación de los valores académicos en la selección de contenidos y su enseñanza, se convierten en trabas que dificultan la conciliación de las escuelas con las demandas actuales de las empresas.

El logro de los propósitos subyacentes en los esquemas de la producción competitiva y cambio tecnológico, significan profundas transformaciones tanto en el plano curricular, como en la práctica docente. Ello debido a que la enseñanza por mucho tiempo se ha orientado a la transmisión de información y al fomento del aprendizaje repetitivo y memorístico. En efecto, ignorado por la política educativa, el ejercicio docente que se verifica en las aulas de las escuelas de ingeniería, continúa privilegiando la transmisión de conocimientos repetidos, el "teoricismo" y la fragmentación del conocimiento, delimitado por las posturas que defienden los campos y objetos de estudios de las disciplinas.

La enseñanza basada en el desarrollo de competencias productivas involucra ante todo procesos y no conocimientos acabados y repetitivos, como si fueran productos y el

⁵⁴ Comunicación del Dr. Reynaldo Sandoval, Fac. de Química, UNAM.

desarrollo de estos procesos es permanente y ocupa una buena parte de la vida del individuo. En los momentos actuales en que el aprendizaje escolar debiera estar más cargado hacia los procesos de conocimiento y apropiación del saber científico y tecnológico que a la repetición de conocimientos, las escuelas de ingeniería están obligadas a modificar y extender su función de interfase, entre el conocimiento racional de la ingeniería y el manejo tecnológico que se verifica en las situaciones concretas de la industria, a los valores y estilos organizacionales de las propias empresas y con ello, implantar estrategias que ayuden a los egresados a interiorizar los valores que impone la producción competitiva.

La vinculación escuela - industria, constituye una oportunidad para que los estudiantes se impregnen de los valores empresariales y se familiaricen con el ambiente laboral que se vive en una empresa privada. Una experiencia que difícilmente puede impartir una escuela más inclinada hacia la conservación de los principios académicos y disciplinarios que son fundamentales en la profesión de la ingeniería, según los patrones de enseñanza y profesionalización de otros países. Pero que al mismo tiempo, constituye un nuevo componente en la formación de las fuerzas productivas e ingenieriles, al incluir a la empresa como una organización que también debe responsabilizarse en la creación y desarrollo de capacidades y conocimientos en los ingenieros.

4. Conclusiones.

En esta sección se propuso un enfoque de análisis a nivel micro que posibilitara penetrar en la dinámica institucional que sostienen cuatro escuelas de ingeniería asentadas en AMCM, dos públicas y dos privadas, creadas en la primera mitad del siglo XX y consideradas como las de mayor influencia histórica y social tanto en la

⁵⁵ Comunicación de la Ing. Margarita García, ESIME, Zacatenco, IPN.

industrialización y conformación del mercado de trabajo de los ingenieros, como en la enseñanza de la ingeniería en sí.

Bajo el supuesto inicial de que la enseñanza de la ingeniería sigue y es afectada por el desarrollo industrial en el periodo contemporáneo, el propósito fundamental fue el de analizar desde una perspectiva muy interna de la institución, su función de interfase, atendiendo la manera cómo las escuelas de ingeniería visualizan las necesidades de la industria y lo traducen en un proyecto formativo. Específicamente, se pretendió conocer cómo las escuelas responden a las demandas de la industrialización y de qué manera acceden a sus requerimientos de carácter tecnológico, bajo el entendido de que en los procesos de acceso y traducción intervienen una multiplicidad de variables interactuantes como el devenir histórico de la profesión y los significados socio-culturales y económicos que entraña el avance tecnológico en la sociedad.

Empero las revelaciones de los profesores elegidos en las entrevistas, especialmente los adscritos a las escuelas públicas fueron muy sorprendentes, además de que resultaron contradictorias a la hipótesis inicial de este trabajo. El hecho de que las necesidades industriales no constituyen referentes importantes en las reformas curriculares y educativas y por el contrario, la principal fuente de información sean los modelos educativos desarrollados en el extranjero, de entrada, revela que los procesos de elaboración de proyectos educativos y organización curricular se realizan bajo otras determinaciones muy complejas, no siempre asociadas con los requerimientos puntuales del mercado de trabajo industrial.

Es de llamar la atención que pese a que la importación de modelos educativos extranjeros, inclusive a un nivel de transferencia de instituciones, ha sido tradicionalmente una acción consuetudinaria en las sociedades en vías de desarrollo, el asunto no haya despertado la atención de los investigadores interesados en determinar los impactos de variada naturaleza sociales, políticos y educativos que estas iniciativas han tenido en la transformación de esos países.

Las críticas expresadas por los informantes en torno a la dependencia tecnológica que ha caracterizado a la industria nacional, han servido de justificación para que las

escuelas de ingeniería busquen en las experiencias educativas foráneas, los contenidos ingenieriles que les posibiliten cumplir con su función educativa. Si se parte de las aportaciones de los historiadores económicos de la tecnología y su difusión, concernientes a la relación simbiótica que tradicionalmente han mantenido las escuelas de ingenierías y las industrias en los países más industrializados, vista como un factor de progreso tecnológico, es posible concluir que los esfuerzos de las escuelas mexicanas de ingeniería implícitamente han sido el de apuntalar la preparación de ingenieros con base en los modelos exitosos de la producción industrial que se verifica en las naciones con mayor desarrollo tecnológico.

Con este propósito de las escuelas públicas, pareciera entonces que la actuación de estos centros escolares, intencionalmente contravienen las expectativas de la industria local de no preparar a los ingenieros con las características que demanda y por el contrario, da lugar a que fundamente sus reclamos por la falta de pertinencia ocupacional que rodea a la formación de ingenieros. Ciertamente, una parte de este problema, radica en la insuficiencia tecno-productiva que ha caracterizado a la industria nacional y sus dificultades en la delimitación ocupacional de las funciones profesionales del ingeniero. Hasta hace poco y bajo la protección del modelo de economía cerrada, la producción industrial se apoyaba plenamente en el empleo de tecnologías probadas en el exterior y esto puede ser una razón del por qué las industrias no requerían de contar con un ingeniero con los conocimientos que le permitiera desarrollar actividades de ingeniería básica y de diseño y solo limitaban su demanda a la incorporación de ingenieros aptos en las actividades de administración, supervisión y mantenimiento.

Y si bien, esta situación no ha cambiado hasta la fecha, es un hecho que frente a los nuevos esquemas de la producción y organizacionales que incorporan las empresas, los contenidos de los puestos se están modificando y consecuentemente, los requerimientos de contratación son más exigentes y con mayores énfasis en la posesión de habilidades de aplicación de conocimientos con una mayor versatilidad.

Bajo este contexto, es natural que por mucho tiempo, el vínculo que mantienen las escuelas con las industrias, se haya dado en el terreno de la asimilación y adaptación de

tecnologías, al preparar ingenieros con una formación muy técnica que les permita desempeñarse en los ámbitos de la producción y con ello, legitimar el ascenso social de la profesión. Pero como lo señala Carreño (1995): "pareciera que no tiene sentido tratar de vincular lo que pertenece a órdenes diversos: la empresa y la universidad son dos instituciones sociales construidas sobre valores y categorías divergentes" (254) y en el caso de México, esta aseveración tiene un mayor fundamento. Sin embargo, también es necesario tomar en cuenta que a diferencia de otras profesiones con mayor control ocupacional como los médicos y los abogados, las escuelas de ingeniería han tenido dificultades para encontrar un referente laboral y ocupacional más delimitado que les permita una mayor definición de sus perfiles y estrategias formativas. Es de suponer que esta situación sea el factor que ha llevado a la enseñanza de la ingeniería a incurrir en la diversidad curricular, con todo y sus efectos en la estratificación ocupacional y social de la ingeniería.

Las declaraciones críticas esgrimidas por la mayoría de los profesores entrevistados, en torno al retraso tecnológico que guarda la estructura industrial, han servido de justificación al hecho de que las acciones educativas de las escuelas, tengan que apoyarse en las percepciones quizás muy subjetivas, que se tienen de las experiencias exitosas de otros países en el progreso tecnológico y profesional de la ingeniería.

Más aún, los testimonios sugieren que las escuelas de ingeniería históricamente han contraído una doble función. Por un lado, legitimar la profesión de la ingeniería y por consiguiente, la propia institucionalización de la educación tecnológica. Y por el otro, constituirse en las únicas instancias que por mucho tiempo se han encargado de la difusión y la transferencia endógena de las nuevas tecnologías a la industria, por la vía de los ingenieros que forman. Si esto ha sido uno de sus propósitos, cabría preguntarse entonces, ¿por qué han fallado en sus intentos por favorecer el cambio tecnológico en la industria nacional y con ello, favorecer el afianzamiento social de la ingeniería?

Un segundo aspecto que habría que recuperar en este análisis, tiene que ver con los efectos que ha ocasionado la academización de un campo de acción tecnológica como lo es la ingeniería, en el modelamiento de la profesión. Al respecto conviene retomar las

apreciaciones de Sharon Bedor (1989) quien sugiere que la preservación de la imagen de la ingeniería como una actividad primordialmente técnica basada en el análisis matemático (cálculo) y en las aplicaciones de las ciencias básicas, (esto, es, las ciencias de la ingeniería), conlleva el propósito tácito de proteger y defender la jurisdicción profesional. Su sistema de conocimientos le otorga a los ingenieros un carácter de exclusividad en la toma de decisiones tecnológicas, además de que les permite diferenciarse de aquellos otros sujetos que si bien, también se ocupan de las tareas técnicas (técnicos, operadores, trabajadores), carecen del rigor científico y racional que requiere el diseño, manejo y solución de problemas técnicos. Como así lo argumenta Bedor (Ibídem):

“La posesión de una base de conocimientos especializados ha sido considerada por los ingenieros como una base para el reclamo de un estatus profesional. Aunque muchos ingenieros han sido empleados, ellos han creído que en una jerarquía social que otorga poder e influencia a aquellos que poseen conocimientos y habilidades, ellos pueden ser reconocidos como profesionales y no como trabajadores. En particular los ingenieros mecánicos y civiles requirieron de la ciencia como parte de su base de conocimientos especializados para diferenciarse de los técnicos, mecánicos y artesanos habilidosos dentro de la jerarquía ocupacional”: (177)

Inclusive es posible argumentar que la conservación y difusión del discurso científico que las escuelas le impregnan a la ingeniería tanto en su carácter de disciplina académica como de profesión, ayuda a justificar la exclusión de otros cuerpos de conocimientos que son indispensables en la práctica profesional de los ingenieros, tales como la administración y otros derivados de las ciencias sociales y humanísticas. En efecto, el dominio del discurso de las ciencias de la ingeniería en la formación de ingenieros ha llevado a las escuelas de ingeniería a visualizar los aspectos de carácter político, social y económico subyacentes en la práctica profesional y otras cuestiones como la administración y la gestión de negocios, como contenidos poco importantes o en el mejor de los casos, como complementarios, pese a que estos temas han ejercido una gran influencia en el modelamiento de la práctica ingenieril en las industrias y en general en el mundo laboral (Ibídem).

Bedor en su análisis agrega que esta situación encierra un aspecto político e ideológico que ha convenido al Estado y a sus gobernantes, en el sentido de que se "prefiera minimizar la participación pública en las decisiones tecnológicas y ocultar la naturaleza política subyacente en las decisiones públicas relativas a los desarrollos tecnológicos" (173). Si en México, la mayoría de las escuelas de ingeniería se crearon bajo la acción del Estado, resulta claro el por qué las escuelas de ingeniería han mantenido un cierto rechazo al dotar al estudiante de otros conocimientos que en la realidad de la producción industrial, han mostrado ser necesarios para su adecuado desempeño profesional y que sin embargo, para las escuelas representan una seria amenaza a la conservación de la naturaleza disciplinaria que siempre ha caracterizado a la ingeniería.

Con todas estas características, es posible imaginar que las cuatro instituciones elegidas para su estudio, conforman un espectro de posibilidades formativas del ingeniero. Desde una formación muy científica como la que proporciona la UNAM, pasando por una que enfatiza más las ciencias de la ingeniería fundamentales y aplicadas como lo representa el IPN, hasta aquella que combina las necesidades de la industria local con las tendencias mundiales y nacionales de la ingeniería como lo hace la UIA, hasta el otro extremo del eje, encarnado en el modelo del ITESM que en sus propósitos por atender puntualmente las funciones y ocupaciones que realiza el ingeniero en la jerarquía laboral de las empresas, comparte los valores y principios de las empresas y los plasma en su visión de la enseñanza, e inclusive en su estructura y vida organizacional. Y en efecto, el interés del ITESM por responder al perfil de ingeniería delineado por los empleadores industriales, ha dado lugar a la conformación de una definición de la profesión distinta a la que asumen la mayoría de las escuelas, que puede llegar a vulnerar la tradicional demarcación e identidad profesional que ha caracterizado a la ingeniería. Se trata de una ingeniería blanda en cuya práctica profesional combina las aportaciones de las ciencias sociales y económico-administrativas necesarias en el desempeño ocupacional de los ingenieros dentro de las empresas industriales, con los contenidos básicos de las ciencias de la ingeniería y el

desarrollo de habilidades de aplicación de las matemáticas y la física a las situaciones concretas.

"El TEC (ITESM) tiene su estudio muy particular y su objetivo también muy particular. No está para formar líderes, sino para formar empleados para las empresas de Monterrey (...) que si es una buena institución?, si, si es una buena institución, pero en cuanto a sus planes de estudios, se ha hablado mucho de que han hecho de las ingenierías como ingenierías "light", más fáciles, con menos estudios de ingeniería y más de administración"⁵⁶

"Más bien, las empresas han hecho un perfil y hacen exámenes con relación a su perfil y cuando el perfil necesita más conocimientos administrativos, el Tecnológico (ITESM) su idea es preparar con esos estudios. No hay ingeniero químico dedicado a la producción o procesos, ellos tienen nada más estudios dedicados a la administración o dedicados a los costos, nada más".⁵⁷

La presencia de una banda de posturas muy variadas en torno a la enseñanza de la ingeniería dentro del panorama de la formación de ingenieros, es un fiel reflejo de las complicadas y complejas decisiones que las escuelas se ven obligadas a realizar, en la determinación de su acción educativa. La disyuntiva está en atender a la demanda recurrente de las industrias por integrar ingenieros más pragmáticos, con los conocimientos sobre administración, comercialización, etc., y que a la vez, no forman parte del conocimiento inherente de las distintas disciplinas que comprende las ingenierías de la manufactura, o en responder a las fuerzas de naturaleza ideológica y política que subyacen en la conservación y delimitación del sistema de conocimientos que conlleva la disciplina de la ingeniería y con ello, evitar su adulteración con otros sistemas de conocimientos ajenos que representan una amenaza a la jurisdicción de la profesión.

De este modo, la idea de ofrecer una formación muy especializada, (en el que se incluye al ingeniero con una orientación más inclinada a la administración y los

⁵⁶ Comunicación del Ing. Jorge Olivarrieta, Departamento de Ingeniería, UIA.

⁵⁷ Comunicación del Ing. Jesús Avila, ESIQUIE, Zcatenco, IPN.

negocios que al manejo técnico y operativo de la producción), u otorgar una enseñanza fundamental, basada únicamente en las ciencias básicas y de la ingeniería, continúa siendo la gran disyuntiva de las escuelas interesadas en alcanzar el reconocimiento social de sus egresados ingenieros.

Lógicamente, se puede deducir que las ventajas que entraña la formación básica en el desempeño profesional del ingeniero, no pueden ser del todo compartidas por una preparación ingenieril orientada a los estratos ocupacionales de la actividad ingenieril en las empresas. Considerando algunas de las declaraciones de los profesores, los ingenieros muy especializados se enfrentan con severas limitaciones en su comprensión y manejo del proceso productivo en su conjunto, pero al igual que en la formación básica, la preparación especializada, deja al criterio subjetivo e individual del recién egresado, de ampliar su campo de conocimientos de la disciplina para su adecuación a los estilos de trabajo de una empresa.

"...podemos decidir que (la formación) sea la de ing. químico administrador, como la del Tec (ITESM), pero los egresados no van poder entender el proceso de la planta que están administrando y van a necesitar otro ingeniero químico, tipo de la Facultad de Química, para hacer esta actividad y creo que ese es el drama".⁵⁸

"....o sea puedes tener una excelente administración y puedes tener unos excelentes vendedores y todos los días se dan lavados de cerebro de que son los mejores, pero si no tienes un producto qué? y un producto bueno que realmente compita y frente a todo esto, si no tienes técnicos adecuados ¿quién lo va hacer?, o sea, los que hablan y los que dirigen?, esos no lo van hacer, ellos están en la parte administrativa, la parte de difusión, (...) nosotros somos auténticos luchadores y defensores de la educación técnica, (...) hemos luchado por algo que parece que no se deja que se defiende ya, ni la gente que está en todas las instituciones realmente está consciente de lo que significa defender la educación técnica"⁵⁹

⁵⁸ Comunicación del Dr. Andoni Garritz, Fac. de Química, UNAM.

⁵⁹ Comunicación de la Ing. Margarita García B. ESIME, Zacatenco, IPN

El análisis de los efectos que ocasiona una determinada clase de formación en el desempeño del ingeniero, conduce a una segunda hipótesis de la presente investigación. El propósito de brindar una formación básica y fundamental de la ingeniería frente a una preparación orientada a las demandas del mercado de trabajo ocupacional que se configura dentro de una estructura industrial muy diversa y heterogénea, delega al egresado en lo individual a que realice sus propios procesos de traducción y adaptación del conocimiento tecnológico aprendido, en las tareas y ocupaciones que desempeña en la empresa. Ello supone que la formación básica y fundamental, que no necesariamente debe implicar el abandono de una preparación pertinente, le proporciona al recién egresado un mayor margen de acción en su adaptación y desempeño profesional, pero también, le significa mayores exigencias y esfuerzos en lo cognoscitivo y en lo personal, para efectuar dichos procesos de traducción y aplicación en la empresa.

Con la idea de comprender los efectos de los distintos proyectos de formación de ingenieros que ostentan las cuatro instituciones en el trabajo industrial, es necesario entonces, situarnos en el otro polo de la relación y conocer por un lado, ¿cómo las industrias aprovechan el conocimiento científico y tecnológico que adquirieron los ingenieros en las escuelas? y ¿cómo las competencias organizacionales específicas de la empresa, le permite utilizar esos saberes en el mejoramiento de la producción?. Y por el otro, determinar si las trayectorias de socialización que desarrollan los ingenieros en la escuela con los valores y conocimientos que les brinda su formación escolar y posteriormente en su desempeño laboral, se constituyen en oportunidades de aprendizaje tecnológico y laboral que finalmente se materializan en la adquisición de valores, actitudes y capacidades que son fundamentales en su movilidad laboral y social.

CAPITULO 6.

FUNCIONES Y PRACTICAS PROFESIONALES DE LOS INGENIEROS BAJO LOS NUEVOS ESQUEMAS ORGANIZACIONALES Y DE LA PRODUCCION MANUFACTURERA.

1. Introducción.

En el capítulo anterior se mostró que las escuelas de ingeniería justifican sus proyectos educativos principalmente en los propósitos de conservación y difusión del sistema de conocimiento traídos del exterior, que le ha permitido a la profesión, alcanzar el ascenso social y económico, pese a que este tipo de conocimientos no parece guardar una estrecha relación de pertinencia con las realidades ocupacionales de la ingeniería que se estructuran al interior de las industrias nacional manufacturera. Por el contrario, la idea de tener que apoyarse en los modelos educativos de los países más industrializados para estructurar sus planes de estudio, solo comprueba los propósitos de las escuelas por conservar y promover los límites que definen la identidad profesional de una ingeniería que sólo en los países más industrializados en donde las actividades que son exclusivas de la ingeniería como son el diseño, la innovación y el manejo de tecnologías, recientes, son altamente reconocidas.

Igualmente, también fue posible notar que la toma de decisiones que realizan las escuelas en la definición de sus proyectos de enseñanza, no está exenta de conflictos y tensiones. 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) aparezca como una actividad profesional "muy diversa, imperfecta e incompleta" (199).

Sin embargo, el estudiar los modos cómo las escuelas de ingeniería se relacionan con la dinámica productiva y organizacional de las industrias, es una tarea que connota algunos riesgos en la toma de decisiones metodológicas, debido a la multiplicidad de variables difícilmente aprehensibles que intervienen en esta relación. En principio, se propone situar el estudio de esta interacción, en la práctica profesional que desempeñan los ingenieros egresados de distintas escuelas

asentadas en el AMCM, con la idea de caracterizar la influencia de la formación que recibieron, —en términos de los conocimientos, valores y enfoques de la profesión—, en sus destinos ocupacionales y desempeño profesional.

Es un estudio exploratorio que permita tener un acercamiento a los efectos que ocasionan los distintos proyectos escolares de la ingeniería en el devenir profesional de sus egresados. Específicamente, interesa conocer la manera cómo los contenidos académicos que fueron aprendidos durante la formación profesional recibida, se concilian con los contenidos de las competencias organizacionales que son particulares de la empresa y a la vez, son aprovechados y valorados por dicha organización.

Con estas expectativas, se efectuaron entrevistas en profundidad a ingenieros que actualmente laboran en distintas industrias manufactureras, no solamente asentadas en el AMCM, también en la zona industrial de Lerma-Toluca (Edo. de México) y de Puebla, así como de León Guanajuato. Un primer criterio fue el de seleccionar ingenieros egresados de las distintas escuelas de ingeniería ubicadas en el AMCM¹, con atención en aquellos ingenieros provenientes de las cuatro instituciones analizadas en el capítulo anterior: UNAM, IPN, UIA y el ITESM, aunque cabe mencionar que no se descartó el análisis de los casos de ingenieros que se formaron en otras instituciones como la UAM y de las universidades La Salle y Panamericana, ambas privadas. Adicionalmente, se trató de elegir ingenieros en las especialidades más tradicionalmente vinculadas a la producción manufacturera como las ingenierías químicas, mecánica, electricista, electrónica e industrial.

Otro de los criterios de selección de ingenieros tenía que ver con el hecho de que todos estuvieran laborando en alguna industria manufacturera, aunque la rama de la producción, el tamaño u origen del capital (nacional, extranjero, o mixto), no fueran un requisito fundamental. El tercer elemento, fue el de

entrevistar ingenieros con un mínimo de cinco años de haber egresado de la escuela y por lo tanto, con una experiencia profesional que oscilara entre los cinco y quince años aproximadamente, independientemente de la edad que tuvieran. Ello debido a que uno de los propósitos que se perseguían en la investigación, era el de caracterizar las trayectorias socio-educativas y socio-laborales que han experimentado los ingenieros seleccionados y que los ha llevado a desempeñarse en una determinada industria, además de desenvolverse en ciertos puestos ocupacionales.

Por último, conviene mencionar que la forma como se contactó a los ingenieros para su entrevista, fue a través de ellos mismos.² Con la expectativa de que las trayectorias educativas, sociales y laborales de los ingenieros, representaran una mediación importante en la relación escuela - industria. Básicamente este acercamiento al quehacer profesional de los ingenieros en las industrias manufactureras persigue tres propósitos:

¹ Aunque cabe mencionar que sólo uno de los ingenieros es egresado del ITESM campus Toluca, por la cercanía que guarda este plantel con el AMCM, fue tomado en cuenta.

² Es conveniente señalar las múltiples dificultades que entraña el acceso a los ingenieros en sus lugares de trabajo, toda vez que son individuos muy ocupados con muy poco tiempo para acceder a una entrevista que les aporta muy pocos beneficios. En un principio se acudió a las asociaciones gremiales a fin de conseguir algunos nombres y direcciones. Sin embargo, no resultó ser una estrategia conveniente debido a que las asociaciones tienen como política guardar el carácter confidencial de sus agremiados y consecuentemente, no proporcionan fácilmente su Directorio. Inclusive se pudo tener acceso (no sin dificultades) al directorio del Instituto Mexicanos de Ingenieros Químicos (IMIQ), pero los primeros contactos telefónicos con algunos ingenieros afiliados que reunían las características del estudio, fueron infructuosos y se mostraron renuentes a dejarse entrevistar.

Por otra parte y ante la idea de conversar con ingenieros no recién egresados y procedentes de distintas escuelas, la localización de egresados con la ayuda de las escuelas, tampoco resultaba ser de utilidad, ya que había que hacer una labor adicional de investigar a cada uno de ellos, si se encontraban laborando en industrias manufactureras e inclusive el tiempo de cuando habían egresado.

La táctica más efectiva que definitivamente facilitó el contacto de los ingenieros fue a través de las relaciones personales y de trabajo existentes entre ellos mismos. En un principio, se recurrió a ingenieros conocidos, (maestros o amigos) a fin de que proporcionaran nombres y datos de localización de colegas suyos con los criterios que establecía el estudio, acompañada de una petición de que ellos en lo posible, fueran los que les avisara de mi presencia e interés por conversar con ellos.

- Comprender los efectos de los distintos proyectos de formación de ingenieros en su desempeño ocupacional y profesional, particularmente los que ostentan las cuatro instituciones estudiadas en el capítulo anterior: UNAM, IPN, UIA y el ITESM.
- Conocer la organización técnico-organizacional y aprendizaje tecnológico de la industria manufacturera.
- Conocer el ámbito laboral de los ingenieros, a partir de la caracterización de las competencias organizacionales y capacidades de aprendizaje tecnológico de la empresa y sus efectos en el aprovechamiento y valoración de los conocimientos que poseen sus ingenieros.
- Identificar el peso que tiene la formación escolar y otros factores adicionales en los destinos ocupacionales y movilidad laboral de los ingenieros egresados de las principales escuelas de ingeniería asentadas en el AMCM, con base en la reconstrucción de sus trayectorias socio-educativas y socio-laborales.

Las entrevistas finalmente se hicieron a trece ingenieros con distintas especialidades y egresados de siete instituciones. Todos ellos ocupaban puestos gerenciales o de dirección en los niveles intermedio y superior, aunque cabe señalar que su grado de relevancia en la estructura jerárquica, en buena medida estaba determinada por el tamaño de la empresa y complejidad del proceso de producción, y todos ellos laboraban en empresas manufactureras privadas de distintos orígenes de capital (foráneo, nacional, mixto), medianas y grandes.

La edad promedio es de 38 años aproximadamente y el ingeniero perteneciente a la generación más antigua data de 1978-1982, siendo los egresados del ITESM, los de la generación más reciente, misma que se ubica en los primeros años de la presente década (anexo 2). Conviene aclarar que pese a que algunos de los entrevistados detentaban también la toma de decisiones para la contratación de personal, se trató en la medida de lo posible, que la conversación se centrara en sus trayectorias y experiencias como ingenieros y no como empleadores.

Las preguntas y en general la conversación giró alrededor de cinco temas básicos:

- I. Datos escolares del entrevistado.
- II. Datos laborales del entrevistado.
- III. Datos generales sobre la empresa.
- IV. Datos sobre la capacidad organizacional y tecnológica de la empresa.
- V. Antecedentes laborales y profesionales del entrevistado.

Sin embargo, en virtud de que normalmente cualquier conversación entraña un intercambio de ideas muy dinámico, no se excluyeron otros temas que fueron relevantes al estudio, tales como narraciones de la vida escolar y laboral, chistes, imágenes de los egresados de distintas instituciones, comparación de calidades entre las escuelas, significados, perspectivas, intereses y percepciones sobre su formación y práctica profesional. La idea de caracterizar las trayectorias socio-educativas y socio-laborales de los ingenieros contenía el interés de: combinar factores socioculturales de los entrevistados con sus expectativas de formación profesional; de relacionar modalidades de formación, —en términos de la visión, imagen y contenidos de la profesión que promueve una escuela de ingeniería— con los destinos laborales y ocupacionales; de articular experiencias del primer empleo con la movilidad laboral y social; y de considerar estas conexiones vistas como mediaciones importantes que se entretajan en la relación escuela de ingeniería - industria manufacturera (en adelante EI-IM).

2. Transformación productiva en la industria nacional y nuevas funciones laborales de los ingenieros. Características de las empresas donde laboran los ingenieros.

El propósito de entrevistar a ingenieros que laboraran en industrias manufactureras sin reparar en su tamaño, rama de producción u origen de capital, devino en una "selección" bastante azarosa de las empresas que desde la óptica de

los ingenieros entrevistados, fueron estudiadas con atención en sus competencias organizacionales y capacidad de aprendizaje tecnológico, toda vez que su caracterización es de utilidad para entender sus criterios de valoración y contratación de ingenieros. A pesar de esta limitación, a final de cuentas resultó ser una provechosa estrategia que posibilitó constatar en los hechos, de que las industrias mexicanas efectivamente transitan en mayor o menor medida, por procesos de cambio en distintos órdenes.³

Respecto del tamaño de las industrias donde laboraban los ingenieros entrevistados, la mayoría eran medianas, tres de ellas eran grandes empresas (GIRSA, General Electric y Asea Brown Boveri (ABB) y otras dos eran pequeñas, las cuales no realizaban actividades de fabricación propiamente dichas. Una de ellas, el Centro de Investigación y Desarrollo del Grupo de Industrias Resistol S.A. (GIRSA), como su nombre lo indica, es una organización dedicada al desarrollo de proyectos de investigación tecnológica tanto para las Industrias Resistol, como para otras industrias nacionales y extranjeras. La segunda pequeña empresa W.A. Withney, es una gran firma norteamericana especializada en la producción de máquinas y herramientas metálicas, pero que su oficina en México sólo realiza tareas de distribución y ventas de los productos en el mercado nacional. Sin embargo, las percepciones de los ingenieros con las especialidades de químico e industrial respectivamente, laborando en esos dos escenarios considerados como alternativos al estudio, fueron igualmente sugerentes en torno a la problemática de la formación de ingenieros y su desempeño laboral.

Otra de las características encontradas sobre las empresas que enmarcan el estudio, es que son de distintos orígenes de capital. Las empresas Valeos y Summer Allibert Duroplast son de capital francés, la Asea Brown Boveri (ABB) es una corporación multinacional de procedencia sueca y suiza y W. A. Whitney y

³ Conviene mencionar que pese a que la entrevista no se orientaba exclusivamente a la caracterización de las unidades industriales, la información recibida por los ingenieros en su

General Electric son americanas. El caso de Tekchem es una empresa comprada al gobierno mexicano cuando se deshizo de su paraestatal Fertimex (de la rama de Fertilizantes) y fue adquirida por un grupo de mexicanos asociados con norteamericanos. Un segundo caso parecido a este último, es la organización LaBolsa King, una empresa mediana asentada en León Guanajuato, en la que participan socios mexicanos, norteamericanos y de Hong Kong. El resto de las fábricas son mexicanas cien por ciento.

Una segunda característica que para efectos del estudio conviene mencionar, es que todas las empresas estudiadas con excepción de Plastoza S.A., están dedicadas a la exportación⁴. El caso de Zincor por ejemplo, produce envases de plástico a otras empresas que también exportan sus productos, tales como las refresqueras y otros productos alimenticios, lo que significa una exigencia de calidad en su producción al ser proveedora de empresas exportadoras.

"Yo me encargo de coordinar todo lo que es el servicio al cliente, nosotros actualmente estamos exportando el 90% de nuestra producción, básicamente en el mercado nacional nuestra participación es muy pequeña, entonces, a mi me toca atender a mis clientes, me toca participar en las negociaciones o contratos, todo lo que vendemos lo hacemos bajo contratos a largo plazo. Otra función que tengo es que me toca programar todo lo que es la producción en función a los programas de ventas, a los contratos y órdenes de compra que nosotros recibimos, nuestra planta está localizada en Salamanca, Guanajuato".⁵

No obstante, se hace indispensable reconocer que la muestra estudiada es muy pequeña y el hecho de que la mayoría de las empresas "elegidas" resultaran ser exportadoras, fue el costo de la oportunidad al entrevistar ingenieros

descripción de las funciones que desempeñaban, fue suficiente para tener una caracterización de la realidad organizacional de la empresa.

⁴ Con excepción a la Compañía Valeos, habría que excluir de este renglón a las empresas transnacionales como ABB, General Electric y Allibert Summer Duroplast. El caso de W. A. Withney como ya se señaló, es sólo una distribuidora de los productos de esa compañía en México, aunque en el pasado reciente llegó a fabricar algunas herramientas en el país.

recomendados. Sin embargo y pese a este inconveniente, los hallazgos encontrados representan un síntoma no determinante, de que las industrias manufactureras del país atraviesan por importantes transformaciones tanto en el nivel de la producción como en el ámbito de la organización que entre otras cuestiones, se resuelven en nuevas exigencias a los ingenieros.⁶

Con base en la información obtenida en las entrevistas, lo primero que se detecta es que al menos las empresas bajo estudio, formulan mecanismos cada vez más sistemáticos y rigurosos para la contratación de personal, especialmente de técnicos e ingenieros, definiendo sus perfiles ocupacionales con una mayor referencia a las funciones que demanda el puesto ocupacional que a las habilidades y saberes que intrínsecamente plantea la profesión de la ingeniería. Se observa también que muchos de los cambios que se han producido dentro de estas industrias, se sitúan principalmente en los ámbitos de la administración de la producción, la gestión organizacional y en los modos de distribución social de los productos, y no tanto, en la incorporación de tecnologías modernas (microelectrónica o informática) a las líneas de producción. Si bien, estas empresas admiten haber adquirido maquinaria extranjera para actualizar sus procesos productivos, la mayoría han basado sus mejoras en el reforzamiento de otras áreas igualmente estratégicas como son la disminución de costos en la producción, (control riguroso de inventarios, compras, entregas rápidas, calidad total, e inclusive en algunos casos, reducción de personal, etc.) las ventas y comercialización, y el manejo de personal.

"...se está viendo la forma de progresar en el aspecto de mejoras, de reducir costos, de tener la mejor materia prima al más bajo costo, porque aquí se tenían formulaciones por ejemplo, que se decían durante años: <<así funcionan éstas, son las únicas que nos funcionan para nosotros y así las vamos a trabajar>>. Sin

⁵ Ing. Pedro Ortiz - Tekchem S.A..

⁶ Conviene recordar que la conformación de esta pequeña muestra no se hizo con base en las características de las industrias, sino a partir del sujeto ingeniero que labora en esos escenarios, con atención en su especialidad, procedencia institucional y generación.

embargo, se ha observado que eso no era totalmente cierto, entonces, se ha ido cambiando, se han ido buscando nuevas cosas, no solamente en el costo, sino a veces en la rapidez de una fabricación o de una producción, pero sí se está buscando de alguna forma, cambios o innovaciones o mejoras en lo que es materia prima, producto, proceso, etc."⁷

Y son precisamente las empresas de capital extranjero, las que aplican innovadoras fórmulas de organización y gestión de recursos humanos tendientes al aprovechamiento del talento de su personal y para lo cual, emplean métodos tales como creación de grupos autónomos, círculos de calidad, etc. Como así lo expresa el director general de la empresa de autopartes Valeos de origen francés⁸.

"Lo que nosotros buscamos son los talentos, es una filosofía de la empresa muy especial que nos ha llevado al éxito. Somos una empresa mundial, tenemos 120 plantas en treinta países, (...) tenemos la política en donde el director general trabaja en niveles que se ubican desde abajo, entonces mi política es hablarles a los directores, los directores a los gerentes y hasta los niveles medios tienen sus propias políticas y no somos obviamente la típica empresa mexicana. Por ejemplo, aquí mi asistente es Rocío y nos asiste, ella trabaja 10% para mí y 90% para todos. No hay secretarías, hay un asistente para todos. Tenemos una cultura muy fuerte que hace que se le ponga a la gente mucha presión a trabajar sobre objetivos. Valeos es una organización nerviosa, decía una persona (...) tenemos una cultura de trabajo muy tensa, muy fuerte, con un montón de políticas y procedimientos para garantizar la calidad y la satisfacción del cliente que es lo que más nos importa y por eso, todos tenemos que sacar resultados. Entonces la contratación es el punto más importante para el desempeño de la empresa".

En mayor o menor grado, las empresas de la muestra reorganizan sus procesos productivos con la finalidad de satisfacer las necesidades de sus clientes y aunque no es algo que se pueda generalizar a todas esas empresas, al menos, si se nota una apertura de los niveles gerenciales e inclusive una mayor conciencia sobre la importancia que tiene para la empresa, los conocimientos y experiencias que

⁷ Ing. Fulgencio Escobar, - PLASTOSA

poseen los ingenieros, técnicos y operadores, esto es, la valorización de su aprendizaje tecnológico.

"...yo estuve con un cliente de Evenflo y estaba platicando con uno de los jefes de producción de una de las áreas de producción y lo que él me decía es que ellos están cambiando la cultura de trabajar, bajando el nivel de decisión a nivel de obrero, que el obrero te diga qué es lo que tienes que hacer para mejorar y no tu decirle al obrero qué es lo que tiene que hacer. Me lo explicaba muy simple: <<mira, esta máquina hace chupones, ellos están aquí ocho horas diarias, todo el año y ellos se dan cuenta y tienen una idea de cómo se deben hacer y cómo mejorar el proceso y cómo hacerlo más eficiente y lo único que te quita es dejarlos participar en la evolución del proceso. Y de la sorpresa que nos hemos llevado, es gente muy creativa>>. Ahora este es el tipo de mente que trabajamos nosotros también. En el área comercial es igual, a ti te dan la oportunidad de ir y conocer, te ponen un objetivo y te dicen: <<ahora dime cómo le hago, pero tú dime, yo no te lo voy a decir>>".⁹

"...yo le puedo decir de mucha gente de la "vieja escuela" por decirlo así, el gerente que está en un lugar muy alejado, allá en su oficina, en donde uno (como ingeniero de planta) tenía que ir a pedir audiencia, una entrevista con él y bueno a lo mejor lo recibía diez minutos, eso era en la "vieja escuela" y eso ya no ocurre el día de hoy y ni estoy de acuerdo en que ocurra así..."¹⁰

"...si de hecho ese es el futuro para el año 2000, ha habido una transición. Primero, está empresa que estaba muy piramidada, ahora ya se aplanó, ahora de la dirección general de esta empresa hasta el operario debe haber cuatro niveles máximo. Segundo, cada gerente tiene una línea de mando entre siete u ocho personas. Tercero, estamos ya trabajando en los procesos, que quiere decir esto? que ya el proceso cruza por toda la empresa y ya no es trabajar verticalmente sino horizontalmente, por ejemplo el caso más típico es el de surtir una orden de compra. Cuando un cliente coloca una orden de compra, ésta cruza por toda la empresa, por todos los departamentos..."¹¹

⁸ Ing. Jean Cristophe Figueroa - Valeos S.A.

⁹ Ing. Arturo Beltrán - General Electric

¹⁰ Ing. Armando Alaniz - Valeos S.A.

¹¹ Ing. Erick López - PCR GIRSA

"En la empresa hay grupos de trabajo, hay supervisores, estoy yo, jefes de área, hay líderes de equipo, hay obreros que participan en la toma de decisiones"¹².

Con base en las citas anteriores, pareciera que son las grandes empresas y sobre todo las transnacionales, las encargadas en imponer nuevas fórmulas de organización del trabajo técnico en el contexto industrial mexicano, buscando lograr una "democratización" de la producción. No es necesariamente el caso de las industrias nacionales, especialmente las medianas en donde los cambios principales como se planteó arriba, se están dando en la conciencia de los gerentes y directores, quienes ya reconocen la importancia estratégica que tiene la experiencia acumulada de los técnicos y operadores en el mejoramiento de la producción y principalmente en la solución de problemas y para lo cual, su cambio principal se centra en el establecimiento de un clima de confianza en la empresa que permita la participación activa y directa de los trabajadores en la toma de decisiones técnicas, sin que esto signifique una alteración de la estructura organizacional.

"...por ejemplo alguna persona que tenga un puesto gerencial, probablemente tenga que bajar de nivel desde el punto de vista mental, porque físicamente no lo baja. Hoy te toca trabajar en México donde tu ya no vas a ser el líder sino que vas a ser un participante. Eso ya está cambiando y esta empresa en la que estamos, ya estamos preparándonos en eso. Pero, como primero debemos de prepararnos mentalmente, todos estamos en ese proceso de acondicionarnos, tanto trabajando en equipo como trabajando con diferentes grupos multidisciplinarios, (...) si, ahora, ya no es pensar verticalmente si no ya es empezar a trabajar en una forma más horizontal"¹³

"...Aquí hay mucha libertad, si lo que nosotros queremos es que la gente de campo tome decisiones, si no permites que tomen decisiones te vuelves esclavo, la única forma de aprender es tomando decisiones".¹⁴

¹² Ing. Daniel González - Summer Allibert Duroplast

¹³ Ing. Eric López - PCR GIRSA

¹⁴ Ing. Victor Pérez - Zincor S.A.

Sin embargo, aquí conviene hacer un señalamiento. En la industria mexicana, particularmente en las pequeñas y medianas empresas, la interacción estrecha con los trabajadores e ingenieros y su consideración en la toma de decisiones, no constituye un requerimiento reciente.¹⁵ Como ya se ha analizado, el funcionamiento integral de cualquier empresa industrial, no se reduce únicamente a las actividades técnicas que se ejecutan en la planta y en realidad, cubre otros ámbitos en donde se manejan conocimientos que se sitúan más en lo social, en lo económico e inclusive en lo cultural y frente a este hecho que se presenta aún en el contexto de la industria sustitutiva y de una economía cerrada otrora dominante en México, no debe sorprender que el interés de las industrias por integrar ingenieros con una mayor versatilidad que les permita desempeñarse en distintas áreas poco relacionadas con el conocimiento que integra la disciplina ingenieril, represente una demanda muy antigua.

Empero, en el sistema de mercados abiertos y frente a los esquemas de reestructuración productiva que hoy en día envuelven a la industria nacional, lo que se observa como un proceso de cambio, por lo menos en las empresas estudiadas lo cual no obsta para extenderse a la mayoría de las empresas, es la tendencia a la institucionalización de las relaciones de intercambio y comunicación técnica que se establecen entre los individuos ligados al proceso de producción.

"Una de las principales funciones que tengo que hacer aquí en esta compañía (Valeos) es escuchar a la gente, tengo que escucharlos y yo tengo que dar una respuesta y tengo que implementar una acción".¹⁶

"...pero si es importante que las empresas aprovechen más la capacidad de su personal, de su aportación, desde la dirección, desde el grupo directivo que debe

¹⁵ Por mucho tiempo, las industrias mexicanas incluían la figura laboral del "técnico de oficio", un individuo no profesionista, (generalmente obrero) que llegó a adquirir conocimientos y experiencia en el manejo técnico de la producción, gracias a su constante desempeño ocupacional y no a través de un proceso de formación escolar. En muchas pequeñas empresas, los técnicos de oficio eran más valorados que algunos técnicos formados e inclusive ingenieros.

¹⁶ Ing. Armando Alaníz - Valeos

de tener muy bien definido esta jurisdicción y además lo debe de propiciar, debe armar una infraestructura y debe fortalecer la participación".¹⁷

En este contexto, los nuevos patrones de calificación laboral que promueve la industria competitiva, no son sino nuevos énfasis que en las nuevas pautas de productividad adquieren una mayor justificación. La valoración de las cualidades humanas vistas como un factor estratégico que lleva a la empresa hacia una producción altamente competitiva, es parte de los cambios en los contenidos de los puestos de trabajo, de tal forma que las actividades que en otro tiempo eran simples y rutinarias, se han convertido en tareas intensivas de conocimientos científicos y multidisciplinarios que requieren de ser ejecutados por un personal técnico dotado de multihabilidades que trasciendan a la mera aplicación de conocimientos técnicos en el proceso productivo.

Ya sea que incursione en actividades relacionadas con el desarrollo de nuevas tecnologías, o simplemente centre sus innovaciones en la gestión, en la administración o en la aplicación de métodos muy incisivos de comercialización, las variaciones ocurridas al interior de las empresas nacionales y su actitud mostrada frente a las necesidades de renovación de la producción, se resuelven en decisiones que definen la labor de los ingenieros en actividades con distintos grados de complejidad dentro de la empresa.

En el caso de la actuación de los ingenieros entrevistados, se revela que frente a los objetivos que implica la exportación, el requerimiento de una mayor versatilidad y capacidad de adaptación, así como el manejo de las relaciones públicas e idiomas, adquieren un mayor énfasis. Tal es el caso de un ingeniero que repentinamente se vio en la necesidad de dominar el inglés, cuando la empresa en donde se desempeña como gerente de producción, comienza a exportar sus productos:

¹⁷ Ing. Eric López - PCR-GIRZA

"...a mi es lo que me ha costado mucho trabajo es el inglés y hasta la fecha yo soy de los que con el inglés soy muy difícil y me he obligado a intentar hablar con la gente desde que exportamos, porque toda nuestra producción es de exportación y tengo que hablar no me queda de otra, pero me cuesta mucho trabajo"¹⁸

"....por eso es muy importante la formación de los ingenieros en el campo, es muy importante la formación de los ingenieros acerca de cómo comunicarse, pues hoy tienen que negociar con los proveedores a un nivel global, porque los mejores precios no se encuentran ni aquí, ni en Estados Unidos, a lo mejor están en Taiwan, a lo mejor están en Rusia, en Francia, no lo sé..."¹⁹

Falta entonces por saber cuáles han sido los principales cambios que están experimentando las empresas bajo estudio en lo particular y cómo están repercutiendo en la labor de los ingenieros. Transformaciones que pese al reducido número de empresas elegidas, pueden ser consideradas como una señal de los movimientos renovadores que están efectuando las industrias del país.

Siguiendo con la lógica de comparar el pasado con el presente, una de las revelaciones más interesantes que se obtuvieron en las entrevistas, fue el hecho de que los ingenieros se están haciendo cargo prácticamente de todas las áreas no estrictamente relacionadas con los aspectos técnicos de la producción, sino de aquellas referentes a la administración de la empresa y en particular con la distribución de los productos en el mercado. Hasta hace relativamente poco, era bastante común encontrar que los puestos de la administración, planeación, recursos humanos y ventas eran ocupados por administradores de empresas, contadores u otro tipo de profesionistas no técnicos, dejando a los ingenieros en las tareas técnicas que son inherentes al proceso productivo.

"...Los héroes de las compañías son los vendedores, siempre ha habido el choque o la rivalidad, (con los ingenieros) (...) por ejemplo, imaginemos esto: <yo vendo

¹⁸ Ing. Cristobal Jimenez - Hule Industrial

¹⁹ Ing. Armando Alaniz - Valeos S.A.

mucho para que esta compañía salga adelante, perfecto!, y alguien pregunta: <<pero qué vendiste?>>, y después dice: <<eso no se puede hacer, hoy no se puede hacer, para cuándo lo vendiste?, para cuándo lo comprometiste?, para dentro de dos semanas?, no se puede hacer,>>. Lo que ha cambiado, es que el mercado es hoy mucho más flexible, más diversificado en cuestión de productos, ahora los productos están enfocados a lo que "usted prefiere", a "a lo que yo prefiero" y la manufactura ha tenido que evolucionar de esa manera, hoy tenemos que producir lo que vendemos y no vender lo que producimos".²⁰

Y son precisamente las ventas, una de las áreas donde se han registrado grandes cambios de tal forma que en la actualidad, el tratamiento de la comercialización del producto involucra un alto contenido de conocimientos profesionales y científicos de tal forma que las empresas le asignan un manejo muy sistemático y formal basada en las aportaciones de las disciplinas de la mercadotecnia y la comercialización. Por las propias características que establece el contexto altamente competitivo, se tiene la convicción de que esta actividad, requiere de estrategias casi científicas y rigurosamente proyectadas que llega a justificar el hecho de que los vendedores deban ser ingenieros, toda vez que la flexibilización tecnológica y organizacional que envuelve a las empresas, ha dado lugar a que las ventas y la comercialización del producto, representen un campo estratégico que a la vez que permite conocer las demandas de los consumidores y sus necesidades que redunda en información muy valiosa sobre la calidad del producto, también constituye un medio idóneo para conocer las tendencias de la competencia.

"Soy el gerente desarrollo de nuevos productos y en esta empresa le hemos dado un enfoque de entrar al mercado, es decir, el desarrollo de los productos debe de ser demandado por el cliente, no por el investigador y aquí ya viene un cambio también, porque para hacer esto se debe de estar en el mercado..."²¹

²⁰ *Ibid.*

²¹ Ing. Eric López - PCR/GIRZA

"Mira, el director es ingeniero industrial, el segundo de abordo que soy yo, es ingeniero industrial, el director comercial que es ventas, es ingeniero industrial y dices: ¿qué hace él en ventas?, pero es una venta muy técnica que se necesitan conocimientos, se necesita ver lo que la industria necesita, lo que nuestros clientes necesitan, adelantarse a las necesidades..."²²

"...cuando a mi me entrevistaron lo que buscaban era una persona que tenía experiencia comercial en ventas y gracias a que soy ingeniero químico, pude entender el producto y entender sus aplicaciones y el mercado. En Estados Unidos no contratan ingenieros químicos como nosotros para estos puestos, ellos contratan a licenciados en mercadotecnia o en comercialización"²³

Una segunda modificación que contrasta con lo que se hacía en el pasado, se refiere a las actividades que tienen que ver con la administración del proceso productivo y en particular, la de la tecnología. Las empresas consideradas realizan un mejor control de inventarios, cotizaciones precisas, entregas rápidas, selección cuidadosa de sus proveedores de materias primas y maquinaria. Pero lo que habría que resaltar es lo referente a la realización de las actividades de adaptación técnica y mantenimiento de las máquinas.

Por mucho tiempo, era común ver que la dependencia tecnológica que presentaban las industrias nacionales expresada en la compra de tecnología extranjera, obligaba también a las industrias a someterse a los productores de la tecnología extranjeros en las cuestiones de reparación, mantenimiento y adquisición de refacciones. En este sentido, al menos las empresas que conforman la muestra, prefieren confiar en sus propios ingenieros para la realización de las tareas de ajuste, mantenimiento y reparación de equipos y máquinas, e inclusive de adaptación de la maquinaria comprada a las condiciones de la producción y específicamente de la planta en particular, como así lo expresó un ingeniero cuando se le hizo ver que en la actualidad los ingenieros mexicanos reparan los desperfectos de la maquinaria hecha en el extranjero:

²² Ing. Victor Pérez - Zincor

²³ Ing. Arturo López - General Electric

"...yo soy un ejemplo claro de eso, cuando empezamos aquí, traían a un americano, a un canadiense, traían a un francés y dije: <<no podemos seguir así>>, y cuando me pasaron la administración de la planta, dije: <<la gente de aquí tiene que saber arreglar y si no, no la necesito, punto>>, entonces la gente de aquí, ingenieros que son como técnicos, saben arreglar los robots, saben arreglar las máquinas de inyección, saben arreglar la caldera y con lo que saben arreglar me ha hecho ser autosuficiente"²⁴

"...en mi mercado yo tengo diez máquinas y las diez son europeas, es decir, no existe una tecnología mexicana, en realidad si hay fabricantes de este tipo de máquinas, pero esas no las compraríamos porque no me dan ni el volumen, no me dan la calidad, no me dan una garantía de que van a funcionar. Es un mercado muy específico en el que yo estoy, en el mercado de la extrusión, las tres máquinas líderes en el mundo que extruyen sopladados son alemanas. Sin embargo, en lo que yo te puedo decir es que cada día dependemos menos en poder resolver un problema técnico, es decir, al principio, se descomponía una máquina y si no estaba el técnico alemán para arrancar una máquina, pues estábamos fritos, hoy si se descompone una máquina, en la última persona en que yo pienso para resolver un problema es en traer a un técnico alemán, yo espero contar con mis propios técnicos para mis propias máquinas".²⁵

"...nosotros todo lo hacemos aquí, nosotros aquí solamente tenemos tornos y muchas veces, muchas refacciones no las encuentras y entonces las desarrollamos nosotros y las desarrollamos en nuestros propios términos".²⁶

Reconociendo que el número de empresas en donde se desempeñan los ingenieros entrevistados, es demasiado pequeño como para establecer generalizaciones excesivas, la sucinta caracterización del ambiente laboral puede servir como un señal a *grosso modo*, de los movimientos técnicos y organizacionales diversos que practican las industrias mexicanas y sus repercusiones en la variedad de actividades que hoy en día tienen que realizar los ingenieros. Una situación que

²⁴ Ing. Armando Alaníz - Valeos

²⁵ Ing. Victor Pérez- Zincor

²⁶ Ing. Cristobal Jimenez - Hulera Industrial

en términos generales, fundamentan las elevadas exigencias que las empresas establecen para la contratación de ingenieros.

Sin embargo, hasta el momento no es posible apreciar con la claridad suficiente cómo influyen los movimientos de cambio que actualmente efectúan las industrias estudiadas, en las tareas y funciones que les son inherentes al ingeniero, sobre todo si se toma en cuenta que este profesionista ostenta la exclusividad en el manejo de tecnologías. La interrogante es: ¿cómo se caracteriza el aprendizaje tecnológico en estas empresas y de qué manera afecta al ejercicio profesional de la ingeniería?

3. Aprendizaje tecnológico y competencias organizacionales en la empresa industrial. Las nuevas funciones profesionales de los ingenieros.

Por lo que se puede desprender de las declaraciones de los ingenieros, por mucho tiempo las industrias mexicanas no estuvieron dispuestas a establecer mecanismos organizacionales que favorecieran las relaciones sociotécnicas y el intercambio de información técnica relevante entre los individuos vinculados a la producción.

"...por ejemplo, donde yo hice mi servicio social y eso lo hubo mucho y lo sigue habiendo y tal vez eso es algo que está en transición, pero cuando hice mi servicio social, lo hice en IEM y pues viendo los procesos se da uno cuenta de algo que se podía cambiar y a la hora de irlo a proponer al gerente de maquinaria, nos dijo: <<ustedes hagan lo que tienen que hacer, no me anden proponiendo nada que todo ya está especificado y no vamos a cambiar nada, es como no los dicen de nuestra filial allá y así va a seguir>>"²⁷

"...el problema no creo que sea como tu me dices, no es un problema que está en la formación del ingeniero químico de la UNAM, muy conocido entre nosotros, del de la Metro (UAM), o del Poli. El problema está en que tu llegas a una industria donde te dicen: <<no le muevas, así es, no te preocupes, tu nada más haz que esto trabaje, que opere y ya no le pienses, no pienses, tu haz que esto trabaje como

²⁷ Ing. Alejandro Nolla - ABB

alguien dijo que tenía que trabajar>>"²⁸

No obstante, como así se señaló en el apartado anterior, lo que se observa en la actualidad, es que las empresas implantan mecanismos organizacionales tendientes al aprovechamiento de la información y la experiencia técnica del conjunto de individuos que participan en el proceso productivo. Son las competencias organizacionales que de un modo muy particular, se estructura la empresa para favorecer la institucionalización del aprendizaje tecnológico colectivo.

Como así se revisó en el apartado anterior, los procesos actuales de democratización de la producción, en el sentido de propagar la toma de decisiones entre los sujetos de la organización, así como el valor estratégico que se le reconoce a la información tecnológica reciente son, con diferentes grados de formalidad, las nuevas características que comienzan a dominar en la actividad industrial del país. Las declaraciones de los ingenieros dejan entrever una apertura hacia el aprovechamiento del aprendizaje tecnológico de los propios operadores y colegas.

"si, esa es la clave, aquí en la empresa, cada quien hace su chamba y es responsable de su chamba, aquí no hay una cabeza que pueda con todo, con tantos detalles, (...) cuando el trabajador tiene estabilidad en su trabajo y tiene buen salario, se empapa en lo que está haciendo y conmigo no tienen miedo ni con el director de producción para señalar los que funciona o no, (...) si, mucho de los grandes cambios se han basado en eso, de favorecer la comunicación de los trabajadores sobre fallas o problemas de la producción"²⁹

No debe sorprender entonces, que la exigencia de una serie de habilidades sociales entre los ingenieros y en general, en el personal ligado a la producción se resuelva como un componente indispensable en el beneficio institucional de los aprendizajes tecnológicos individuales. Competencias que de acuerdo a un estudio

²⁸ Ing. Leonardo Ríos - Centro de I&D del Grupo GIRSA

sobre la relación educación superior - mercado de trabajo, elaborado por John Brennan y sus colaboradores (1993), se sitúan en tres áreas básicas: comunicación de ideas (oral y escrita), solución de problemas y habilidades de interacción social (111), aunque para el caso del manejo tecnológico se agregaría una cuarta relacionada con la capacidad del autoaprendizaje permanente, toda vez que la creación, adaptación y operación tecnológica, así como su difusión ampliada requiere de esas capacidades.

"...hoy el liderazgo no debe de ser de dientes para afuera, el liderazgo debe de ser autentico y genuino por el grupo directivo de cada empresa y no cuando una empresa es dirigida por un director que es a la vez dueño de la empresa y difícilmente no tiene la cultura de no permitir que alguien tome decisiones, que es lo que normalmente sucede en las empresas chicas y las medianas, en donde los dueños no tienen esa habilidad de delegar, de darle oportunidad a su personal, funcionan más como padres que como directores y entonces son paternalistas, (...) anteriormente si podría ser una persona la que lograra el resultado de su propio negocio, de su empresa. Hoy no, las empresas que quieran crecer deben de trabajar en equipo, deben de hacer que la gente participe, deben de aceptar sus aportaciones, deben de crear una infraestructura para que vayan a exponer sus ideas, sus proyectos, pero la empresa debe de establecer un marco, es decir, en qué quiero o cómo quiero, o cómo voy a conciliar esta participación"³⁰

"Alguna vez yo fui a una entrevista de trabajo, hace algunos años, antes de que entrar a esta empresa y ya no me acuerdo bien, pero era un trabajo de montar una planta de plásticos, de transformadores... y le decía a la persona <<yo no tengo experiencia en lo que pretenden ustedes hacer aquí>> y él me dijo: <<si tu sabes manejar a un grupo, tu puedes ir a la luna>>".³¹

Otra modalidad para favorecer el aprendizaje tecnológico que desarrollan algunas estructuras productivas, además de que constituye una acción importante dentro de las políticas de capacitación de la mayoría de las industrias,

²⁹ Ing. Pablo Santos - LaBolsa

³⁰ Ing. Eric López - PCR/Resistol

³¹ Ing. Armando Alaniz - Valeos S.A.

especialmente de origen extranjero, se refiere al envío de ingenieros y personal calificado a las empresas filiales ubicadas en diferentes ciudades del mundo, con el propósito de familiarizarlos con las recientes tecnologías y el modelo de producción que se lleva a cabo en esas organizaciones.

"Todos mis subordinados ingenieros y compañeros son del Instituto Tecnológico Regional de Puebla,³² y están como supervisores, uno de ellos es el responsable de mantenimiento en el área de pintura, técnicamente están muy bien formados, sin embargo, todos ellos han ido a Portugal a formarse"³³.

De ahí que, la exigencia de un ingeniero versátil con los atributos de personalidad tendientes a la configuración de un ingeniero de "clase mundial", es una realidad dentro del ambiente exportador que vive la industria manufacturera, concretamente las extranjeras asentadas en México.

"Buscamos un alto nivel sociocultural con apertura al extranjero. Somos 41 empleados de confianza como se le llamaba, porque aquí les llamamos profesionistas y 250 obreros. De los 41 e incluso bastantes de los obreros, la mayoría ha tenido o tienen que viajar al extranjero en algún momento de su estancia. Cada mes tengo cuatro, cinco o seis gentes en Alemania, Francia, en Suiza, en Estados Unidos, en España y en varias partes y eso quiere decir que no podemos crearnos el problema de mandar a una persona que no hable el idioma, que se espante o se abrume por lo que está viendo en el extranjero y por eso es importante lo del nivel sociocultural".³⁴

No cabe duda que uno de los principales cambios que caracterizan al conjunto de las empresas estudiadas, se refiere al valor que le están otorgando a los conocimientos y saberes útiles en el logro de una producción de alta calidad. El significado estratégico que hoy en día representan las ventas, la incorporación de nuevas formas de administrar la producción y la aplicación de acciones

³² Institución pública perteneciente al Sistema de Institutos Tecnológicos de la SEP

³³ Ing. Daniel González - Sommer Allibert Duroplast

comunicativas conducentes al intercambio y aprovechamiento de información técnica relevante entre los sujetos ligados a la producción, —el aprendizaje tecnológico—, son algunas de las nuevas funciones que ya comienzan a caracterizar a la industria mexicana que busca ser competitiva y que a la vez, se están traduciendo en nuevos contenidos laborales para los ingenieros.

Sin embargo, a pesar de la importancia económica que tiene la I&D en la industria exitosa de muchos países, no parece haber un interés generalizado entre una gran mayoría de las empresas mexicanas por desarrollar este esfuerzo. Al menos, por las declaraciones hechas por los ingenieros entrevistados, ninguno de los que laboraban en las industrias, mencionaron alguna actividad de I&D y muy pocos admitieron desempeñar alguna de las funciones genuinas asociadas con la administración de tecnología.

Inclusive, es posible argumentar que las tareas de diseño y de ingeniería básica, muy características de la industria competitiva, en México se ejecutan de una manera muy limitada, basadas fundamentalmente en la copia o adaptación de tecnologías y en última instancia, en las labores de mantenimiento y reparación, las cuales si bien en muchas ocasiones, significan pequeñas mejoras tecnológicas tendientes a la optimización del proceso, esto no significa necesariamente una preocupación especial de las industrias por dedicarse al desarrollo de nuevas tecnologías.

La información vertida por los ingenieros, deja entrever que frente a las condiciones muy limitadas que guarda la industria nacional en los ámbitos de la I&D o en el desarrollo de mejoras técnicas que redundan en innovaciones, se deduce que un buen número de empresas continúan desempeñando un papel maquilador o reproductora de un producto cuya tecnología se realizó en el exterior, aún en los casos de muchas de las plantas filiales de corporaciones extranjeras. Como así lo expresó el ingeniero mecánico de la ABB, cuando abundó

³⁴ Ing. Jean Cristophe Figueroa - Valeos

sobre la problemática de las empresas de preferir actitudes y habilidades sobre la posesión de conocimientos:

"Pues yo pienso que si, porque si estuviéramos en la NASA a lo mejor si tendría puro Albert Einstein, pero no es el caso de México y de prácticamente de ninguna empresa en México, o sea casi no se enseña y casi no se hace ingeniería de detalle, a excepción de la ingeniería civil por ejemplo, que ahí si, hay que hacerle de todo, innovación constantemente y eso si es 100% nacional, pero en general en procesos, en mi área, el área mecánica, no hay. Por ejemplo, las turbinas, parte de la carcaza y partes accesorias se hacen aquí, se fabrican aquí completamente, pero la ingeniería viene de otro lado"³⁵.

"...la necesidad de tener una capacidad de conocimientos fundamentales que es lo que se tiene que tener en esta industria en especial, se debe a que mucho de la tecnología que utilizamos es de otros países, por qué? porque van muchísimos años adelante que nosotros, entonces es muy importante tener una base importante y sólida de estos conocimientos para poder aplicar y adaptar tecnologías complejas o innovarlas, lo que se ha hecho en muchísimos de nuestros procesos".³⁶

Y en el caso de algunas organizaciones que se han propuesto realizar modificaciones a los procesos o equipos, desarrollando sus capacidades de aprendizaje tecnológico, esto se hace con la mirada puesta en las innovaciones que se verifican en otros países.

"...tenemos dinámicas mediante las cuales nosotros tratamos de buscar nuevas tendencias, buscar nuevos horizontes, buscar implementar, mejorar, actualizarnos (...) se ha dado los casos que se proponen productos nuevos, se hacen estudios y se va adelante, dando el juego a todo mundo"³⁷

Y en efecto, es evidente que el fortalecimiento de las interacciones sociotécnicas hacia el interior y exterior de la empresa, — por ejemplo, con proveedores y clientes o la participación en ferias y congresos—, a fin de obtener valiosa información

³⁵ Ing. Alejandro Nolla - ABB

³⁶ Ing. Pablo Ortiz - Tekchem S.A.

técnica y comercial, es una expresión concreta de las competencias organizacionales que guarda la empresa en particular y que redundan en el aprendizaje tecnológico institucional. Como bien lo señalan Pitela y Arvanitis (op. cit.), las empresas son idiosincráticas y de acuerdo a su cultura organizacional, formulan mecanismos, estrategias y acciones tendientes al logro de una producción con la calidad que marca la competencia internacional. Tal es el caso de la interacción con proveedores que realiza el ingeniero de la empresa Plastosa, para realizar pequeñas innovaciones conjuntas:

"De hecho, si se lleva bastante a cabo (buscar innovaciones), porque inclusive hablamos con los proveedores y de todo lo que ellos tienen, analizamos y nos traen inclusive muestras, probamos equipos, si no me funcionan yo les hago modificaciones y a la mejor si me logran funcionar, <<si no?, sabes que? pues no me sirven, te lo regreso>>, tratamos de tener esta situación de facilidad con los proveedores de préstamo de equipo, es una forma de lograr que nos funcione una máquina".³⁸

"Nosotros nos anunciamos en muchísimas revistas de la industria química internacional como "Chemical Week", participamos a lo largo del año en muchísimos congresos, ponencias, tanto aquí o en Estados Unidos como en Europa, asistimos a todos esos eventos, precisamente para eso, para estar en contacto con nuestros clientes, con los competidores que por cierto, conocemos muy bien. Por qué?, porque esta es una industria es muy especial (fertilizantes), en esta industria los productos tienen una rotación muy alta y el cambio de productos es muy grande, entonces hay que estar en la vanguardia en cuanto a probables investigaciones que se están haciendo, los registros gubernamentales que se están haciendo..."³⁹

Sin perjuicio de los casos anteriores, es de suponer que la mayoría de las estructuras productivas en México, no reparan en la importancia de la investigación y desarrollo (I&D) para adquirir un elevado nivel de competitividad

³⁷ *Ibid.*

³⁸ Ing. Fulgencio Escobar - Plastosa S.A.

³⁹ Ing. Pablo Ortiz - Teckchem S.A.

en sus productos, por lo que el aprendizaje tecnológico que desarrollan se nota restringido, limitado únicamente a los aspectos que tienen que ver con el mejoramiento de algunos materiales, piezas de la maquinaria, mejoras pequeñas en el propio proceso productivo que se efectúan principalmente en las condiciones de reparación y/o mantenimiento. Sin duda, una realidad que presenta fuertes implicaciones en la identidad social de la profesión de la ingeniería.

"Si, ahora que la empresa no hace mucha innovación, pues para qué quiere un ingeniero muy capacitado (...) claro que si nada más le dicen que no piense y sólo le dicen: <<ese es el proceso hay que hacerlo así>>, significa que más bien quiere vendedores en lugar del ingeniero que en verdad le cambie el proceso".⁴⁰

"...hasta que se rompan las cosas uno encuentra siempre el tiempo para arreglarlas, por qué no lo encuentran antes?, hay que aplicar la ingeniería del trompo, dando vueltas en el proceso y ver qué pasa con esta pieza y por qué está mal acomodada, y por qué no se tiene tal herramienta, y por qué falla esta máquina, es algo muy dinámico y la mayoría no está acostumbrada a trabajar así...".⁴¹

No obstante, es un hecho que conforme la tecnología empleada se hace más compleja y la producción industrial nacional entra en una fase de gran competitividad, la demanda de ingenieros no sólo con conocimientos técnicos inherentes a su especialidad, sino con la posesión de contenidos socio-administrativos orientados al desarrollo de estrategias de planeación y distribución comercial de bienes, se resuelven en nuevas figuras profesionales de la ingeniería y consecuentemente, en nuevas calificaciones laborales para los ingenieros.

Pero debido a que "la cultura de México no va hacia la innovación",⁴² el hecho de que un buen número de organizaciones industriales de nuestro país, privilegien las funciones administrativas y de planeación, ubicándolas en los niveles superiores y mejor remunerados de la jerarquía ocupacional, lógicamente se

⁴⁰ *Ibid.*

⁴¹ Ing. Armando Alaniz - Valeos S.A.

⁴² Ing. Leonardo Ríos - Centro de I&D del Grupo GIRSA

contribuye a que la función del ingeniero "administrador" gradualmente alcance una mayor relevancia social no compartida con las tareas puramente técnicas que realiza el ingeniero al interior de la planta industrial o en la creación de nuevas tecnologías. Actividades que paradójicamente son las que le han otorgado el reconocimiento social a los ingenieros, principalmente en los países más industrializados.

Se trata de una nueva identidad de la ingeniería, de una Ingeniería blanda que ya no se reduce a la operación de tecnologías duras propias de la profesión, sino que está trascendiendo a otros conocimientos más sociales que son pertinentes para la comprensión del funcionamiento integral de la empresa. Si esta realidad se traslada a las visiones dominantes que plantean las escuelas de ingeniería en torno a la práctica profesional del ingeniero, como así se discutió en el capítulo anterior, resulta claro, que en la construcción de los destinos profesionales de los ingenieros, tengan que intervenir otros esfuerzos de carácter más personal que la propia influencia que pudiera ejercer la formación profesional recibida. Y una de las decisiones más frecuentemente tomadas, es el de realizar estudios de posgrado en áreas como la administración, finanzas o comercialización.

"Yo siento que lo que uno estudia en la universidad, saliendo de la universidad, es para aplicarlo los primeros tal vez, diez años, pero si todo mundo es tan ambicioso como yo, pues todo mundo al final quiere ser director general y entonces se va diluyendo la necesidad técnica, se va diluyendo como desde el nivel gerencial, desde que uno pasa de ser supervisor de producción a ser gerente de planta, o sea la necesidad de hacer las situaciones muy técnicas, ya te olvidas, ya no se necesita nada, conforme vas subiendo, necesitas más de administración, contabilidad, finanzas y manejo de personal, motivación, liderazgo..."⁴³.

No es el caso entre los ingenieros dedicados a la I&D la cual por ser una actividad muy demandante de conocimientos recientes, ellos se enfrentan al reto

⁴³ Ing. Jean Cristophe Figueroa - Valeos

de una constante actualización en materia de conocimientos científicos y tecnológicos, cursando maestrías y doctorados en temas afines a la disciplina ingenieril, como es el caso del ingeniero que labora en el centro de I&D de GIRSA:

"...no sirve para nada la maestría y el doctorado si no haces innovación, si haces innovación, entonces necesitas grados, dependiendo de la innovación, si tienes innovaciones grandototas, entonces más te vale que tengas el doctorado porque si no, no vas a poder"⁴⁴

Frente a este panorama, hay un aspecto que conviene resaltar y que significan retos de cambio para la mayoría de las escuelas de ingeniería. El primero tiene que ver con la valoración laboral y social que en la presente década comienza a adquirir el ingeniero con experiencia en campos no ingenieriles y con un perfil social proclive a las relaciones públicas, la comunicación y sobre todo a la internacionalización. La identidad del ingeniero como un profesionalista dedicado al manejo técnico de tecnologías duras que en el pasado reciente era legitimado socialmente, ahora parece tener los rasgos de una ingeniería superficial y con una mayor versatilidad que combina conocimientos técnicos propios de su ejercicio profesional con otros provenientes de las disciplinas sociales y económico-administrativas, importantes en la interpretación y explicación del entorno comercial, tecnológico y social que rodea a la empresa. Recuperando la categoría de Callon, (op. cit.) aún en las industrias no estrictamente interesadas en la I&D, la práctica profesional del ingeniero supone dirigirse hacia la configuración del "ingeniero-sociólogo".

En la empresa, la operación tecnológica se resuelve como una práctica social que requiere de la participación activa de individuos que intervienen en distintos niveles de complejidad. La idea de que la empresa es un espacio de aprendizaje tecnológico, entraña la revalorización del conocimiento socialmente utilitario y práctico, abocado a la explicación y solución de problemas. Adicionalmente como

se analizó en el capítulo dos, con fines de institucionalización del aprendizaje tecnológico, la empresa aprovecha conocimientos con distintas bases: los científicos y técnicos aprendidos en las instituciones educativas y aquellos que son heurísticos derivados de la experiencia y la labor rutinaria frente al proceso productivo, en la tramoya de máquinas y herramientas. Y son precisamente esta última clase de conocimientos los que son ampliamente cotizados por las organizaciones nacionales. En la actualidad y frente a la demanda de ingenieros denominados "polivalentes" con conocimientos de distinta naturaleza, se tiende a dudar de la utilidad práctica de los conocimientos aprendidos durante el proceso escolar y en contraste se reconocen cada vez más, aquellos conocimientos y saberes que paradójicamente no se adquirieron en los escenarios educativos bajo la enseñanza formal.

"...aquí en esta empresa importa más el desempeño que el conocimiento y en eso estoy de acuerdo, el que se desempeña, el que da resultados, el que demuestra que es capaz de hacer, tiene proyección, mientras que el genio que no hace nada..."⁴⁵

Son las transformaciones profesionales que hoy en día rigen a la ingeniería y de su nueva identidad social y el contenido de estos cambios adquieren un mayor matiz en el contexto de las nuevas condiciones que experimenta el sector industrial nacional (venta de paraestatales y consolidación de la empresa privada, creación de nuevas industrias y asentamiento de industrias extranjeras, modernización tecnológica y organizacional), de tal forma, que sean los perfiles ocupacionales que integran conocimientos técnicos y de naturaleza social, los más propensos a una mayor valoración social y económica,⁴⁶ como así lo reflexionó uno de los

⁴⁴ Ing. Leonardo Ríos Centro de I&D de GIRSA

⁴⁵ Ing. Arturo López Beltrán - General Electric

⁴⁶ Un estudio realizado por Michel Grossetti (1990) en Francia, demuestra que debido a la dinámica tecnológica existente en las industrias, especialmente con la creación de los polos de alta tecnología (tecnópolis) en lugares de la provincia francesa, en la actualidad los ingenieros de I&D están siendo altamente valorados por las empresas y por los que están dispuestas a pagar altos salarios.

ingenieros, durante la conversación:

"Hay países como Alemania en donde los ingenieros saben que no tiene que salir de la técnica para ganar bien y ser reconocidos. En México, no son reconocidos los ingenieros, mi papá que también es ingeniero del ESIME, me decía: <<quieres ganar billetes? aléjate de la ingeniería básica>>, por qué?, porque si me quedo en la ingeniería básica, ya sea en I&D o ingeniería básica en planta, soy el ingeniero manos sucias, superintendente de mantenimiento de tal vez de una planta de 20,000 personas, pero que nos deja ver que es el menos reconocido de todo en el nivel de salarios medios, incluso de aquellos ingenieros que se alejaron de la técnica básica. Y esto es bien importante, si se apegan los planes de estudios de la UNAM o del Poli (IPN) a planes de países donde no es malo ser ingeniero, toda su vida técnico puro..., no sé si así deba ser..."⁴⁷

"...yo creo que la gran responsabilidad de un ingeniero es resolver problemas, sea un problema técnico, sea un problema no técnico, tener un panorama de ver qué pasa con las decisiones que toma, porque a lo mejor toma una decisión de cambiar un turno de horario o una hora de comida por razones de producción, está empezando un problema sindical, o esta empezando un problema de logística en otros conceptos y ver qué pasa con todo lo que implica el mover algo, ser más abierto en eso..."⁴⁸

A manera de conclusión, se infiere que la ingeniería empujada por las circunstancias productivas en que se halla la industria nacional, se ha convertido en una profesión estratificada, en la que se tiende a colocar las labores administrativas y comerciales no asociadas con el sistema de conocimientos que prohíja esta profesión, en los puestos más significativos de la escala laboral, dejando a las actividades técnicas ligadas a la operación del proceso productivo, en los segmentos medios y lo que sorprende aún más es que se deja fuera de la

Consideran que este tipo de ingenieros son indispensables en un "número elevado de actividades dentro de la empresa de alta tecnología" (65).

Esta demanda contrasta con los perfiles deseables que se requieren en los ingenieros en México, toda vez, que las industrias mexicanas no aspiran poseer ingenieros con una formación muy técnica y especializada, orientada a la investigación.

⁴⁷ Ing. Jean Cristophe Figueroa - Valeos

⁴⁸ Ing. Víctor Pérez - ZINCOR

pirámide socio-laboral con sus implicaciones en un reducido valor social, a una de las funciones históricamente más representativas de la ingeniería como es el diseño de nuevas tecnologías.

Aunque se reconoce que la importancia que puedan tener las distintas actividades profesionales de la ingeniería en las relaciones laborales y productivas, estaría en buena medida determinada por el aprendizaje tecnológico de la empresa, esta situación no deja de sugerir una relativa pérdida del reconocimiento social a las funciones de manejo tecnológico que les son propias a la ingeniería.

Inclusive, aún cuando se percibe que hay pocas industrias que intentan actualizar técnicamente sus procesos o equipos, es de suponer que esta acción no debe significar que la empresa mantiene entre sus funciones institucionalmente constituidas, la de administrar la tecnología, ni tampoco que le otorgue a esta actividad un valor social, como el que se le brinda en los países más industrializados. Por el contrario, ante la reducida preocupación de las empresas por apoyar sus objetivos de alcanzar una producción competitiva en el desarrollo de nuevas tecnologías, esta tarea se presenta con características muy amorfas que dificulta a los ingenieros, a las empresas e inclusive a las escuelas de ingeniería, su delimitación formal.

Habría que analizar entonces, por un lado, cómo está impactando esta segmentación profesional en que ha incurrido la ingeniería dentro de los escenarios manufactureros, en los destinos ocupacionales, así como en las expectativas e imágenes profesionales que desarrollan los ingenieros egresados, de tal forma que refuerzan dicha estratificación. Y por el otro, conocer en qué medida la formación recibida en las escuelas de ingeniería, (al menos, las cuatro instituciones estudiadas en el capítulo anterior), cada una con proyectos y orientaciones distintos basados en una visión muy particular de la profesión ingenieril, influye en los recorridos profesionales de los ingenieros, de tal forma que los encamina hacia determinados puestos ocupacionales y modela su ascenso laboral.

4. Formación profesional, destinos ocupacionales y trayectorias socio-laborales de los ingenieros en las industrias manufactureras.

Como se planteó en el primer capítulo, la presencia de ingenieros egresados en el mercado de trabajo industrial con una diversidad de especializaciones y procedentes de varias escuelas asentadas en una sola región y su relación con su comportamiento laboral, ha dado lugar a que los empleadores tácitamente construyan una noción muy subjetiva de la calidad educativa que ostenta una escuela en particular y con base en ello, manifiesten valoraciones diferenciadas sobre ingenieros egresados de determinadas instituciones.

Con el propósito de entender esas preferencias, en el contexto de la diferenciación institucional, es indispensable conocer con mayor profundidad como opera la relación (EI-IM) mediante la caracterización del desempeño profesional que al interior de las organizaciones industriales, realizan los ingenieros procedentes de varias escuelas asentadas en AMCM y pertenecientes a distintas generaciones y en donde el ingeniero en lo individual, constituye un punto de confluencia de varias fuerzas (educativas, sociales, culturales, profesionales y laborales) que forman su trayectoria socio laboral y por lo tanto, su movilidad socio-económica.

Al centrar el estudio de las funciones que realiza el ingeniero, como una expresión de las competencias organizacionales que posee la empresa, se propuso considerar las trayectorias escolares y laborales que los sujetos ingenieros han realizado desde su ingreso a la escuela de ingeniería hasta su inserción en el mercado de trabajo industrial y si bien se parte del supuesto de que esos recorridos son modelados por la influencia escolar,⁴⁹ también es necesario admitir que en el destino profesional y la movilidad social que desarrollan, intervienen otras

⁴⁹ La influencia escolar agrupa no sólo la visión y valores que la escuela ostenta sobre la profesión y su enseñanza, incluye también el ambiente social y educativo que en general guarda la institución.

determinaciones más personales tales como la condición socio-cultural, antecedentes familiares, imágenes sobre su formación y representaciones que construyen en torno a la profesión.

Por lo tanto, es importante conocer cómo la empresa con base en sus competencias organizacionales incluyendo su aprendizaje tecnológico, construye sus categorías ocupacionales y define las funciones que debe ejecutar el ingeniero. Se trata entonces, de establecer un puente metodológico que permita caracterizar la relación EI-IM mediante la recuperación de los recorridos que efectúa el ingeniero desde el ingreso a la escuela de ingeniería hasta su ocupación actual como profesionalista en una industria manufacturera,

Con base en la información obtenida por los ingenieros entrevistados, se propone dividir el análisis en las siguientes categorías:

- Opciones y decisiones en la selección de la escuela de ingeniería.
- Imágenes, percepciones y aspiraciones laborales en el desempeño ocupacional de la ingeniería.
- Ejercicio profesional, funciones ocupacionales de los ingenieros y competencias organizacionales de la empresa industrial.

4.1 Opciones y decisiones en la selección de la escuela de ingeniería en los ingenieros entrevistados.

El crecimiento del sistema nacional de educación superior alcanzado en las últimas décadas, ha dado lugar a que el sector en su conjunto, adquiera los rasgos de un "mercado de oportunidades educativas" que de acuerdo a la dinámica socio-educativa y cultural que sostienen las distintas instituciones que componen la oferta, evocan intereses, expectativas y aspiraciones entre los jóvenes provenientes de distintos segmentos sociales, quienes basan en esos aspectos, sus preferencias para elegir y acceder a una institución en particular. Desde luego, esta premisa

adquiere mayor validez, en aquellas regiones donde se asienta un mayor número de establecimientos educativos

En el caso de la educación de la ingeniería, la coexistencia de doce escuelas en el AMCM que ofrecen carreras de ingeniería en algunas de las disciplinas asociadas con la producción de manufacturas, además de las variadas orientaciones y especialidades que comprende, conforma una diversidad de opciones que al combinarse con la amplia pluralidad de tareas que se le adjudican a la profesión de la ingeniería dentro de las industrias, suponen decisiones un tanto complicadas entre los estudiantes para seleccionar una determinada escuela. Sobre todo porque las escuelas de ingeniería existentes en la zona, pertenecen a grandes instituciones superiores públicas y privadas ya consolidadas y prestigiadas, con las posibilidades financieras de cubrir los elevados costos de la infraestructura física y material (talleres, laboratorios, equipos y materiales) que requiere la impartición de carreras de ingeniería en áreas tales como la química, mecánica, electricidad o electrónica.

En este sentido y ante la diversidad de escuelas y carreras de ingeniería, es evidente que las aspiraciones por estudiar una carrera de ingeniería no constituye un deseo uniforme para un único producto y por el contrario, en la elección median intereses, vocaciones y expectativas muy particulares que sin duda, modelan la trayectoria individual que cada estudiante construye en su vida escolar y posteriormente laboral. En un estudio sobre las visiones de los estudiantes de la UNAM, respecto del mercado de trabajo, Carlota Guzmán (1994) argumenta que "las posturas de los estudiantes frente al mercado de trabajo se ubican en un plano en el que se conjugan, entre otros, los procesos propios del sistema productivo y educativo" (45). Agrega que dichas posturas involucran una construcción subjetiva de la realidad en donde el individuo actúa y orienta sus acciones. Esta premisa deja entrever que la selección de una institución educativa y en este caso, de una carrera de ingeniería constituye una parte de las representaciones sociales que construye el

estudiante en torno a las oportunidades que brinda el mercado de trabajo industrial.

Igualmente y desde otro plano teórico y metodológico, John Brennan y sus colaboradores (1993), sugieren que "la demanda social por la educación superior no es sólo un asunto de incrementar las tasas de participación como tal, sino también de comprender la estructura de la demanda hacia determinados cursos y asignaturas" (33) y por lo tanto, aspectos asociados con los antecedentes familiares, expectativas de movilidad económica y social, condición social y cultural, etc. tienen un mayor peso en las decisiones de elección educativa de los estudiantes. Con base en los resultados encontrados en una investigación muy amplia sobre la relación educación superior - empleo efectuado en Inglaterra, estos autores revelan que la opción por una carrera (e inclusive por una institución educativa), es el resultado de un proceso que puede ser denominado como de "pre-segmentación del mercado de trabajo", que para los estudiantes, el mercado de trabajo se presenta segmentado tanto verticalmente (en términos de la existencia de puestos ocupacionales diferencialmente pagados y de calidad) como horizontalmente, (con sectores de trabajo que requieren de profesionistas con un tipo muy específico de habilidades y conocimientos) y que por lo tanto, los estudiantes apoyan sus criterios de selección en esta situación de elevada segmentación que presenta el mercado de trabajo. En este sentido, se puede argüir que la preferencia por una institución y la carrera es apenas una fase intermedia de ese proceso, con repercusiones en el aprovechamiento de las oportunidades del mercado laboral (op. cit.)

La diferenciación institucional y curricular en que ha incurrido la enseñanza de la ingeniería y sus implicaciones en las trayectorias laborales, fue constatada entre los ingenieros entrevistados. La existencia de varias alternativas educativas en el AMCM, para estudiar la carrera de ingeniería, llevó a los ingenieros a anteponer razones de índole social, cultural y hasta económico para decidir en cuál institución cursar la carrera.

Entre los ingenieros entrevistados, las razones que tuvieron para elegir una determinada escuela se agrupan en cuatro temas fundamentales: 1) la elección de una institución por motivos de "herencia familiar", esto es, que familiares cercanos al estudiante hayan estudiado en esa institución; 2) Cercanía al domicilio; 3) aspectos económicos y 4) percepción sobre la calidad educativa que guarda la enseñanza de una escuela. No obstante, la mayoría de las declaraciones se situaron en las dos primeras:

"...yo tenía muy buenas referencias de la Ibero. Una hermana mía estudió para abogada, otra hermana estudió maestra de inglés ahí, mi hermano estudió también en la Ibero, él entró antes que yo. Tal vez fue por herencia familiar, entonces mi hermano estudió ingeniería civil y pues seguí yo con ingeniería mecánica..."⁵⁰

"...yo fui el único (de mis amigos) que me fui a la nacional (UNAM) y aquí la razón fue que mi padre trabajó muchos años en la universidad, en la Facultad de Ingeniería, él estuvo como director en la ENEP Aragón, estuvo trabajando muchos años. Entonces yo desde chico, mi ambiente era la universidad yo jugaba fútbol en los pumitas e iba a los partidos al estadio olímpico y pues vivía mucho este asunto de la universidad. Afortunadamente yo tuve el privilegio, hay que verlo así, de poder escoger entre una universidad privada y una universidad pública, el factor público no era la decisión aquí y bueno pues yo opté por la UNAM, universidad a la que le tomé mucho aprecio, una vez que concluí mis estudios, permanecí muy cerca de la escuela como consejero directivo de SEFI, de la Sociedad de Ex-alumnos de la Facultad de Ingeniería..."⁵¹

"(yo escogí la Ibero) pues yo creo que por cercanía, porque yo vivía a cinco cuadras, caminando llegaba. La primera razón fue por cercanía, en la Campestre Churubusco y la segunda claro, porque mis papás la podían pagar, porque esa es la pregunta siempre de todos, adonde? cuánto cuesta? y afortunadamente si pudieron..."⁵²

⁵⁰ Ing. Alejandro Nolla - ABB

⁵¹ Ing. Pablo Ortiz - Tecknem

⁵² Ing. Mario Luna - W.A. Whitney de México

"(...a la UNAM?) No, no le intenté y en parte porque la UNAM me quedaba muy lejos, fue nada más una cuestión geográfica, más que otra cosa".⁵³

"Escogí la Universidad Panamericana (UP) por la cercanía, en ese entonces la UP no era tan cara como ahora las universidades privadas..."⁵⁴

"Yo escogí la UNAM ahora si que por default, yo no podía pagar ni la Ibero, ni el Tec, (ITESM) y bueno, entré a regañadientes: <<aay!! la UNAM, puros rojillos>> y al contrario fue muy "padre", varias veces me presenté en la elección para delegado estudiantil, no hacer grilla, bueno, si un poquito, fue muy "padre", con amigos que venían también de todo tipo, porque hay de todo y fue muy "padre" y realmente me la pasé muy bien y no me arrepiento de nada".⁵⁵

Sin embargo, llama la atención que pocos de los entrevistados fundamentaron la elección de la institución, en una percepción de calidad que ellos tenían respecto de una determinada escuela y fueron precisamente los ingenieros pertenecientes a la generación de los setenta que cursaron la carrera en una época en que sólo existían cuatro escuelas en el AMCM⁵⁶ y los egresados del ITESM que estudiaron en la presente década, los que fundamentaron su decisión de selección institucional en una apreciación de calidad y prestigio, como así lo declaró uno de los ingenieros: "yo considero que el Tec de Monterrey es la mejor escuela de México"⁵⁷ y para lo cual justificaban su preferencia, realizando comparaciones de calidad educativa con otras escuelas.

⁵³ Ing. Arturo López Beltrán - General Electric - Silicones.

⁵⁴ Ing. Víctor Pérez, - ZINCOR S.A.

⁵⁵ Jean Cristophe Figueroa -Valeos, S.A.

⁵⁶Conviene recordar que los ingenieros entrevistados pertenecientes a la generación de la segunda mitad de los setenta, ya se encontraban al menos con cinco instituciones que en esa época ofrecían carreras de ingeniería de la manufactura: la UNAM, el IPN, la UAM, la UIA y el ITESM ubicado en el municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México, siendo estas dos últimas de carácter privado.

⁵⁷ Ing. Daniel González - Sommer Allibert Duroplast

"...entré al instituto (IPN) y en ese tiempo todavía lo que es en la carrera de ingeniería, sobre todo en ingeniería química e ingeniería mecánica en el Instituto Politécnico gozaba de gran prestigio...".⁵⁸

"hace veintitantos años, la UNAM era lo máximo, competíamos si acaso con el Poli, la Ibero era para los que no podían en la UNAM o no podían en el Poli y se iban a la Ibero"⁵⁹

"...yo considero que la Ibero no era tan buena como lo es el Tec de Monterrey, desde el punto de vista de ingeniería, academia, etc. por eso escogí el Tec."⁶⁰

"...considero que la UNAM y el Poli sales de muy buen técnico, sin ninguna relación y con una visión muy pobre, muy técnica y la Ibero se me hizo que no tenía suficiente nivel para una ingeniería, que tal vez para Derecho u otra cosa hubiera sido buena, pero... si iba a estudiar... lo separé como en dos partes, la parte técnica y la parte técnica y un poco más y la Ibero nunca se me hizo buena y al revés mis compañeros que no pudieron con el Tec, acabaron en la Ibero o sea nada más como hazme medio mediocre..."⁶¹

Es evidente que el tamaño de la oferta institucional localizada en una determinada región influye en las preferencias estudiantiles. La presencia de sólo cinco instituciones superiores que impartían carreras de ingenierías de la manufactura en el AMCM, en la segunda mitad de década de los setenta, no representaba ser un gran dilema a los aspirantes a la educación superior, sobre todo en una época en que las instituciones públicas, aún cuando ya se encontraban en un proceso de crecimiento y masificación, satisfacían las necesidades de recursos profesionales tanto de la sociedad como del Estado.

No es por supuesto el mismo caso en la actualidad. La acelerada expansión del sector privado de la educación superior en los últimos quince años, ha dado lugar a una redistribución de la composición social y económica de los estudiantes que

⁵⁸ Ing. Erick López- Resistol

⁵⁹ Ing. Leonardo Ríos de Centro de I&D del Grupo GIRSA

⁶⁰ *Ibid.*

asisten tanto a las instituciones públicas como privadas con todas sus implicaciones en el acceso a los puestos superiores de la jerarquía ocupacional.

De ahí que entre algunos de los ingenieros, se manifieste un interés de relación social e identidad cultural en sus opciones educativas. Como así lo expresaron uno de los egresados del ITESM y de la UP, cuando explicaban respectivamente, los motivos que tuvieron para escoger esa institución y estudiar la carrera de ingeniería industrial:

"...es un poco más bien la visión que tienen, (el ITESM) sí te dan mucha administración pero, la administración la pude haber aprendido en una maestría y no tanto en esta carrera, entonces buscaba algo más, más bien las relaciones y una visión más amplia"⁶²

"...a mi lo que me ha servido mi universidad ha sido en relaciones, ha sido en entender otro tipo de actitudes y acciones hacia la industria..."⁶³

"En los estudios es importantísimo hacer contactos, yo lo veo aquí entre mis empleados, los del Tec de Monterrey campus Toluca, se van jalando unos a otros y hay un espíritu de solidaridad en la generación muy fuerte, que no veo en otros ingenieros de la Ibero por ejemplo."⁶⁴

4.2 Percepciones y aspiraciones laborales en la elección de la carrera de ingeniería.

Los planteamientos expuestos en el apartado anterior, confirman las conclusiones formuladas por Brennan, (op. cit) en el sentido de que la elección de una carrera — y de una institución—, constituye una acción mediada por las percepciones y aspiraciones que posee el estudiante respecto de las oportunidades laborales que

⁶¹ Ing. Pablo Santos de LaBolsa S.A.

⁶² *Ibid.*

⁶³ Ing. Víctor Pérez de ZINCOR, S.A.

⁶⁴ Ing. Jean Cristophe Figueroa - Valeos S.A.

se estructuran en el mercado de trabajo industrial. Con algunos matices, este proceso se comprueba entre los ingenieros entrevistados.

En la selección de la carrera de ingeniería y muy especialmente en una especialidad disciplinaria, tácitamente subyacen imágenes y nociones muy subjetivas en torno a la labor profesional de la ingeniería dentro de las empresas industriales, las cuales a su vez, son percibidas como un campo de oportunidades de movilidad social. Esta variedad de motivaciones constituyen, en palabras de Durchholz (1979) "filtros" para la elección de la carrera de ingeniería. Y a semejanza del estudio que esta autora llevó a cabo en las universidades norteamericanas, en el que encontró cinco tipos de "filtros" que utilizaban los estudiantes para fundamentar su preferencia por la ingeniería,⁶⁵ por las revelaciones hechas por los ingenieros, algunos de esos filtros son compartidos tales como los motivos de carácter vocacional o influencia familiar, (que algún familiar o amigo cercano era ingeniero), como así lo dejó entrever uno de los entrevistados:

"El tenía una empresa familiar de apuntadores electrónicos, mi papá fue el inventor del apuntador electrónico y pues platicando con él, la solución era si todo sale bien en el examen de admisión pues te quedas y si no le buscas por otra parte, y salieron bien las cosas y me quedé".

Sin embargo, en el caso de otros de los ingenieros estudiados, la realización de estudios en secundarias o bachilleratos técnicos o la experiencia laboral adquirida previa y/o durante los estudios superiores —y para lo cual en este caso,

⁶⁵ Los cinco filtros que la autora encontró en 1979, fueron:

- 1) Competencia en matemáticas y ciencias
- 2) Influencia de la gente (padres, maestros, etc.) para estudiar ingeniería.
- 3) Preferencia por combinar matemáticas y ciencias en una carrera, en lugar de estudiar las carreras de matemáticas o de alguna ciencia.
- 4) Percepción de la ingeniería como un ámbito de oportunidades

evidentemente intervinieron razones de naturaleza económica—, o inclusive la combinación de ambas, fueron causas decisivas en la elección de carreras de ingeniería.⁶⁶ En efecto, conviene mencionar que cuatro de los entrevistados, admitieron provenir de familias de escasos recursos económicos y se vieron en la necesidad de insertarse a la PEA⁶⁷ desde muy jóvenes cuando se encontraban cursando la educación media o la superior.

"...yo empecé a trabajar desde el 72, estudiaba y trabajaba. La carrera que yo escogí (ingeniería química) es una carrera que me gusta mucho por que es muy amplia y puede uno trabajar en diferente campos..."⁶⁸

"Yo terminé la carrera de ingeniero mecánico y yo la pasé estudiando y trabajando durante cuatro años..."⁶⁹

Empero es interesante notar la influencia de los bachilleratos técnicos en la decisión por estudiar una especialidad de la ingeniería, rodeada de las visiones y representaciones que conlleva la actividad técnica que al combinarse con las aspiraciones laborales de los individuos, definen una especialidad y un campo ocupacional muy particular hacia donde dirigen sus motivaciones escolares. Al menos seis de los entrevistados, manifestaron haber cursado un bachillerato técnico, siendo el caso más evidente, los que estudiaron en las escuelas vocacionales del IPN que casi automáticamente les asegura a los estudiantes el pase a las escuelas superiores de esta institución.

"...desde mi formación en la secundaria, porque yo estudié en una secundaria técnica en donde cursé el taller de máquinas herramienta durante tres años, posteriormente entré a la vocacional y bueno, mis tres hermanos mayores, yo soy

5) Elevado interés en la solución de problemas, especialmente en lo que refiere a la aplicación de conocimientos que producen resultados visibles.

⁶⁶ Lo que a diferencia de lo que plantea Durchholz, no necesariamente debe interpretarse como habilidades para las matemáticas o las disciplinas científicas.

⁶⁷ Población Económicamente Activa

⁶⁸ Ing. Eric López de PCR/Resistol

⁶⁹ Ing. Armando Alaniz - Valeos S.A.

el cuarto de la familia, eran politécnicos. Nadie escogió ser universitario, entonces todos éramos politécnicos y todos fuimos a esa misma escuela secundaria"⁷⁰

"En el Liceo Franco Mexicano, ahí estudié una carrera que se llama fabricación mecánica, técnico en fabricación mecánica y vi todo lo que es el área técnica en lo que a mi me interesa que es la metal mecánica: tornos, fresadoras, terminados, tratamientos térmicos, conocimientos de aceros, soldaduras, automatización, todo eso es sumamente avanzado, de hecho son estudios franceses, cien por ciento franceses, de hecho hay que tomar un año de pura matemática y puro francés para poder entrar al área técnica y fue sumamente pesado, pero muy bien preparados salimos de ahí".⁷¹

Dos ingenieros manifestaron haber utilizado la preparación técnica recibida para emplearse en empresas industriales en donde se desempeñaron como técnicos, antes de proseguir sus estudios superiores de ingeniería. Tales fueron los casos de dos ingenieros que laboran en una empresa de autopartes, quienes se emplearon como técnicos en su primer trabajo, gracias a la formación que adquirieron en la vocacional y bachillerato técnico respectivamente, como así lo expresa uno de ellos:

"...yo vengo de una excelente escuela privada, una prepa donde técnicamente al salir de prepa está uno como en sexto semestre de la UNAM en ingeniería mecánica (...) yo trabajo desde que tenía 19 años de tiempo completo, mi carrera la hice y yo trabajaba en la colonia que está atrás de la UNAM, en Copilco en una fábrica, estudiaba en la UNAM y vivía en San Jerónimo y así empecé desde que tenía 19 años y eso hace que aunque tengo 35 años, tengo 14 años de experiencia en la industria automotriz y todo lo que aprendí realmente y que me llevó a este puesto, lo aprendí en el trabajo y empecé desde abajo de "chalán" y fui subiendo, subiendo, subiendo..."⁷²

⁷⁰ Ing. Armando Alaniz - Valeos, S.A.

⁷¹ Ing. Víctor Pérez - ZINCOR, S.A.

⁷² Jean Cristophe Figueroa -Valeos, S.A.

Otro caso interesante fue el de uno de los ingenieros que se vio en la necesidad de insertarse al empleo desde una temprana edad, en una empresa hulera en donde actualmente ocupa el puesto de director de planta. Su permanencia en esa empresa fue determinante para decidirse por estudiar la carrera de ingeniería química en la UNAM:

"...yo empecé a trabajar aquí en la planta en 1972, ingresé a la planta y luego estaba yo de estudiante y llegaba a las 6 y aquí me quedé y hasta la fecha sigo aquí en la planta (...) cuando empecé a trabajar aquí en la planta acababa yo de terminar mi secundaria, luego hice mi preparatoria, luego hice la profesional y luego hice dos semestres de maestría, pero no terminé la maestría, era una maestría en administración industrial..."⁷³

Por último, en lo que toca al filtro relacionado con la imagen de la ingeniería como un campo de oportunidades, los entrevistados manifestaron distintos intereses asociados a una visión de lo que para ellos significaba la profesión de la ingeniería. Una combinación de aspiraciones, rasgos personales, vocación, experiencias laborales o educativas y nociones de la vida industrial que se verifica en una fase histórica determinada, se conjugan para convertirse en factores que pesan en la selección de un campo disciplinario de la ingeniería. La preferencia por una especialidad como la química, mecánica o electrónica no es casual y obedece a múltiples referencias, vocaciones e ideas muy personales que conforman los valores que el estudiante le otorga a la profesión, mismos que matizan su inserción futura al mercado de trabajo industrial.

Al respecto, las declaraciones más sugerentes provienen de los ingenieros que estudiaron ingeniería industrial, sobre todo en los años ochenta cuando esta especialidad comenzaba a mostrar una elevada demanda y era ofrecido por un gran número de instituciones superiores. Debido a que el campo de acción de la ingeniería industrial se orienta a la planeación y administración del proceso

⁷³ Ing. Cristóbal Jiménez - Hulera Industrial

productivo en su conjunto, para los ingenieros industriales entrevistados, el cursar esta especialidad representaba un aval para colocarse en los puestos superiores de la empresa.

Más aún, pese a que la enseñanza de este tipo de ingeniería por parte de instituciones como la UNAM, la UIA o la UAM, se ha cargado hacia los aspectos técnicos, fundamentalmente los procesos de manufactura, al considerar las grandes expectativas de movilidad que les representaba esta carrera, los egresados de estas escuelas, admiten haber tenido que realizar cursos de administración para complementar su formación, como así fue el caso del director general de una empresa de autopartes:⁷⁴

"...la UNAM me dio lo que se da en las universidades, el marco teórico de pensamiento, la UNAM me dio referencias teóricas que nunca cité y sobre todo es una educación del cerebro de cómo pensar y de cómo organizar las cosas, más yo estudié ingeniería industrial, y tuve maestros que algunos eran empresarios. Si hubo experiencias muy agradables, pero yo siempre estuve consciente de las carencias y por eso hice una maestría después, ya a los 29 años de edad hice una maestría en administración de empresas, la hice en el extranjero, en Francia y cuando regresé aquí pues yo ya tenía un nivel pues años luz de mis compañeros de la UNAM que no habían hecho una maestría".⁷⁵

La declaración anterior es interesante porque contrasta con las concepciones de la profesión que las escuelas de ingeniería promueven entre sus estudiantes. Al recuperar las revelaciones de los profesores de cuatro instituciones y de cuyo análisis da cuenta el capítulo cinco, la visión de la ingeniería como una disciplina cargada de conocimientos matemáticos y científicos y tecnológicos no coinciden

⁷⁴ Es de llamar la atención el caso de los ingenieros que estudiaron en la UNAM, así como en la UIA y en la Universidad Panamericana en su época de incorporación a la UNAM, en donde cursaron la carrera de ingeniería mecánico-electricista, orientación industrial y que ellos se consideran ingenieros industriales.

⁷⁵ Ing. Jean Cristophe Figueroa - Valeos

del todo, con los valores que los estudiantes le asignan a las distintas especialidades.

Inclusive instituciones como la Universidad Panamericana (UP) que si bien, por mucho tiempo estuvo incorporada a la UNAM y empleaba el mismo plan de estudios de la carrera de ingeniería mecánico-electricista que ofrece la Facultad de Ingeniería, la UP le imprimía una visión más orientada a los perfiles administrativos de la profesión, a través de sus 77 asignaturas optativas. Una modalidad que era aprovechada por los estudiantes interesados en ocuparse en los puestos gerenciales de las empresas. Como así se le preguntó a un egresado de la UP, si en su escuela, él se orientó hacia algunas materias de carácter administrativo, contable o de organización? y él responde: "así es, era un complemento en toda mi formación".⁷⁶

Las posturas de los estudiantes de ingeniería sobre las condiciones del mercado de trabajo industrial son evidentemente mucho más definidas. No obstante que estas representaciones pueden alterarse a lo largo de su proceso de aprendizaje en la escuela. Es en esta etapa en donde la visión de la profesión que se promueve en la institución comienza influir en los destinos ocupacionales. La inserción al mundo del trabajo industrial se sustenta en una primera instancia, en los valores adquiridos durante la formación profesional a la que se le añaden los procesos de socialización que ha desarrollado el estudiante en términos de una serie de actitudes, expectativas e imágenes sobre la profesión y el lugar de trabajo. Bajo esta lógica, las trayectorias socio-laborales que desarrollan los ingenieros combinan ideas sobre las funciones laborales de la profesión, intereses y aspiraciones e inclusive la condición socio económica y cultural es un elemento de peso en la configuración del recorrido laboral.

Thomas Allen (1985) advierte sobre las nociones que los ingenieros construyen respecto de profesión. En su propósito por diferenciar las actividades de los

⁷⁶ Ing. Víctor Pérez - ZINCOR

ingenieros de las que realizan los científicos y las implicaciones que esto conlleva en la creación y difusión del conocimiento tecnológico, el autor aclara que la labor de la ingeniería no comparte la "cultura", valores e intereses de los hombres dedicados a la investigación científica, pese a que las políticas de ciencia y tecnología y la literatura sobre la sociología de las comunidades científicas, pretenden siempre involucrar a las funciones de la ingeniería como científicas. Allen se apoya en un estudio realizado por Krulee y Nadler en 1960, sobre las actitudes que muestran los estudiantes de ingeniería en torno a su profesión, como una evidencia clara que le ayuda a fundamentar sus argumentos.

Krulee y Nadler —citados por Allen— comparan los intereses y comportamientos de los estudiantes de ingeniería respecto de los que estudian una disciplina científica orientada a la investigación y encuentran diferencias notables en las expectativas y nociones que ambas clases de estudiantes manifiestan acerca de su formación profesional. Mientras que los segundos, le otorgan un gran valor al conocimiento acumulado y la independencia que les confiere su aprendizaje científico, además de que visualizan su educación como un fin en sí mismo, los estudiantes de ingeniería ven en su preparación profesional como una "fase transicional de una trayectoria que los conducirá a los niveles laborales superiores" (37).

Los autores revelan que los estudiantes de ingeniería están menos interesados en la ciencia y por el contrario, fincan sus expectativas de logro material en los puestos gerenciales más orientados a las tareas administrativas de la producción. A diferencia de los científicos, los ingenieros están dispuestos a "sacrificar algo de su independencia y oportunidades para la innovación con objeto de alcanzar sus objetivos primarios" (37)

Un segundo estudio elaborado por Ritti y que también es referido por Allen, destaca los marcados contrastes que existen entre las metas de trabajo que asumen los ingenieros y los científicos después de haber terminado su preparación profesional. Ritti concluye que para los ingenieros el desempeñarse en actividades

que se ubican más en lo administrativo que en el manejo de tecnologías, no les genera gran conflicto y por el contrario, ellos asumen los objetivos y valores de la empresa como una parte importante de sus propias aspiraciones, de tal forma que el propio desarrollo que puede experimentar el ingeniero está fuertemente ligada a las actividades de la empresa.

El análisis de Allen sobre el comportamiento de los ingenieros dentro de las industrias, es muy ilustrativa. La caracterización que el autor hace de estos profesionistas se confirma en las trayectorias laborales que han sostenido los entrevistados y se resalta que la actitud que muestran ellos sobre la profesión no siempre coincide con la visión que ostenta la escuela donde estudiaron. Algunos de los ingenieros declararon haber egresado con una preparación algo limitada para la dimensión de sus perspectivas ocupacionales, algo que se manifiesta en el hecho de que la mayoría de los entrevistados manifestaron haber tenido que realizar estudios posteriores a su formación sobre temas administrativos y de planeación ya sea a nivel de cursos aislados, diplomados e inclusive maestrías. Lo que si es un hecho es que las posiciones que sostienen los estudiantes sobre las oportunidades laborales están siempre presentes durante el curso de la carrera.

"...la carrera de ingeniería química en lo personal, es una de las carreras más completas, tu como ingeniero químico puedes trabajar en muchas áreas, por qué?, porque en ingeniería química llevas administración, en ingeniería química llevas economía, en ingeniería química llevas eléctrica, llevas ingeniería mecánica y llevas lo que es ingeniería química y ya dependiendo de lo que tu te quieras más o menos especializar, tomas tus materias optativas..."⁷⁷

Inclusive para uno de los ingenieros químicos entrevistados, cuya función es el de dedicarse a la investigación y desarrollo, cuando se le preguntó si la formación que había recibido en la Facultad de Química había sido útil para su campo de

⁷⁷ Ing. Cristóbal Jiménez - Hulera Industrial

acción, toda vez que esta escuela hasta la fecha, no tiene un plan de estudios orientado al desarrollo de nuevas tecnologías:

"...No, pero la formación que daba la Facultad de Química hace 20, años, pues era amplia y la de ahora creo que es demasiado heterogéneo, yo fui a Francia sin problemas tanto en la parte de química, en procesos, en innovación, autonomía muy bien, o sea la mayoría de los mexicanos que hemos estado en el extranjero, en donde yo estuve, no tienen problemas ni de actitudes y eran de la UNAM básicamente todos los becarios que estudiaban por allá eran de la UNAM o del Poli".⁷⁸

4.3 Inserción al primer empleo.

El análisis sobre las trayectorias laborales que desarrollan los graduados del sistema superior ha sido un tema que recientemente ha interesado a los investigadores educativos. Los propósitos por conocer los impactos de la formación profesional, han dado lugar a la realización de estudios que desde diversas perspectivas metodológicas, buscan profundizar en la naturaleza de relación educación superior - mercado de trabajo profesional, a fin de conocer los factores que son determinantes en el comportamiento laboral de los egresados profesionistas.

Son investigaciones que se sitúan en distintos momentos de la trayectoria educativa y laboral de los estudiantes del nivel superior, con la intención de descubrir las circunstancias y sucesos que llevan al estudiante a: escoger una determinada carrera, (Brennan, op.cit.), y una determinada institución educativa (*Ibid.*; Guzmán, op. cit.); a establecer sus destinos ocupacionales (Brennan, op.cit; Muñoz, 1996); o a orientar sus movimientos laborales a lo largo de su vida profesional (Brennan, op.cit; Muñoz, 1996; Duprez, et al, 1991).

Con excepción del trabajo de Guzmán, los estudios realizados por Brennan, Duprez y Muñoz, pretenden reconstruir las trayectorias laborales y profesionales

de los estudiantes egresados de la educación superior, identificando ciertas fases de su recorrido y considerando otras variables importantes como los antecedentes familiares, la condición social y cultural, rasgos de personalidad expresados en actitudes, intereses y aspiraciones sobre la carrera profesional, que al combinarse con la influencia escolar, pesan en sus experiencias educativas y profesionales.

Las investigaciones citadas han revelado fenómenos que contravienen las creencias dominantes en torno a una causalidad directa entre la formación profesional y el acceso al trabajo en los puestos ocupacionales superiores y mejor remunerados. En términos generales, demuestran que a partir de la coexistencia de varias instituciones superiores y una multiplicidad de carreras y especialidades, el sistema de educación superior ha venido ocupando un lugar intermedio entre dos clientelas. Por un lado, los estudiantes que en su calidad de candidatos al mercado de trabajo profesional, basan en su perfil socio-cultural la elección tanto de la carrera como de la institución que satisfaga sus expectativas y aspiraciones personales. Y por el otro, los empleadores que con base en sus requerimientos ocupacionales, aprovechan la variedad de perfiles profesionales, formaciones y habilidades que caracteriza la oferta de recién graduados.

Las experiencias alcanzadas en tres de esas investigaciones sobre el tema, son muy útiles para entender la problemática laboral de los ingenieros y su relación con su procedencia institucional y perfil social. Por lo sugerente de sus resultados y conclusiones, estos estudios, sirven de base conceptual que da sentido explicativo al comportamiento laboral de los ingenieros bajo estudio. Dichos trabajos son los realizados por John Brennan y colaboradores en escuelas superiores inglesas, el de Carlos Muñoz Izquierdo y otros autores, efectuado con egresados de cinco instituciones mexicanas: la UNAM, UAM, UIA, ITESM y la Universidad Autónoma del Estado de México, y el de Jean Marie Duprez, André Grelon y Catherine Marry (1990) quienes se abocaron a estudiar los destinos profesionales

⁷⁸ Ing. Leonardo Ríos - Centro de I&D-GIRSA

de los ingenieros egresados de las escuelas localizadas en el norte de Francia. Todas estas investigaciones se sitúan en distintas etapas de los recorridos educativo y laboral de los egresados del sistema superior y comparten el objetivo de correlacionar las condiciones socio-culturales de los estudiantes con su elección de carreras e instituciones educativas y con su movilidad laboral, en un contexto de expansión del sistema de educación superior en esos países. Para los fines que se persiguen en el análisis de las trayectorias laborales de los ingenieros, conviene abordar dichos estudios muy sucintamente.

Con propósitos semejantes, cada uno por su lado, Brennan y Muñoz realizaron una basta investigación sobre las trayectorias educativas y laborales de los estudiantes del nivel superior en el contexto de la diversidad muy diferenciada de instituciones de educación superior y carreras existentes en esos tres países. Ambos autores trabajan con egresados de distintas escuelas así como de varias carreras, realizando comparaciones entre los comportamientos laborales de cada tipo de egresado. E igualmente ambos efectúan un análisis inter-generacional con el fin de caracterizar los destinos ocupacionales, en atención a la movilidad laboral.

Brennan se ocupa de analizar al estudiante desde la fase de elección de la carrera, para después seguirlo en su inserción al primer empleo profesional y posteriormente caracterizar su recorrido laboral y para lo cual realiza múltiples correlaciones entre diversas variables: condición socio-económica, género y edad del estudiante, respecto de la elección de escuela y carrera o con relación a los puestos ocupacionales y lugar de trabajo. Básicamente su conclusión fundamental se refiere a que "los estudiantes/graduados, son canalizados en virtud de sus antecedentes sociales, características y aspiraciones y a través de un sistema de educación superior *estratificado*, hacia un mercado laboral segmentado y asociado con una estructura ocupacional *estratificada*" (109).

Muñoz por su parte, inicia su investigación en el momento en que el estudiante ingresa al mercado de trabajo una vez que terminó sus estudios superiores. Su principal objetivo es el de conocer los impactos de la diferenciación institucional de

la educación superior en el empleo y ascenso laboral de los profesionistas y para lo cual realizó un seguimiento de egresados de dos generaciones distintas provenientes de las cinco instituciones mencionadas. Aunque su estudio es escaso en explicaciones, los abundantes datos estadísticos derivados de un buen número de correlaciones, son muy ilustrativos.

La tercera investigación realizada por Duprez y colaboradores, gira en torno a las trayectorias escolares y profesionales de los ingenieros egresados de escuelas situadas en el norte de Francia. El análisis que por cierto se apoya en una perspectiva más sociológica, se ubica en la comparación de los ingenieros egresados de las grandes escuelas superiores situadas en París y sus alrededores, con los que estudiaron en las escuelas pequeñas localizadas en la provincia francesa. A partir de una hipótesis inicial sobre la importancia que tiene la dimensión territorial en la construcción de las trayectorias y que por lo tanto, la diversidad de destinos profesionales de los ingenieros estaría ligada a las características de las escuelas ubicadas en determinada región, la fundamentación de esta hipótesis radica en el hecho de que las investigaciones existentes sobre los ingenieros franceses, consideran únicamente a los egresados de las grandes escuelas situadas en la región parisina (Politécnico, la Escuela de Minas, etc.) instituciones que se caracterizan por su alta exigencia en la admisión y permanencia escolar de estudiantes pertenecientes a los grupos privilegiados y desde luego, por su elevado prestigio social y académico.

EL principal cuestionamiento de Duprez y colaboradores, se dirige a las tesis de Bourdieu sobre el papel que guarda el sistema escolar en la reproducción de las jerarquías sociales. Estos investigadores objetan que Bourdieu se haya centrado únicamente en las escuelas de excelencia de París y en las características sociales y culturales de sus alumnos, quienes regularmente pertenecen a las clases más acomodadas. Agregan que el autor establece una dicotomía "más postulada que demostrada" (44), entre las grandes escuelas localizadas en la región parisina y las pequeñas que se localizan en la provincia francesa, especialmente las del norte, en

tanto que las primeras forman a los ingenieros para los puestos más altos de la jerarquía laboral y en cambio las instituciones del norte orientan su formación hacia los puestos de ejecución, técnicos o en general a la preparación de profesionistas para desempeñarse dentro de los cuadros medios (44). Asimismo, Duprez destaca el desinterés de Bourdieu por no prestar atención al devenir profesional de los graduados que egresan de las pequeñas escuelas de ingeniería.

Con base en una encuesta aplicada a dos generaciones de ingenieros que estudiaron en distintas escuelas del norte, se demuestra que también estos graduados alcanzan, al igual que los egresados de las grandes escuelas de París, altos puestos de dirección y por lo tanto, un ascenso laboral al cabo de diez años aproximadamente. Las explicaciones que le otorgan los autores a este fenómeno radican en tres líneas: a) la evolución que han experimentado las escuelas tanto las pequeñas como las grandes; b) las mutaciones profesionales que ha sostenido la ingeniería sobre todo a raíz del desarrollo de la informática; y c) la atracción que la ingeniería ha ejercido sobre los jóvenes de clases altas en la segunda mitad del presente siglo, en tanto que históricamente la ingeniería era regularmente elegida por individuos, hijo de trabajadores o pertenecientes a las clases medias.

Sólo habría que destacar que con excepción de Brennan, tanto Muñoz como Duprez no trascienden a la organización interna de la empresa industrial, considerando sus estilos de trabajo, lo cual pudiera ser una limitación a la tesis que aquí se propone en el sentido de que los cambios que experimentan los egresados en sus direcciones laborales se encuentran estrechamente ligadas a las actividades que en particular realiza la empresa donde laboran.

Lógicamente, el estudiante de ingeniería una vez concluidos sus estudios, se inserta al mercado de trabajo profesional iniciando así su trayectoria socio-laboral. Como así lo demuestran los trabajos de Brennan, Muñoz y Duprez, en la fase de ingreso al primer empleo, (el destino ocupacional), interviene una compleja combinación de influencias: la formación escolar recibida y delimitada por la especialidad de ingeniería; los procesos de socialización mediados por sus

antecedentes familiares, perfil socio-cultural y percepciones respecto de las oportunidades de superación que brinda el trabajar en una industria.

En las trayectorias de los ingenieros entrevistados, lo primero que se observa son los efectos ulteriores que produce el primer empleo y de entrada, se podría decir que su primera ocupación laboral y remunerada marcó la pauta de su posterior recorrido profesional. En la mayoría de las ocasiones, la inserción al primer trabajo es dirigida con base en las aspiraciones e intereses del egresado, en combinación con la influencia de la especialidad de la ingeniería que estudió.

Asimismo, se corroboró una circunstancia que también apareció en los estudios referidos y es lo que tiene que ver con el tiempo transcurrido entre la fecha en que terminó sus estudios y su incorporación al trabajo profesional, el cual por cierto, es muy corto. Duprez y colaboradores por ejemplo, indican que sus ingenieros declararon haberse tomado un periodo de tres a seis meses para incorporarse al trabajo industrial después de haber terminado sus estudios. En el caso de los ingenieros de la muestra, casi todos declararon no haber tenido problemas para encontrar trabajo como ingeniero en una posición ocupacional congruente con sus expectativas y con una aceptable remuneración, toda vez que reconocen que dada su escasa experiencia, el primer trabajo significó una oportunidad que en principio, les redundó en la adquisición de experiencias laborales para su posterior movilidad.⁷⁹ Más aún, conviene agregar que casi todos los entrevistados se habían empleado antes de terminar la carrera u otros ya se encontraban laborando como técnicos al momento de cursar sus estudios y en estas decisiones intervienen distintos motivos. Desde la necesidad de trabajar por razones económicas y convertirse en un estudiante que trabaja, hasta aquellos que habiendo aprovechado el valor agregado que brinda la carrera en los últimos semestres, deciden adquirir

⁷⁹ Por supuesto, esta apreciación es muy relativa, si se toma en cuenta que para algunos de los ingenieros, su primer empleo no se desempeñaron estrictamente como ingenieros de la manufactura. Sin embargo, si les representó una posibilidad de familiarizarse con las funciones que ejecuta un ingeniero. Tales son los casos de uno ingeniero industrial que laboró en una empresa de

una experiencia laboral y aceptar puestos que si bien son inferiores, les van permitir iniciar su desarrollo profesional. (Ferrall, 1997)

"Yo terminé la carrera de ingeniero mecánico, yo la pasé estudiando y trabajando durante cuatro años, porque me daba cuenta que al salir de la carrera, pues no tenía una experiencia laboral y uno se acostumbra a la competencia. En México es muy común que uno compita con 60 gentes o con 300 gentes de una generación para obtener un lugar..."⁸⁰

"...empecé a trabajar siendo estudiante y he recorrido diferentes puestos, muchos puestos (...) el primer trabajo fue por necesidad (...) fui hacer una solicitud no como becario sino hacer una solicitud de trabajo y llegué y me entrevistaron, llevé mis documentos de estudiante, mis calificaciones, influyó que la persona que me estaba contratando era un ingeniero también de la ESIQUIE y pues eso ha de haber influido, porque realmente necesitaba trabajo (...) era una empresa pequeña y no tuve mayor problema por que iba a entrar directamente al laboratorio de control de calidad como analista y ya después siguieron las habilidades de manejo de personal y conocimientos..."⁸¹

"Mi primer trabajo fue en una compañía americana, (...) yo entré cuando estaba en el séptimo semestre de la carrera y para ocuparme en mis vacaciones y obviamente con la recomendación de un amigo de mi papá, fui a verlo y le dije: <<oye dame chamba en las vacaciones... sí como no...>> y me quedé 15 años, entré como office boy y terminé de gerente de ventas regional"⁸²

Inclusive, en épocas de crisis económica con una baja demanda de profesionistas y recortes de personal por parte de las empresas, los ingenieros no tardaron demasiado tiempo en colocarse en una empresa, aunque en este caso, no haya podido ser en la empresa que les hubiera gustado o en la actividad que les

servicios, u otros que ingresó a una fábrica como obrero, desarrollando ahí su carrera laboral ascendente.

⁸⁰ Ing. Armando Alaniz- Valeos, S.A.

⁸¹ Ing. Eric López - PCR/Resistol

⁸² Ing. Arturo López Beltrán - General Electric, Silicones

interesaba, como así lo expresó uno de los ingenieros químicos que siempre se ha dedicado a las ventas y no a la producción:

"...la mayoría de mis compañeros cuando salimos de la escuela no había trabajo, la crisis del 81, entonces yo te diría que de 20 compañeros que salimos, dos terminaron trabajando en producción, todos los demás nos fuimos a planeación, a ventas, muchos acabaron en bancos, porque de alguna manera, el entrenamiento que dan al estudiante de ing. química es muy grande en matemáticas, mucha física, mucha química, entonces te entrenas muy bien para pensar y ser un poquito más..."⁸³

"Salí en 1994, en la crisis, sí, salí en la época de la peor crisis (...) me tocó una crisis muy difícil y tocas cien puertas, las puertas que yo quería eran de poder entrar a las transnacionales grandes pues no se pudieron porque estaban haciendo recortes, te decían: <<si estás muy bien, tienes buen nivel, pasaste todos los exámenes pero, me acaban de decir que tengo que recortar en lugar de contratar>>, entonces, la parte en donde más había era en la General Motors de aquí, entonces metí en General Motors y cuando iba a entrar, despidieron a la persona que me iba a contratar y entonces volví a hacer todo de nuevo y de repente oí que una empresa que se acaba de instalar, que se hablaba en inglés y necesitaban un ingeniero industrial y en esas situaciones agarras lo que hay, la verdad es que yo buscaba una industria, no tanto algo de comercio pero era la única opción que tenía y entré..."⁸⁴

Un último aspecto que vale la pena tomar en cuenta en esta fase de inserción al primer empleo, tiene que ver con los mecanismos que utilizaron los egresados para incorporarse a alguna empresa como ingeniero. Utilizando las categorías de Muñoz Izquierdo (1996;45), este proceso se dio bajo tres modalidades: 1) A través de una oferta pública (bolsa de trabajo o anuncio en el periódico); 2) Por invitación de un empleador; y 3) A través de la recomendación de un pariente o un amigo.

⁸³ *Ibid.*

⁸⁴ Ing. Pablo Santos - LaBolsa

"todos los empleos que he encontrado han sido a través del periódico, desde mi primer trabajo y yo he trabajado en cinco lugares y todos han sido a través del periódico (...) yo sí he tenido suerte en ese aspecto..."⁸⁵

"Cómo entré a mi primer trabajo? por la bolsa de trabajo del Tec. Tenía una amiga que había sido compañera mía, que salió al mismo tiempo que yo, ella y yo salíamos un semestre antes y ella entró a trabajar en el Tec en la bolsa de trabajo, y entonces un día le dije que ya quería trabajar y que no estaba haciendo nada y entonces habló por teléfono y dijo: <<ingeniero ya le tenemos un candidato mañana se presenta, ya ves mañana tienes una cita en tal lado>>, entonces fui, me entrevisté y me contrataron"⁸⁶

Yo como entré?, por un amigo en la facultad de ingeniería, con un amigo que trabajaba para esta empresa. Yo entré como vendedor y tuve la pena de que mi amigo salió de la compañía a los tres meses que yo había entrado y entonces tomé su puesto y desde ahí, seguí mi carrera dentro de la empresa.⁸⁷

"...estaba en la biblioteca y me encontré con un amigo que estaba con otro amigo de una generación anterior a la mía y en eso me dice: <<oye no quieres trabajar?, pues si estoy buscando, ya tengo algunas habilidades...>> Entonces él me dio el contacto y fui a la entrevista y me quedé, de hecho lo que hice fue tomar su lugar, esta persona estaba por salir y se había comprometido a conseguir a alguien"⁸⁸

Aunque no se descarta la naturaleza coyuntural que posee el primer trabajo, los procesos que llevaron a los ingenieros a emplearse en una determinada ocupación se sustentan en la combinación de dos flujos de influencia. El primero de ellos se agrupa en las aspiraciones y visiones que los ingenieros se forman respecto de la labor profesional, los cuales están muy ligados a las condiciones socio-culturales y antecedentes familiares del individuo. La segunda vertiente está referido a la influencia escolar delimitada por el sistema de conocimientos y habilidades profesionales que definen una especialidad de la ingeniería. Esto se refleja en las

⁸⁵ Ing. Fulgencio Escobar - PLASTOSA

⁸⁶ Ing. Daniel González - Sommer Allibert Duroplast

⁸⁷ Ing. Pablo Ortiz - Tekchem

variaciones existentes entre los graduados de las instituciones privadas y las públicas, especialmente de aquellos que declaran haber provenido de familias modestas, así como entre aquellos que estudiaron ciertas especialidades de la ingeniería y en determinadas escuelas.

Una de las orientaciones hacia el primer empleo más fuertemente mediada por esas dos variables es el que tiene que ver con el tipo de empresa hacia donde trabajar y en qué actividad. Un común denominador en los primeros destinos ocupacionales de todos los ingenieros fue su incorporación en industrias privadas, pequeñas y medianas y con excepción de uno proveniente del ITESM que de entrada se colocó en un puesto de mando medio, el resto se incorporó en los cuadros de ejecución de la planta, no obstante que algunos de ellos manifestaron su intención de dirigirse desde un principio a la industria privada o desempeñarse en niveles importantes estrechamente relacionadas con la especialidad de la ingeniería cursada.

"yo de hecho terminé la carrera, yo salí en el 91 y medio digamos, estuve llevando materias al final para graduarme con mis compañeros, salí de la carrera y entré a Cruceros que es una industria zapatera, hace zapatos de seguridad, ahí entré como gerente de producción, ahí tenía a mi cargo lo que era la planta productiva de calzado Reebok, teníamos lo que es cortes, pespuntos, ensamble..."⁸⁹

Los egresados de las escuelas privadas aspiran a incorporarse en una gran industria transnacional y aunque este propósito no es siempre posible, dadas las circunstancias de ser recién egresado y sin experiencia, el hecho de aceptar trabajos en empresas siempre del sector privado y/o ocuparse en actividades relacionadas con el tipo ingeniería que estudió, siempre fue considerada como una plataforma

⁸⁸ Ing. Mario Luna - W.A. Whitney de México

⁸⁹ Ing. Daniel González - Sommer Allibert Duroplast

necesaria en sus anhelos por escalar hacia los niveles de dirección de importantes industrias.⁹⁰

"Para mi hay una cosa que es básica, yo creo que en la mente de los estudiantes de ing. química, la industria nacional está muy devaluada, ahora lo máximo es trabajar para la Procter & Gamble por ejemplo, o la gran transnacional. Trabajar para PEMEX o para la Comisión Federal ya no es ningún orgullo, al contrario, son empresas que las tachan de corruptas, de lo peor, ¿a quién le llama la atención esto..."⁹¹

En la orientación hacia el lugar del trabajo, pero sobre todo en ciertas áreas ocupacionales, la especialidad de la ingeniería cursada⁹² es un factor de influencia principalmente entre los estudiantes egresados de instituciones públicas y provenientes de familias de escasos recursos. Esta tendencia se observó principalmente entre los ingenieros que cursaron la especialidad en mecánica o en electrónica, las llamadas "ingenierías duras", quienes desde un principio se manifestaron por integrarse a las labores de la planta productiva de cualquier industria.

Esta situación refuerza lo que Brennan ha señalado como parte de los procesos pre-segmentación que se inician desde la selección de la carrera y la institución, y en el caso de la relación EI - IM, las propias especialidades y orientaciones existentes en la cartera de carreras de ingeniería, parecen contribuir a esta situación de diferenciación laboral. Especialidades como las ingenierías mecánica, electricidad o electrónica constituyen campos de acción muy dirigidas al ámbito de

⁹⁰ El estudio elaborado por Carlos Muñoz (op. cit.) confirma la tendencia de los egresados, especialmente de las instituciones privadas de ocuparse en actividades de ejecución o en otras no estrechamente relacionadas con la carrera en su primer ingreso al sistema productivo. El autor agrega que estos puestos representan para los recién graduados, un trabajo transitorio, que "sólo representa una oportunidad para adquirir cierta experiencia laboral — obteniendo simultáneamente un ingreso — (188-189).

⁹¹ Ing. Arturo López - General Electric

⁹² Hay que recordar que en la selección de carreras privan intereses y visiones de las oportunidades de trabajo que brinda la profesión muy subjetivas, mediadas por ambiciones personales, demandas y cultura familiar.

la planta industrial, a las funciones estrechamente relacionadas con los aspectos técnicos de la producción y relativamente distantes de las tareas fundamentalmente administrativas y de planeación. No es el caso de la ing. industrial e inclusive la ing. química las cuales son carreras que al poseer un amplio campo de acción profesional, son sin embargo, las más susceptibles a las interpretaciones de quienes la enseñan y deciden sobre los contenidos curriculares. Aun así, se podría argumentar que en la actualidad, para los estudiantes la ingeniería industrial es una carrera muy asociada a los niveles superiores de la jerarquía laboral.

Por ejemplo, como se mencionó en el capítulo cuatro, la Facultad de Ingeniería de la UNAM hasta 1994, impartió la carrera de ing. mecánica-electricista con tres orientaciones: mecánica, electricidad-electrónica e industrial. Considerando la visión que la Facultad de Ingeniería tiene acerca de la profesión, con una base muy científica y fuertemente cargada de ciencias de la ingeniería, los ingenieros que optaron por el área de la ing. industrial, se vieron en la necesidad de realizar cursos posteriores sobre temas administrativos con el propósito de asegurar su ascenso hacia los puestos de dirección y planeación. Tales son los casos del director de una empresa de autopartes que realizó un posgrado en Francia en Administración de Empresas o del ingeniero que es gerente de relaciones comerciales, egresado de la UNAM y estudió en Estados Unidos un "Master in Bussiness", ambos egresados de la Facultad de Ingeniería de la UNAM en su orientación de ingeniería industrial.

En el caso de la ing. química, los impactos que esta carrera puede tener en el recorrido laboral del graduado hacia los puestos medios o superiores, se define por la concepción que la escuela le otorga a la profesión. Volviendo al asunto de la UNAM, la Facultad de Química brinda una formación de ingeniería química orientada a los procesos, basada en una visión sistémica de la producción. Una característica que si bien, le proporciona al estudiante un panorama integral de todo el proceso productivo, además de que le aporta una mayor versatilidad en su

práctica profesional, tampoco profundiza en los aspectos relacionados con la administración y la organización de la empresa, lo que induce a los egresados interesados en ascender, a buscar una preparación adicional sobre administración y finanzas.

Sin embargo, los modos como la influencia escolar se combina con la condición socio-cultural de los egresados se expresa con mayor definición en las etapas posteriores al ingreso al primer empleo, esto es, a lo largo de la trayectoria laboral.

"...la verdad de las cosas es que en un principio es muy difícil aplicar los conocimientos de lo que uno estudia en la Universidad, realmente empiezas a aprender en el trabajo, ya después vas pudiendo aterrizar algunos conceptos y adquieres la visión que necesitas para ver que es lo que hay que aprender para aplicar en tu campo, lo de la escuela"⁹³

5. Percepciones, aspiraciones y movimientos laborales de los ingenieros. Estratificación de una profesión.

El primer empleo pauta las trayectorias laborales de los ingenieros. Influidos por la formación escolar, los ingenieros recién egresados se dirigen por distintas coyunturas a la primera oportunidad de trabajo y su permanencia en esa primera empresa, en la mayoría de los casos, marca su posterior desenvolvimiento profesional. Sea que por circunstancias externas de naturaleza política (crisis económica y disminución del empleo), o razones económicas personales (necesidad de trabajar) que obligan a los ingenieros a acceder a ocupaciones no siempre relacionados con la especialidad ingenieril que cursó, o que hayan aceptado desempeñarse en puestos de mediana calidad con el propósito de adquirir experiencia laboral y desarrollar aprendizajes tecnológicos, sus futuras trayectorias profesionales estarán muy vinculadas a las funciones de la empresa.

⁹³ Ing. Pablo Ortiz U. - Tekchem S.A.

"...mi primer trabajo era hacer traducciones técnicas, preparar todo el documento de ventas, en lo que es la oferta, la cotización, preparar la información que recibíamos del fabricante y todo esto lo poníamos junto para el vendedor, esta fue la primera actividad y ya estando ahí cuando terminé la carrera fui con el director y le dije <<bueno ya acabé la carrera y ya no quiero seguir aquí>>, y yo había visto lo que era la actividad de ventas de maquinaria y me interesó bastante y pues adelante y eso fue en el 77, llevo veintitantos años vendiendo maquinaria".⁹⁴

Otro caso muy ilustrativo es del ingeniero que terminó por dedicarse a la I&D, quien en su primer empleo ejerció como profesor de tiempo completo en la Facultad de Química de la UNAM, abrazando la carrera académica de investigación, realizó una maestría en ingeniería química en la UNAM y el doctorado en polímeros en Francia para dedicarse a la investigación tecnológica. Actualmente es el director de una empresa privada de desarrollo tecnológico, ejecutando funciones que distan en mucho de las actividades usuales que desempeñan los ingenieros en empresas manufactureras.

Es en la etapa de los primeros empleos, cuando los antecedentes familiares y la condición socio-cultural conjuntamente con la influencia escolar y la experiencia profesional del primer empleo comprenden una amalgama muy intrincada de factores que se traducen en movimientos laborales ascendentes. Carlota Guzmán (op. cit.) en su estudio sobre las posturas de los estudiantes de la UNAM frente al mercado de trabajo, cataloga a las actitudes de los estudiantes de ingeniería mecánica-eléctrica y química como de "optimistas y emprendedores", ya que según la autora son estudiantes que "desean ejercer en altos puestos de la actividad industrial y con buenos salarios; su sólida formación académica y sus deseos de superación los colocan, según ellos, con amplias posibilidades de lograr sus metas" (82)

⁹⁴ Ing. Mario Luna - Withney de México, S.A.

Como se mencionó en la descripción de los ingenieros bajo estudio, todos los entrevistados ocupaban puestos superiores o intermedios y son precisamente los de mayor edad los que se encuentran en los puestos gerenciales más elevados. Esta tendencia se confirma en los estudios de Ferrall (op. cit.) y el de Duprez (op. cit.), sobre las trayectorias profesionales de los ingenieros. Ambos coinciden en que los ingenieros recién egresados, en el primer empleo se integran a los puestos de bajo nivel y el tiempo que les toma para escalar hasta los puestos de alta dirección oscila entre los 20 y 30 años. Inclusive los resultados de Duprez son más sugerentes, pues en su investigación al comparar los comportamientos posteriores tanto de los ingenieros graduados de las escuelas del norte de Francia con aquellos que provienen de las prestigiadas instituciones de París, encuentra que no hay diferencias significativas en el tiempo de movilidad laboral ascendente.

Una situación semejante se observa en los ingenieros encuestados por Ferrall (op. cit). El autor revela que al principio de las trayectorias, "los ingenieros adquieren rápidamente habilidades relacionadas con la producción para después acumular habilidades administrativas", (3). Como así lo expresó uno de los entrevistados: "el ingeniero tiene que estar en el campo primeramente y después ascender en la organización, hacia la administración".⁹⁵

Sin embargo, en el contexto de la dinámica exportadora y considerando los cambios que se están dando en la actividad industrial, la exigencia de idiomas, habilidades comunicativas y capacidades para trabajar en grupos multidisciplinarios está favoreciendo la contratación en puestos importantes, de ingenieros con poco tiempo de haber egresado de la escuela. Y por lo que se puede deducir de las declaraciones de los ingenieros graduados del ITESM y el proyecto educativo que guarda esta institución, parece que estos egresados están en condiciones de aprovechar las oportunidades, en parte, gracias a la preparación

⁹⁵ Ing. Armando Alaníz - Valeos

que recibieron con una mayor orientación hacia los contenidos administrativos y desarrollo de habilidades de relaciones humanas y comunicativas.

Al caracterizar los modos como los ingenieros de la muestra fueron ascendiendo, se detecta la combinación de la influencia escolar y el perfil social, así como la experiencia adquirida en la primera actividad laboral. Pero la movilidad que alcanzan los ingenieros es a su vez, modelada por la percepción que cada uno tiene respecto del éxito y la superación social y profesional.

Al documentar sus trayectorias laborales y por las características temáticas de la entrevista, era inevitable para los ingenieros realizaran comparaciones educativas y laborales entre sus colegas procedentes de varias instituciones, a veces acompañados de bromas que expresan parodias sobre las influencias que proponen las distintas escuelas o derivadas de las propias especializaciones.

"Efectivamente, los del Poli vienen con un nivel sociocultural más bajo, eso es definitivo, no hay que generalizar pero vienen más acomplexados, es la palabra, siendo que deberían ser la gente luchona y la mayoría del Poli es de manos sucias, aunque deberían sentirse que se comen al mundo, aunque déjeme decirle que el Director de Producción el que me sigue de mí en importancia dentro de la organización, es del Poli, el que me sigue es del Poli de la ESIME, el director de calidad es de La Salle, el director de compras es de la Ibero, el director de planta es un francés y el director de compras es de la Ibero"⁹⁶.

"Los ingenieros industriales son licenciados con casco. Quieren ser ingeniero de escritorio y no quieren ser un ingeniero de campo... tiene que haber un balance entre los dos".⁹⁷

La empresa industrial se caracteriza por poseer dos grandes esferas de acción: una se refiere a la esfera de la producción, la planta industrial en cuyo interior se cumplen todas las funciones técnicas asociadas a la operación de las máquinas y herramientas necesarias en la producción de bienes; el segundo es la esfera

⁹⁶ Ing. Jean Cristophe Figueroa - Valeos

⁹⁷ Ing. Armando Alaniz - Valeos

administrativa, o sea, "la oficina" en donde se despliega el poder y las decisiones importantes que conducen a la organización. La dirección, la planeación, la mercadotecnia, la gestión de negocios, la administración de recursos humanos, son entre algunas, las funciones estratégicas que se sitúan en los más altos niveles de la jerarquía ocupacional de la empresa.

Representan dos mundos distintos en donde el ingeniero juega un papel clave y ahora frente a las ventajas que entrañan las nuevas tecnologías en la conversión de la producción hacia una más flexible e integral, los ingenieros son cada vez más indispensables en numerosas actividades de corte administrativo y de planeación, desplazando a los administradores de empresas u otros profesionistas afines. Esta situación esta generando en palabras de Duprez (op. cit.) profundas mutaciones a la profesión de la ingeniería, aún cuando esta realidad no es reconocida del todo por las escuelas de ingeniería, especialmente las públicas.

Brennan (op. cit): revela que los empleadores demandan "dos diferentes clases de habilidades en el reclutamiento de profesionistas, —habilidades técnicas muy especializadas (de relevancia directa a tareas particulares) y habilidades sociales, personales e intelectuales más generales (de un tipo transferible que hacen que se vea al empleado profesionista como "promovible"⁹⁸ en una variedad de posiciones administrativas)—" (94), Esta afirmación sin ninguna dificultad, puede extenderse al caso de los ingenieros y la tesis de Brennan referida a los procesos de pre-segmentación educativa y su correspondencia con la segmentación ocupacional de las organizaciones, es una realidad concreta en este grupo profesional.

Las declaraciones de los entrevistados, parecen confirmar que en efecto, la ingeniería es una profesión estratificada, como así se analizó en el tercer apartado de este capítulo, pero esta estratificación profesional tiene consecuencias muy complejas, difícil de delimitar entre las funciones de los ingenieros. Por lo pronto y este asunto se deja para otra investigación, no es posible apreciar claramente si esta

⁹⁸ Las comillas aparecen también en el idioma inglés

estratificación profesional tiene implicaciones en la estratificación social, aunque parece que comienza a tenerlas en el plano de las especialidades de la ingeniería.

Con la participación de los ingenieros en prácticamente todos los órdenes de vida productiva de las industrias manufactureras, se advierte una estratificación dual de la profesión: los que están en la oficina desempeñándose como "*ingenieros de manos limpias*" o también nombrados "*ingenieros de cuello blanco*" que se hacen cargo de las funciones de planeación, administración o comercialización, usualmente ubicadas en los puestos superiores y los que están en la planta manejando el proceso productivo, como "*ingeniero de manos sucias llenas de aceite*" o "*ingeniero de cuello sport*", ocupándose de las tareas asociadas con los aspectos técnicos de la producción. Sin duda, una segmentación que está teniendo efectos desarticuladores en la profesión de la ingeniería y sobre todo en su identidad social que por mucho tiempo ha estado vinculada al manejo de tecnologías duras.

"...antes nosotros estábamos como si nos dedicáramos a una industria, tratándola como si fuera un barco, los técnicos que hacen que se mueva esa industria están abajo, en las calderas, en las maquinarias en todo lo que es la instrumentación y el capitán normalmente era un contador que es el que estaba dirigiendo el barco entonces, yo pienso que aquí ha habido también un cambio, normalmente los que dirigen las empresas son o eran del área administrativa como contadores, licenciados en finanzas, administradores, por que?, porque estaban muy enfocados a las ventas y a los resultados, ahora se le ha dado más enfoque y cualquier ingeniero que llegue a un puesto de ejecutivo de alta gerencia, si quiere crecer puede tomar una maestría en negocios, pero no como el licenciado en administración de empresas, ya no son finanzas, ya no es contabilidad, sino ya es como ver y manejar negocios, yo creo que esa es la diferencia en la actualidad y esa segmentación entre los ingenieros va a seguir"⁹⁹

A lo largo de las trayectorias socio-laborales de los ingenieros, el conflicto de esta dicotomía profesional está presente y en la preferencia por alguna de las dos categorías, intervienen las características del perfil social del ingeniero, la

influencia escolar y otras circunstancias "azarosas" relacionadas con los cambios que realiza la empresa, ahora bien cabe preguntarse ¿cómo se manifiestan estas variables dentro de esta dualidad profesional?. La mayoría de los egresados de instituciones privadas, —quienes provienen de familias acomodadas— pertenecientes a las generaciones de fines de los setenta y ochenta y con las especialidades en ingeniería industrial y química ya se encontraban casi veinte años o menos después, en los niveles de dirección o comercialización de las empresas:

"Mi especialidad es ingeniero químico y al ver el proceso y el control del proceso, puedes recomendar los equipos a un mejor precio para una administración de la producción, por eso te puedo decir, que realmente como ing. químico no he trabajado, pero aquí yo vendo materia prima química que produce la misma empresa..."¹⁰⁰

No obstante, la dualidad profesional en que ha incurrido la ingeniería comienza a ser tomada en cuenta entre los empleadores e inclusive entre los propios ingenieros, creándose imágenes sobre el rendimiento profesional de los ingenieros de distintas instituciones, como así lo exhiben algunas expresiones de los ingenieros:

"Personalmente yo siento que los ingenieros del Politécnico técnicamente que es lo que yo veo en el área de producción, son los mejores preparados en conocimientos técnicos (...) yo realmente contrataría ingenieros posiblemente del Tec (ITESM) y posiblemente técnicos de Politécnico (...) un ing. químico con una maestría en Administración consigue el puesto que quiere (...) siempre un ing. mecánico debe estar en producción pero no debe estar limitado nada más a eso..."¹⁰¹

"...pero yo le digo ahora que yo necesito un becario para producción para que esté en la línea de producción y me traigo alguien del Poli, si yo necesito a un becario

⁹⁹ Ing. Eric López - PCR-Resistol

¹⁰⁰ Ing. Arturo López Beltrán - General Electric, Silicones.

¹⁰¹ Ing. Víctor Pérez - Zincor

para que me ayude a hacer proyecciones, me ayude a trabajar con la computadora, normalmente va a ser de la Ibero o del Tec. o de La Salle, porque ya vienen con esa formación, vienen a un escritorio, no vienen a la línea"¹⁰²

"...efectivamente para los ingenieros manos sucias, me gusta el término, no hay problema para contratar ingenieros del Poli o de la UNAM y en cambio para contratar ingenieros de manos limpias necesitamos gentes que sepan usar softwares de control de proyectos, que hablen inglés, que viajen,..."¹⁰³

Vale la pena destacar que la preferencia de los estudiantes con expectativas de alcanzar puestos superiores y bien remunerados, por estudiar ingenierías tan amplias como la industrial y la química, ha provocado la apertura de un nuevo escenario de trabajo para estos ingenieros, jamás prevista ni imaginada por las escuelas de ingeniería. Se trata del sector financiero (banca, casas de bolsa, aseguradoras, afianzadoras, etc.) un sistema cada vez más intensivo en conocimientos de matemáticas aplicadas y en sistemas. Sin duda, una realidad que está trastocando a los valores de la profesión ingenieril.

"...mira, de mi generación de ingenieros habemos dos que estamos en líneas de producción, nada más dos, uno que creo que tiene su propia industria y fabrica bolsas de plástico y el otro que soy yo, pero de ahí en fuera, todos mis compañeros, están en casas de bolsa o en bancos y ocupando puestos realmente impresionantes, fuertes, hay uno que es vicepresidente de un banco canadiense y tu dices bueno, en qué salieron o qué..."¹⁰⁴

"Yo veo a mis compañeros que están en la banca y también están bien formados para eso..."¹⁰⁵

"Casi todos, la mayoría y fíjate que de mi generación no conozco a ninguno que le haya ido mal, de los que eran mis amigos, generalmente todos hemos salido bien y

¹⁰² *Ibid.*.

¹⁰³ Ing. Jean Cristophe Figueroa - Valcos

¹⁰⁴ Ing. Víctor López - Zincor

¹⁰⁵ Ing. Daniel González - Sommer Allibert Duroplast

hemos crecido en los niveles donde estamos, la mayoría están en cosas de servicios, o están en cosas de finanzas, pocos estamos en cosas de manufactura, porque es más difícil subir"¹⁰⁶

Ahora bien, las siguientes preguntas serían ¿qué papel juega la condición socio-cultural en el caso de los ingenieros quienes declararon provenir de familias modestas, además de que desde temprana edad se insertaron al PEA como técnicos, en su trayectoria profesional? y ¿cómo influye algunas de las especialidades con un campo de acción más delimitado como por ejemplo, la mecánica y la electricidad-electrónica en la movilidad social?

Algo que llamó la atención fue la estrecha correspondencia de los ingenieros de origen social modesto, todos ellos procedentes de escuelas públicas como el IPN y la UNAM, con su preferencia por mantenerse en el área de la planta, cerca de la producción.

"...pero la ambición de los del Poli y los de la UNAM es llegar a ser directores de producción nada más, entonces ellos llegan a ser director de producción y hasta ahí quieren llegar..."¹⁰⁷

Como lo menciona un ingeniero egresado del ITESM y gerente de producción, cuando se le hizo notar la rara situación de ver a egresados del ITESM desempeñándose como ingeniero de manos sucias, cuando en realidad la mayoría de sus compañeros colegas estaban en la administración, o en ventas, o en planeación: "...algo que he visto, es que mucha gente le tiene miedo a la planta, porque no es fácil trabajar con gente, normalmente el área productiva es muy difícil" y agrega:

¹⁰⁶ Ing. Pablo Santos - LaBolsa S.A.

¹⁰⁷ *Ibid.*.

"...siempre es más cómodo estar en los escritorios, hablando por teléfono, tomar un cafecito y estar en la computadora..."

En efecto, la planta, es decir el área de producción, es un espacio de significados, comportamientos y relaciones sociotécnicas muy peculiar. Dentro de la misma planta se establece una organización que puede estar muy jerarquizada dependiendo del tamaño de la empresa y la complejidad técnica de la producción. De este modo, se pueden identificar una variedad de puestos que comienzan con el de director de la producción, (el más alto del área), y descendiendo a los gerentes responsables de varias áreas: gerente de producción, gerente de mantenimiento, de calidad, de compras, de logística y luego vienen los supervisores de línea, diferentes calificaciones de técnicos y obreros hasta llegar a los simples operadores de máquina. Como así lo describió un ingeniero egresado de la UIA y que se considera ingeniero de manos limpias y "además delicadas, porque yo cojo un desarmador y me corto":

"...tuve la oportunidad de estar en contacto con lo que es una fábrica, con lo que es el piso de manufactura durante el servicio social en la universidad, porque había que cumplir con el servicio social. Mi proyecto de servicio social fue en Querétaro, en una empresa de autopartes, bastante grande tenía como 3000 empleados y hacía cajas de velocidades de los coches, cajas de transmisión. A mi me tocó control de calidad y había que estar ahí con la bata y había que estar ahí con las botas al final de la línea, checando, probando que las piezas estuvieran bien producidas. Fue la oportunidad de mi vida vivir dos meses en una planta con el olor a aceite muy penetrante, o de los solventes, donde están los tornos, las herramientas, el corte, el ruido de las máquinas, el humo, todo eso... y a través del servicio social tuve esa oportunidad de conocer cual sería el ambiente de planta, y no me gustó y la gente que teníamos que estar ahí, tenía que estar con las botas altas que se resbalan y con una ropa casi de obrero, gruesa y la bata y con las manos todas sucias. Entonces dije: <<no, yo no soy de estos>>. Yo tengo que visitar fábricas todos los días, pero solamente las visito media hora y se acabó y siempre salgo pero corriendo, por el ruido y los olores, yo me meto a todos esos ambientes y salgo tosiendo, entonces estoy convencido de que soy un ingeniero de manos limpias"¹⁰⁸

"...a todas las personas que vienen de recién egresados o que han trabajado conmigo, los pongo a que ellos mismos se integren, se ensucien y vean qué es, porque la industria hulera es muy sucia, trabajar aquí es andar siempre negro, los olores son muy feos, huele muy feo el hule, se tiene uno que adaptar, ambientar (...) a los de las privadas no les gusta trabajar en esto, no les gusta ensuciarse, a ellos les gusta andar siempre de traje, traer un portafolio y llegar a su oficina y de ahí no salir, es una realidad, pocas veces van a la planta (...) Yo en lo personal soy un ingeniero que nunca me vas a ver a mi de traje, yo normalmente siempre ando de mezclilla, de playera, mangas cortas porque ando metido directo en la planta, pocas veces estoy en la oficina, a mi no me gusta estar en la oficina, si yo entro a la oficina le debo dejar la responsabilidad a mi secretaria, quien es mi brazo derecho en muchas cosas..."¹⁰⁹

En efecto, en la planta se verifica una vida colectiva muy *sui generis*. Los ruidos y olores, los chistes, las conversaciones de los operarios y las vestimentas: batas, botas de hule, lentes y cascos protectores, guantes, etc. constituye un ambiente en el que participan individuos de todas las condiciones sociales y económicas así como de experiencias, que no resulta ser atractiva para la mayoría de egresados de instituciones privadas y con un sustento socio-cultural que dificulta su familiarización. No es el caso de los graduados de las escuelas públicas, los que admiten poseer un origen popular que les facilita en mucho su adaptación y desenvolvimiento en ese lugar. Como así lo reconoció un ingeniero que labora en una fábrica de autopartes y egresado de la ESIME-IPN:

"...afortunadamente en México (las empresas extranjeras) solicitan ingenieros mexicanos para trabajar con obreros mexicanos, si por la idiosincrasia del mexicano, como piensa la gente, algo que me sirvió mucho a mi porque vengo de una colonia popular: la Agrícola Oriental que no está en las Lomas de Chapultepec..."

¹⁰⁸ Ing. Mario Luna - Whitney de México

¹⁰⁹ Ing. Cristóbal Jiménez - Hulera Industrial S.A.

Los ingenieros que señalaron provenir de familias de pocos recursos, se han desempeñado fundamentalmente como ingenieros de manos sucias y sus trayectorias se ha hecho fundamentalmente en la planta sin trascender en forma definitiva, a los ámbitos de la ingeniería blanda que se maneja en los niveles administrativos, como es el caso del ingeniero egresado de la UAM, que labora en una empresa procesadora de plásticos y que en sus cinco trabajos diferentes se ha desempeñado en distintos puestos de la planta:

Aquí como empecé era como jefe de asesoría electrónica, encargado de todo lo que es la parte electrónica de los equipos y actualmente estoy como jefe de mantenimiento, encargándome de todo el mantenimiento de toda la planta (...) bueno si a la mejor un día me involucre en algo pero al menos en el área, en la parte que a mí me toca pues no tengo la necesidad"¹¹⁰

"Si generalmente hice toda la carrera aquí, yo estaba en Guadalajara, yo era obrero, llegué aquí y fui obrero, subí a ser de confianza y fui escalando todos los puestos, fui ingeniero de campo, fui técnico, ingeniero en control de calidad, abarqué todo, y hasta 1981, subí a ser el gerente de producción y en 1990 subí a director de planta"¹¹¹

"Yo estaba en la manufactura y cuando me nombraron gerente, ya tenía que usar traje y corbata, la única corbata que había usado era cuando me recibí y cuando me casé y siempre hay alguien que te haga el nudo entonces, en ese tiempo, yo le pedí a mi jefe, al director de la empresa: <<nunca he usado un traje para trabajar, nunca usé una corbata, te pediría sutilmente me dijeras como puedo mejorar>>"¹¹²

No obstante que las trayectorias ascendentes que experimentaron estos ingenieros, no trasciendan a los puestos superiores de la organización, de todas formas sí les representan una significativa movilidad social y económica que se refleja en el logro de un nivel de vida de mayor calidad que la que tuvieron sus padres. Y es que la posición de director de la planta es una ocupación fundamental

¹¹⁰ Ing. Fulgencio Escobar - PLASTOSA

¹¹¹ Ing. Cristóbal Jiménez - Hulera Industrial

que dependiendo del tamaño de la empresa y de su dinámica organizacional, pueden llegar a ubicarse en un nivel superior al que ocupan, por ejemplo, los puestos relacionados con la comercialización.

En la tendencia de estos ingenieros por no extenderse a las funciones puramente administrativas de la empresa, subyace una visión muy subjetiva de la superación profesional, una percepción del prestigio social modelada en parte por su condición social y cultural. Pero también subsisten otras limitaciones que están determinadas por su perfil social y educativo. La falta de dominio de idiomas, las dificultades para las relaciones públicas, así como otras características de su comportamiento social, son elementos que justifican sus decisiones por mantenerse en las labores de la planta. Más aún, estos ingenieros efectivamente, valoran la formación muy técnica que recibieron además de que comparten los valores profesionales que les enseñaron en la escuela. Sus logros se centran en su amplia capacidad para aprender y resolver problemas técnicos y en la adquisición de habilidades para la manufactura o los procesos de producción.

En las empresas medianas y en aquellas que emplean los métodos modernos para el manejo de recursos humanos, la distinción entre ingenieros de manos limpias e ingenieros de manos sucias es más sutil. Un egresado de universidad privada que trabaja en una industria mediana, manifestó lo siguiente, cuando se le preguntó si era ingeniero de manos limpias o de manos sucias:

"Yo estoy en las dos, a mi me verás en mi modalidad de meterme a las máquinas, porque me gusta mucho y la verdad es que personalmente no hay ninguna forma de aprender, no existe ninguna escuela... sino en la práctica, de nada me sirve a mi aprender sobre máquinas de plástico si no tuviera mil marcas de la máquina que yo tengo, si no me meto a conocerlas realmente, no aprendería (...) a mi no me gusta mucho andar de corbata..."¹¹³

En resumen, tienen razón Duprez y colaboradores cuando comprueban que las

¹¹² Ing. Eric López - PCR/Resistol

trayectorias de los ingenieros de las pequeñas escuelas del norte de Francia son igualmente ascendentes que las que experimentan sus colegas provenientes de las escuelas técnicas superiores más influyentes de París, perturbando de este modo, las tesis reproduccionistas de la educación y en su lugar, la explicación más comprensible para entender los efectos de la estratificación profesional y su relación con el origen socio-cultural, se ubica en las grandes transformaciones que en las últimas décadas ha desarrollado la práctica de la ingeniería como así lo proponen estos autores.

Pese a la existencia de una estratificación funcional que guarda la profesión de la ingeniería dentro de las organizaciones manufactureras bajo estudio, la mayoría de los ingenieros entrevistados reconocen la importancia de empezar desde abajo, es decir desde la planta, para adquirir experiencias técnicas y después desarrollar habilidades administrativas que les permita escalar y alcanzar los niveles más altos de la jerarquía laboral, como así los señalaba un egresado del ITESM:

"Un problema por ejemplo del Tec de Monterrey y de muchas universidades, lo veo en la Ibero, en gente de la ULA¹¹⁴, es que nos forman poniéndonos el título de gerentes, entonces sale uno de la carrera pensando en que tu debes tener el mejor puesto o a punto de casi dirigir la planta y pues estás muy equivocado, no sabes nada y no puedes tomar puestos importantes tan rápido, a menos que tengas mucha suerte como en mi caso fue..."¹¹⁵

6. Conclusiones.

El propósito de considerar a las trayectorias educativas y laborales de los ingenieros como un eje metodológico que posibilitara la comprensión de la relación EI - IM, alcanzó a demostrar que se trata de una interacción muy compleja,

¹¹³ Ing. Víctor Pérez - ZINCOR

¹¹⁴ Universidad de Las Américas, una institución privada ubicada en Cholula, Puebla.

¹¹⁵ Ing. Daniel González - Sommer Allibert Duroplast

con demasiadas aristas y variables entrecruzadas que no permite una definición más acabada.

A sabiendas de las limitaciones metodológicas que entraña el empleo de una muestra muy pequeña y en virtud de que el objetivo perseguido en esta sección, era el de tener un acercamiento a los comportamientos que desarrollan los ingenieros desde su ingreso a la escuela de ingeniería hasta su desempeño actual en una industria manufacturera, los resultados obtenidos permiten apenas trazar un panorama acerca de los impactos de la diferenciación institucional de la ingeniería en el empleo de estos profesionistas.

En principio y volviendo a la problemática que ha sustentado a esta investigación, el asunto de la formación de ingenieros y su relación con las preferencias de los empleadores hacia cierto tipo de egresados, no parece ser un problema de calidad educativa sino de orientaciones y concepciones distintas e inclusive, contrastantes que los actores representativos (escuelas e industrias) le otorgan a la práctica profesional de la ingeniería. En las nuevas realidades industriales, la pretensión de las escuelas principalmente las públicas, por continuar salvaguardando el sistema de conocimientos y habilidades propios de la ingeniería y su jurisdicción profesional ya reconocida socialmente, tácitamente están sugiriendo un perfil ocupacional que al no apuntar directamente hacia los niveles de dirección importantes dentro de las empresas, obliga a sus egresados con ambiciones empresariales a realizar otros esfuerzos intelectuales en temas no ingenieriles que les aseguren su escalamiento hacia los altos puestos de la jerarquía ocupacional y realizar de manera casi individual, la labor de vinculación entre su formación escolar y las características de las empresas.

Brennan y Duprez (op. cit.) en sus respectivos trabajos, se ocupan de la relación que guardan los conocimientos académicos que son enseñados por las escuelas de ingeniería con los requerimientos cognoscitivos que establece el desempeño ocupacional dentro de las empresas. Revelan que la importancia que las escuelas principalmente las públicas, le otorgan a los conocimientos científicos y

matemáticos vistos como la base fundamental de la formación de ingenieros no es una acción que coincide del todo, con las expectativas de las empresas respecto del quehacer profesional del ingeniero. Las industrias y en general, el mercado laboral, buscan individuos con las habilidades de aplicación de conocimientos en la explicación y solución de problemas.

Brennan (op. cit.) analiza la incongruencia existente entre las habilidades generales y personales que demanda el mercado de trabajo y aquellas orientadas a la investigación y la escolaridad que promueven las escuelas superiores (110). Por su parte, Duprez y colaboradores revelan las críticas que los ingenieros encuestados por ellos, le hacen a la formación que recibieron y reprochan que no los hayan preparado para desenvolverse en la dimensión de las relaciones y las jerarquías y agregan que la formación científica y técnica en *strictu sensu* no es suficiente ni indispensable en la evolución de sus funciones en las empresas. (59)

Lo anterior sale a colación, porque existe una conciencia clara entre los ingenieros estudiados de que los conocimientos que les proporcionó su formación en la escuela, sólo son ciertas bases que les han permitido introducirse en determinadas funciones sin que les sean demasiado desconocidas, para después adquirir una experiencia técnica y laboral materializada en el desarrollo de habilidades cognoscitivas y sociales. En efecto, a lo largo de las trayectorias laborales de los ingenieros de la manufactura, el conocimiento formal y teórico derivado de las ciencias básicas y de la ingeniería, se va paulatinamente perdiendo o convirtiéndose en habilidades prácticas muy específicas.

Esto se debe a que las industrias mexicanas hoy en día, sostienen una noción poco técnica de lo que debe ser la práctica profesional de los ingenieros. Sustentada en la conformación de sus competencias organizacionales y en un aprendizaje tecnológico que no se centra en el valor que posee el diseño de tecnologías en la producción competitiva, las empresas desarrollan una concepción muy dicotomizada de la labor de los ingenieros que repercute en su estratificación profesional. Como así lo reflexionó el ingeniero que labora en un centro de I&D,

cuando se le hizo notar la preferencia de los empleadores por reclutar ingenieros con habilidades más sociales que conocimientos:

"Es que no saben, a ver que ese ingeniero que viene de la Ibero por ejemplo, que te desarrolle una nueva tecnología, que les diga que por qué su producto no compite o a la mejor se lo va a decir así: <<nuestro producto no compite porque aquel es mucho mejor en x,y,z y cómo le hago para mejorar ese producto en x,y,z,?, contrata a un ratón de laboratorio>>. No le dan importancia a la tecnología, la tecnología es algo que se podía comprar, ahora es cada vez es más difícil adquirirla, a ver que te platiquen los de la Anáhuac, o del ITAM cómo vas a cambiar tu producto? cómo vas a sacar un mejor adhesivo, mejor pintura, mejor impermeabilizante, no sé, solamente el que tiene conocimientos lo puede hacer".¹¹⁶

Recuperando las revelaciones de Brennan sobre los dos tipos de demandas que plantean los empleadores, en el caso del mercado de trabajo industrial, los empleadores están reclutando también dos tipos de ingenieros, unos con habilidades técnicas muy especializadas importantes para el manejo técnico de la producción dentro de las labores de la planta y otros con habilidades sociales y personales necesarias para la conducción exitosa de la empresa en todos sus órdenes y vertientes. En términos generales esta doble demanda de una misma profesión, de entrada, está generando alteraciones en la valoración social de la profesión y sus implicaciones en su enseñanza.

Ferrall (op. cit.) en su estudio sobre la ubicación laboral de los ingenieros de Estados Unidos, encontró que en el sentido estrictamente tecnológico, los puestos más altos no se distinguen en mucho de los puestos más bajos y las grandes diferencias sólo se ubican en la distribución de salarios. Ello debido a que —según el autor—, los salarios más elevados se asignan a los ingenieros que poseen mayores habilidades, experiencia y especialización, aunque al final, el autor admite que "la asignación de puestos depende de algo más que la simple posesión de un

¹¹⁶ Ing. Leonardo Ríos - Centro de I&D-GIRSA

stock de habilidades"(3). Y son en estas decisiones, donde la especificidad tecnológica u organizacional de la empresa juega un papel significativo.

Los ingenieros que alcanzan puestos bien remunerados, se caracterizan por poseer una larga trayectoria laboral y/o conocimientos muy especializados en ciertos temas que maneja la empresa. Sin embargo, por el énfasis que actualmente le otorgan las empresas al desempeño de actividades que requieren de una elevada dosis de habilidades sociales, comunicativas —en distintos idiomas— y de relación social, los puestos asociados con estas últimas cualidades resultan ser los mejores pagados dentro de la jerarquía laboral de la empresa, toda vez de que entrañan un comportamiento con un elevado nivel socio-cultural que favorece las relaciones públicas y contactos personales con individuos pertenecientes a su mismo grupo social.

Por mucho tiempo y al menos en México, la figura de *ingeniero de manos limpias y de cuello blanco* muy requerido en esas ocupaciones, ha sido muy apreciada por los jóvenes de clases altas y medias, quienes por su posición socio-cultural y antecedentes escolares, reúnen las características acordes a esos puestos. Esta tendencia se desprende de las explicaciones de Roderic Camp (1990) sobre los líderes empresariales mexicanos analizado en el capítulo cuatro, en donde se constata que la ingeniería llegó a ser uno de los títulos profesionales más deseados por los empresarios principalmente de la generación de los años treinta y cuarenta.

La relación anterior es oportuna porque permite entender que las aspiraciones de los ingenieros por progresar en la jerarquía ocupacional, les exige un perfeccionamiento profesional adicional, basado en el dominio de las disciplinas económico-administrativas que les asegure su movilización ascendente. Sin embargo, Camp agrega que la ingeniería es un "campo carente de interés para las élites culturales" (85) pero paradójicamente muy asociada con la iniciativa privada. Si esta afirmación se extiende a lo que actualmente está sucediendo en el terreno de la demanda estudiantil por las carreras de ingeniería, se esclarece el por qué de las preferencias recientes de los estudiantes pertenecientes a las clases medias y altas

por la ingeniería industrial, una carrera que en los noventa se ha convertido en la ingeniería de mayor demanda estudiantil y la más ofrecida por las escuelas de ingeniería especialmente las privadas, las cuales tienden a asignarle un contenido cada vez más orientado a la administración y al manejo de sistemas humanos que a los aspectos técnicos que implica el proceso productivo. La tendencia de las industrias por desarrollar modelos organizacionales cada vez más integrales, basados en la interacción social y el intercambio de información relevante dentro de la empresa y fuera de ella, se ha traducido en una creciente valoración por esta ingeniería, al mismo tiempo que a los estudiantes les está representando un mecanismo que les acorta su recorrido hacia los empleos de calidad.

"Si el ingeniero debe recibir una formación fundamentalmente técnico y debe de ser más contemporáneo en todo lo que es la formación de las personas en la jungla que significan las organizaciones...."¹¹⁷

Por último, cabe preguntarse, ¿cómo influye la escuela de ingeniería en particular, en el ejercicio profesional?. Recuperando la información recibida por los profesores de las cuatro escuelas de ingeniería más importantes en AMCM¹¹⁸ y las trayectorias observadas en trece ingenieros del área de la manufactura, es posible derivar algunas conclusiones preliminares. Las escuelas públicas como el IPN y la UNAM conciben a la profesión en sus rasgos técnicos más tradicionales. Sin embargo, por la dinámica funcional que exhiben las industrias se infiere que la formación que brindan estas instituciones, supone un perfil ocupacional del ingeniero muy adentrado en el proceso productivo y en las tareas que se efectúan al interior de la planta industrial. Esta formación universitaria al entremezclarse principalmente con la dinámica organizacional de la empresa y en un segundo término con las aspiraciones y percepciones de movilidad profesional muy particulares del ingeniero, están generando distintas configuraciones laborales

¹¹⁷ Ing. Armando Alaniz - Valeos

muy divididas y con diferentes significados sociales de la práctica profesional de la ingeniería. El *ingeniero manos sucias* que llega a colocarse en los puestos más altos de la planta, (por ejemplo, Director de Producción) pero que no se interesa en salir de ahí y dirigirse a otras áreas poco técnicas de la empresa, tal vez, con igualdad de salarios pero con una mayor proyección social, o el *ingeniero manos limpias* que complementa su formación universitaria con otros estudios no ingenieriles que le son necesarios en su avance hacia las ocupaciones más sociales y exitosas de la empresa con las que social y culturalmente se identifica mejor.

Los casos de las escuelas privadas como la UIA, poseen otro tipo de influencia. La UIA por ejemplo, también sostiene una percepción de la profesión muy adentrada en la ingeniería y se podría inferir que sus estudiantes egresan con una formación muy técnica, parecida a la que ofrecen las instituciones públicas. Pero se apoya en las aspiraciones profesionales, mediada por la elevada condición socio-cultural que poseen la mayoría de sus estudiantes, lo cual ayuda a favorecer el ascenso de sus graduados hacia las categorías del trabajo profesional más altas. La UIA proporciona una formación fundamental con el sistema de conocimientos y habilidades que entraña la ingeniería "tradicional", pero considerando el origen de clase acomodada y las habilidades sociales de sus estudiantes, dicha formación se resuelve en la preparación de ingenieros con mayores habilidades de adaptación a los distintos ambientes productivos. Por lo que no es extraño encontrar ingenieros de la UIA, trabajando en empresas industriales de muy diversa índole, desde paraestatales, —como fue el caso de uno de los ingenieros entrevistados quien durante catorce años trabajó en la Comisión Federal de Electricidad—¹¹⁹, hasta las grandes transnacionales, o inclusive en su propia industria.

"...bueno, en Comisión (CFE) hay de todo, de hecho casi no hay de la Ibero, si, como yo, no hay"¹²⁰

¹¹⁸ Como así se analizó en el capítulo cuatro.

¹¹⁹ Se trata del ing. Alejandro Nolla de ABB

¹²⁰ Ing. Alejandro Nolla - ABB

El ITESM representa un caso que por supuesto, amerita un análisis más profundo en torno a los impactos que su proyecto educativo está teniendo en el mercado de trabajo, especialmente en lo que concierne al sector industrial. Por razones históricas, los propósitos educativos y sociales del ITESM han sido la formación de cuadros dirigentes y gerenciales que bajo la ideología de la iniciativa privada, aseguren la conservación de un grupo social en el liderazgo empresarial. Creada en 1943 en Monterrey, Nuevo León bajo los auspicios de la burguesía empresarial de ese estado nortero, desde esa época a la fecha y con la instalación de planteles en las principales ciudades del país, el ITESM se ha convertido en una institución de alcance nacional que busca ofrecer una formación con esas bases a los jóvenes pertenecientes a las clases privilegiadas de cada localidad.

La consolidación institucional que ha logrado y el prestigio social que en las últimas décadas han adquirido sus egresados en el mercado de trabajo, principalmente dentro del sector privado, el ITESM recientemente se ha inclinado hacia el objetivo de formar "élites cognoscitivas", a través de la incorporación a sus aulas, de estudiantes talentosos y con un gran potencial emprendedor, sin considerar necesariamente su condición social y económica. Gracias al ofrecimiento de becas-crédito para esos estudiantes, a principios de la presente década, el ITESM llevó a cabo una transformación curricular en todas sus licenciaturas que ofrece, basada en la enseñanza y formación de valores y comportamientos que caracterizan al liderazgo empresarial, además de los contenidos académicos que se requieren en los puestos gerenciales y de dirección. La integración de la materia "desarrollo emprendedor" en la mayoría de sus planes de estudios, da cuenta de la importancia que la institución le otorga a la formación de individuos proclives a la creación de su propia empresa y convertirse en empleador.

Los efectos de esta formación, se observan en la relativa prontitud con la que sus egresados logran posicionarse en empleos de calidad. Los dos ingenieros

entrevistados provenientes del ITESM, egresaron a mediados de los noventa y que a la fecha ya se encontraban ubicados en segmentos profesionales y laborales superiores, teniendo bajo su mando a profesionistas de otras instituciones públicas y privadas.

En el caso de las ingenierías, el ITESM ofrece carreras con una mayor carga en la administración, las finanzas y la gestión organizacional. La impartición de carreras como ingeniería mecánico-administrador, ing. químico-administrador, o ing. industrial y en sistemas, reflejan la importancia que la institución le concede a la formación de ingenieros con los requerimientos que la industria competitiva del país está demandando. Se trata de una preparación con una fuerte pertinencia hacia las ocupaciones de dirección que responde puntualmente a las necesidades de las empresas privadas.

A manera de conclusión, se podría decir que la creciente demanda social y económica por una ingeniería blanda y cada vez más híbrida enfocada esencialmente a las necesidades administrativas de la actividad industrial, es sólo el reflejo de las competencias organizacionales y mecanismos de aprendizaje tecnológico que exhiben la mayoría de las industrias manufactureras del país. Se trata de una ingeniería "light" con bajos niveles cognoscitivos en lo que se refiere a la explicación e interpretación de tecnologías, sin trascender a la innovación y desarrollo. El no reconocer a la administración de tecnología como una función importante en la competitividad industrial, no sólo es una expresión del restringido aprendizaje tecnológico que guardan las empresas, sino una traba para valorar las actividades de diseño y creación de nuevas tecnologías que son inherentes al campo profesional de las ingenierías de la manufactura. La intempestiva irrupción de los ingenieros en las áreas administrativas y en otros ámbitos no técnicos de las empresas, no sólo está generando rupturas a las visiones muy técnicas que tradicionalmente le han asignado a la ingeniería, sino que en el contexto exportador en que se ven envueltas las empresas, se vulneran las

oportunidades que tiene el sector industrial para desarrollar tecnologías originales tendientes a la optimización de sus procesos productivos.

CAPITULO 7.

CONCLUSIONES GENERALES.

El propósito por conocer los modos como se relacionan las escuelas de ingeniería ubicadas en el AMCM con las industrias manufactureras y sus implicaciones en el empleo de ingenieros, se tradujo en una investigación con un denso alcance, nutrido de sorprendentes hallazgos y resultados.

En principio, saltan a la vista las enormes dificultades que implica el análisis de una problemática que aún se encuentra en movimiento, que no acaba de definirse y no se deja caracterizar. Los procesos de transformación productiva en el contexto de la globalización y la competitividad comercial en que se encuentra la industria nacional, efectivamente están generando profundos cambios en la dinámica organizacional de las empresas y consecuentemente, en los contenidos de los puestos de trabajo. Pero también es un hecho, que la expresión material de estos ajustes, están sujetos a las especificidades idiosincráticas de las empresas. No todas centran sus cambios en la formulación de políticas rigurosas de selección de personal, o en la instalación de esquemas flexibles de organización y tampoco no todas se interesan en una profunda renovación tecnológica de las cadenas productivas, sin embargo y a pesar del reducido número de empresas analizadas en el estudio, es posible afirmar que las empresas con diferentes grados de magnitud y trascendencia, se encuentra en una espiral ascendente hacia el cambio.

Y es en este contexto de donde se descuelgan los actuales perfiles profesionales que los empleadores industriales están demandando en los ingenieros, los cuales al combinarse con la expansión muy diversificada en que ha incurrido la educación de la ingeniería, produce efectos en la valoración de los empleadores por ciertos egresados de determinadas instituciones.

Trascendiendo a los discursos de las agendas de políticas del empleo y la educación superior, que exacerban las nuevas configuraciones del mercado de trabajo y la demanda de perfiles polivalentes con atención en las habilidades y actitudes muy dinámicas, la investigación pretendió conocer el por qué a partir de estas exigencias, los empleadores tienden a estimar favorablemente a los egresados

de instituciones privadas, para ocuparse en las tareas de mayor jerarquía y remuneración.

Al investigar una premisa que sonaba muy simple como es el de pensar que el éxito de los ingenieros egresados de las más importantes instituciones privadas, radicaba en su elevado perfil socio-cultural y no tanto en su formación profesional, puso al descubierto que la problemática es mucho más compleja y difícil de delimitar, además de que ha puesto en entredicho algunos postulados dominantes respecto del papel causal que juegan las instituciones de educación superior en las trayectorias laborales exitosas de sus egresados. Todo parece indicar que el problema de la formación de ingenieros y su supuesto desfase con las necesidades de la industria local, no ha sido un problema de baja calidad sino de los intentos por conciliar dos entidades con órdenes diferentes, con visiones, intereses y expectativas contratantes, entre sí.

En principio, el fenómeno se presenta con rasgos más cuantitativos que cualitativos. En el transcurso de los noventa, el número de escuelas de ingeniería, —animadas por la expansión del subsector privado de la educación superior—, ha aumentado y las carreras y especialidades se han diversificado. La matrícula estudiantil en las licenciaturas más tradicionales de la ingeniería ha ascendido notablemente, hasta llegar a colocar a tres ingenierías entre las diez carreras más pobladas del país, lo que deja entrever un panorama en donde los ingenieros con procedencias institucionales y formaciones diferentes, compiten por los empleos exitosos y en empresas exitosas.

Pero también el número de empresas industriales ha mostrado una tendencia creciente con implicaciones en la transformación estructural de la industria nacional. La dinámica exportadora que la rodea y su inserción plena en la competitividad comercial a nivel internacional, dibuja un contexto cambiante y con mucho movimiento que dificulta poder delimitar con precisión, un patrón de comportamiento empresarial e industrial que dé cuenta de las nuevas configuraciones del empleo de los ingenieros y el futuro de la profesión.

¿Cuál ha sido el papel que han jugado las escuelas de ingeniería en todos estos procesos de vertiginosos ajustes?. El estudio demuestra que en las distintas etapas históricas, las escuelas de ingeniería han cumplido con varias funciones. Una de las más importantes ha sido el de desempeñarse como instancias de difusión tecnológica, especialmente en lo que se refiere a las nuevas tecnologías producidas en el exterior y hasta el momento, asumen la función de *interfase* entre distintas corrientes: entre el conocimiento racional y científico que se le imprime al conocimiento tecnológico y el conocimiento empírico y operación casi artesanal que se practica en el "taller" de las fábricas, principalmente en su primera fase histórica; entre la tecnología externa y su domesticación a las condiciones locales de la producción industrial; o en un nivel más político, entre la formación de cuadros técnicos muy especializados en la interpretación y manejo de tecnología foráneas y las necesidades de modernización económica del país.

Ello explica que en la mayoría de las sociedades, haya sido el Estado el principal promotor de la creación de escuelas técnicas y de ingeniería. El escaso interés que desde el siglo pasado, despertaba las labores ingenieriles entre las élites sociales y la importancia otorgada a la producción industrial como factor de impulso a la economía del país, fueron entre otras, algunas de las causas que orillaron al Estado asegurarse de contar con grupos expertos en la tecnología en sus distintos niveles cognoscitivos y en el caso de los países menos industrializados y con una excesiva dependencia de tecnologías del exterior, esta circunstancia adquiere un mayor matiz.

Como se analizó en el capítulo cinco, desde que se crearon las primeras escuelas de ingeniería en México, la preocupación por formar ingenieros aptos en el manejo, interpretación y operación de tecnologías compradas en el exterior, justifica las intenciones de las escuelas por inspirar sus proyectos educativos en las corrientes formativas que se realizan en otros países, resaltando el hecho de que este mecanismo se ha convertido en una vía fundamental para la transferencia de tecnologías. Pero también esta "copia" ha traído consigo, la reproducción de una

visión de la profesión, esto es, de una figura del ingeniero con los rasgos y características cognoscitivas y laborales que defienden las naciones más industrializadas.

Hay que recordar que el ingeniero de todas partes, se desenvuelve en las tareas de la planta industrial, desarrollando, adaptando e interpretando tecnologías complejas sobre una base científica y racional que lo distingue de otros sujetos también muy vinculados con la producción como los técnicos y operadores, y esto es una consecuencia del manejo muy diferenciado que exige la operación de tecnologías, desde los más complejos niveles cognoscitivos que se requieren en la comprensión de los conocimientos que encierran los artefactos y procesos, hasta las habilidades más simples y rutinarias que implica su manejo. Visto de esta manera, la ingeniería alcanza su profesionalización —como así lo observa Bedor (op. cit.)— 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.

En los esfuerzos del Estado mexicano por contar con recursos humanos técnicos con distintos grados de dominio cognoscitivo de la tecnología, recupera también la figura profesional del ingeniero que se promueve en otras naciones, llevándolo a alcanzar su valoración social y económica. Hay que tomar en cuenta que las primeras escuelas fueron creadas bajo las iniciativas del Estado a efecto de dotar ingenieros a las grandes industrias que se encontraban bajo su control y que a final de cuentas, se tradujo en una aceptación social de la práctica profesional del ingeniero. Ello debido a que eran empresas que en lo que concierne a sus políticas de reclutamiento, sólo buscaban la elección de ingenieros con los conocimientos técnicos y científicos fundamentales en la comprensión y ejecución de los procesos productivos, y sin perder de vista este requerimiento, se podría decir que la evolución de la educación de la ingeniería en México ha estado mayormente supeditada por un lado, a las tendencias que se observan en las escuelas de ingeniería a nivel mundial y su posterior incorporación en el contexto nacional y

por el otro, a los avances tecnológicos registrados en los distintos campos del conocimiento tecnológico, como así se ilustró en el capítulo tres.

Por lo tanto, resultó ser un tanto engañoso sugerir que el desarrollo de la enseñanza de la ingeniería en México mantiene una relación de correspondencia con el proceso de industrialización nacional, como así se planteó inicialmente y lo que se pudo apreciar es que las escuelas siempre han formado ingenieros con más capacidades técnicas enfocadas a las capacidades de diseño y manejo de tecnologías que lo que realmente requieren las industrias mexicanas, dadas sus condiciones de aprendizaje tecnológico en determinados periodos.

Las escuelas de ingeniería más tradicionales como la UNAM y el IPN han fomentado ese perfil muy técnico de la ingeniería. Sobre todo porque las empresas paraestatales¹ y dependencias gubernamentales afines, por mucho tiempo fueron sus principales referentes laborales en la construcción de sus proyectos formativos. Una situación que ayuda a entender el hecho de que hasta hace poco, los graduados de esas instituciones 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 en esas organizaciones se solicitaban, y las orientaciones y enfoques que esas escuelas le imprimían a la profesión.²

Sin embargo, en la actualidad, los efectos de la apertura comercial, conjuntamente con las nuevas pautas de la productividad y la dinámica exportadora, están ocasionando modificaciones a los contenidos de los puestos laborales desempeñados por los ingenieros. El crecimiento de la iniciativa privada

¹ Entre las que destacan PEMEX, Instituto Mexicano del Petróleo, Comisión Federal de Electricidad, Compañía de Luz y Fuerza, Teléfonos de México, Fertilizantes Mexicanos, etc. por citar las más importantes.

² Esto puede explicarse por la presencia de ingenieros en las escuelas, que al mismo tiempo laboraban en las empresas paraestatales o en el gobierno. Hay que recordar que en la UNAM y el IPN, hasta los setenta, los nombramientos de tiempo completo eran prácticamente inexistentes y los profesores ingenieros dividían su tiempo en el trabajo y en la enseñanza.

Igualmente conviene destacar que las primeras asociaciones de ingenieros, la mayoría de sus profesionistas afiliados no sólo se desenvolvían laboralmente en el sector público, sino que también

en el sector industrial, con sus valores y privilegios respecto de las funciones del ingeniero, está llevando a la profesión hacia una marcada estratificación laboral. La coexistencia de *ingenieros de manos sucias* e *ingenieros de manos limpias* está repercutiendo en la formación de ingenieros, toda vez que se ha traducido en conflictos para las escuelas de ingeniería para delimitar el campo profesional y ámbito laboral deseable hacia donde deben dirigirse sus egresados ingenieros.

Al investigar el grado de influencia escolar que ejercen al menos, las cuatro principales escuelas de ingeniería asentadas en AMCM, lo que se detecta es que debido a la propia estratificación laboral en que está incurriendo la ingeniería, se está propiciando una segmentación del conjunto de las escuelas de ingeniería. De acuerdo a las declaraciones de los ingenieros entrevistados, la tendencia es que para las actividades estrechamente relacionadas con el proceso productivo, es decir, en la planta industrial, se valora la formación de los egresados del IPN y de la UNAM. No es el caso de los puestos muy relacionados con el manejo de relaciones humanas y socialización como son las actividades de comercialización, gestión organizacional, negocios, finanzas, etc. en las que se percibe una tácita preferencia por los graduados de las instituciones educativas privadas.

Y son estas escuelas de ingeniería encabezadas por el ITESM, las que parecen perfilarse hacia los puestos que configuran una ingeniería "light", seguramente presionadas por su demanda estudiantil proveniente de clases acomodadas que percibe otros valores distintos a las tradicionales prácticas profesionales de la ingeniería. Y es que por mucho tiempo, las escuelas de ingeniería públicas como la UNAM y el IPN sólo se preocuparon por proveer a las industrias de ingenieros con una formación orientada a las tareas técnicas de la planta industrial y en la actualidad, por el aprendizaje tecnológico que promueven las organizaciones industriales, el cual ya no se restringe en el "aprender haciendo" durante la operación de la tramoya de máquinas y herramientas, sino que ahora se extiende a

tenían injerencia en las escuelas a través de la colocación de muchos de sus miembros en las

otros ámbitos de la empresa, las instituciones educativas se hallan en serias dificultades para definir con mayor precisión el ámbito laboral de los ingenieros de la manufactura.

En resumen, en el AMCM el problema de la tácita preferencia hacia ingenieros egresados de instituciones privadas, insistiendo en que esto no significa la exclusiva contratación de estos graduados, no es un problema de calidad educativa sino de la estratificación de funciones muy coyunturales que hoy en día las empresas manufactureras le están asignando a la profesión de la ingeniería. La importancia que le otorgan a las actividades no técnicas conducentes a la gestión exitosa de la organización, por encima de la ventaja que encierra el desarrollo de tecnologías originales, explica el valor que tienen la posesión de habilidades y actitudes dinámicas y de interacción social. Una circunstancia que al combinarse con la presencia en el mercado de trabajo de una amplia oferta de ingenieros provenientes de una heterogeneidad de escuelas públicas y privadas, ocasiona que instituciones tradicionales como el IPN y la UNAM vean disminuida su predominio en la formación de cuadros dirigentes a nivel empresarial, como así sucedía en el pasado reciente. Y aunque no es posible negar del todo, la influencia escolar que reciben los egresados que al cabo de un periodo relativamente largo, alcanzan los puestos superiores y mejor remunerados de la empresa, por el momento el problema aparenta ser más una cuestión de las nuevas prácticas y contenidos profesionales que las industrias mexicanas les están asignando a las ingenierías de la manufactura y la atracción que estos cambios de la ingeniería están generando entre los jóvenes con mentalidades y ambiciones empresariales muy personales.

Pero tampoco es una cuestión de prejuicios de clase. Si bien la profesión de la ingeniería en su concepción de "agente tecnológico y profesionista de la planta industrial", tradicionalmente ha sido desestimada por los jóvenes pertenecientes a

los estratos más favorecidos, frente a la creciente participación de los ingenieros en prácticamente todos los ámbitos de la empresa (administración y organización general de la empresa, (comercialización, finanzas, gestión de negocios, etc.) y el nuevo significado socio-cultural que estas actividades están teniendo en los últimos años, la ingeniería (concretamente en la especialidad de *industrial*), ha atraído la atención de jóvenes talentosos y potencialmente exitosos sin que esto signifique una correlación con una posición socio-cultural y económico elevado, lo que deja suponer que la tendencia actual es que el aprovechamiento de las oportunidades de ascenso social y material, ya no es necesariamente una condición "natural" de las clases social y económicamente más favorecidas, sino de grupos inteligentes, dinámicos y con capacidades de solución de problemas y adaptación al cambio inmediato, que los lleva a escalar rápidamente a los empleos más exitosos, sin que para ello, el origen social, sea un factor determinante, como así ocurría en el pasado.

Históricamente, esto siempre ha sido la misión del ITESM, e inclusive el motivo de su creación y consolidación. Su objetivo de preparar élites empresariales se materializa en el aprovechamiento de estudiantes con atributos muy dinámicos intelectuales y sociales a quienes se les inculca un "espíritu emprendedor" y una formación basada en una ingeniería "blanda" envuelto de conocimientos relacionados con las nuevas tecnologías de administración y gestión organizacional, que es precisamente lo que se demanda en los puestos gerenciales y de dirección de las empresas que buscan insertarse en la competitividad internacional. A diferencia de las otras instituciones, el ITESM busca responder a las demandas de los empleos de calidad, aún cuando esta acción pudiera significar posibles amenazas al sistema de conocimientos y reconocimiento profesional que ha caracterizado a la ingeniería.

Con el retiro del Estado y la privatización de sus empresas, dejando que la iniciativa privada se convirtiera en el motor del desarrollo económico, se dibuja un escenario de donde emerge una industria manufacturera altamente exigente en la

calidad competitiva de su producción, pero que paradójicamente, su prosperidad no descansa en actividades representativas de la ingeniería como la capacidad para el diseño o la innovación, sino en una ingeniería dedicada a la operación de tecnologías blandas. Una situación que da lugar a que se piense que la ingeniería que promueve el ITESM, signifique la valoración de una ingeniería amorfa y relativamente desvirtuada que contraviene los límites tradicionales que le confieren identidad profesional a la ingeniería.

En un contexto donde las actividades de diseño e innovación tecnológica no son altamente valoradas, las escuelas de ingeniería se enfrentan al problema de poder delimitar el ámbito laboral hacia donde deben de dirigir la formación de sus futuros egresados, además de que las colocan en el debate por defender o no, la identidad profesional, preservando el sistema de conocimientos y habilidades que le han sido propios. Es evidente, que por las presiones de las dos clientelas: estudiantil y empleadores, las escuelas de ingeniería se encuentran en una disyuntiva, en tanto que están obligadas a decidir si ofrecen una formación de ingenieros, ya sea con una mayor pertinencia a las necesidades ocupacionales de la industria nacional como así lo plantea la demanda de ingenieros y sus implicaciones en la preservación de una industria dedicada a la adaptación y operación de tecnologías extranjeras, o a partir de la defensa de la tradicional jurisdicción de la ingeniería, que por mucho tiempo la han otorgado su identidad profesional. Sin embargo, lo que si es un hecho, es que las escuelas tienen que establecer estrategias educativas encaminadas a la familiarización de los estudiantes en las actividades técnico-administrativas cotidianas de la empresa, como así lo están realizando algunas instituciones dentro de sus programas de vinculación escuela - industria y al desarrollo de habilidades y actitudes que le brinden a sus egresados amplias posibilidades de movilidades ocupacional y social.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abbott Andrew, (1988)

"The system of professions: An essay on the division of expert labour". University of Chicago Press, Chicago.

Alba V. Carlos, (1988)

"La industrialización nacional y regional". CONCAMIN, *Historia y Desarrollo Industrial de México*, México.

Allen Thomas, (1985)

"Managing the flow of technology". MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

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.

ANFEL, (s/f)

"La Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería". Documento interno.

ANUIES, (1976)

"La enseñanza superior, 1970-1975". ANUIES, México.

ANUIES, (1995)

"Anuario Estadístico 1995". México.

Arvanitis Rigas, (1996)

"Los retos para la investigación y desarrollo en la industria química de los países latinoamericanos". Pirela Arnoldo (edit.): *Cultura Empresarial en Venezuela. La industria química y petroquímica*. Edit. CENDES-Fundación Polar, Caracas.

BM, (1959)

"El empleo de personal técnico en la industria de la transformación". Departamento de Investigaciones Industriales, Banco de México S.A, México.

Barberena, B. Elsa y Carmen Block L (1986)

"Publicaciones periódicas científicas y tecnológicas mexicanas del siglo XIX: Un proyecto de bases de datos". QUIPU Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, vol. 3, núm. 1, enero-abril, pp. 7-26

Bazant, Milada (1984)

"La enseñanza y la práctica de la ingeniería durante el Porfiriato". *Historia Mexicana*, vol. XXXIII, enero - marzo, No. 3, pp. 254-297. México.

_____ (1995)

"Historia de la educación durante el Porfiriato". Colegio de México, México.

Bedor Sharon, (1989)

"Towards a more representative engineering education". *Journal of Applied Engineering Education*, Vol. 5, No. 2, pp.173-182.

Bijker, C. Wiebe, Thomas, P. Hughes y Trevor F. Pinch., (1987)

"The social construction of technological systems". MIT, Press, Boston.

_____ y John Law (Editors) (1992)

"Shaping technology/building society". MIT Press, U.S.A.

_____ (1997)

"Of bicycles, bakelites, and bulbs". MIT Press, U.S.A.

Boer Leen y Loux Box, (1993-1994)

"The tenuous interfase: policymakers, 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.

Botelho J. Antonio José, (1992)

"The professional construction of development: The "Instituto Tecnológico de Aeronáutica" and the MIT model". Ponencia presentada en EASST/45 Joint Annual Meeting, Gothenburg, Sweden, 12-15 de agosto.

Branding, D.A. (1979)

"El mercantilismo ibérico y el crecimiento económico en la América Latina del siglo VIII". Florescano Enrique (coord): *Ensayo sobre el desarrollo de México y América Latina*; FCE, México.

Brennan J.L., Lyon E.S., McGeevor P.A. y Murray K. (1993)

"Students and courses into employment". Jessica Kingsley Publishers, Great Britain.

Callon Michel (1987)

"Society in the making: The study of technology as a tool for sociological analysis". Bijker E. Wiebe, Hughes P. Thomas y Trevor Pinch, (Editors). *The social construction of technological systems*. MIT Press, U.S.A.

Camp A. Roderic, (1990)

"Los empresarios y la política en México: Una visión contemporánea". FCE, México.

Campa Valentín (1944)

"Consideraciones sobre la producción agrícola e industrial de México". Revista Ingeniería, órgano de la Escuela Nacional de Ingeniería, UNAM, Vol. XVIII, No. 8, agosto, México.

Carrillo G. Francisco J., (1995)

"La identificación, capacitación y motivación de los recursos humanos técnicos". En: Mulás P.P. (Comp.): *Aspectos Tecnológicos de la Modernización Industrial en México*. FCE. México.

CIEES, (1993)

"La evaluación interinstitucional de la educación superior en México". Serie: Materiales de Apoyo a la Evaluación Educativa, N0. 9, 15 de enero de 1993. Comités Interinstitucionales de Evaluación de la Educación Superior -ANUIES, México.

_____, (1994)

"Marco de Referencia para la Evaluación". Comités Interinstitucionales de Evaluación de la Educación Superior -ANUIES, Documento Interno, México, octubre.

Cleaves S. Peter (1985)

"Las profesiones y el Estado: El caso de México". COLMEX, México.

Coatsworth H. John, (1997)

"Los orígenes del atraso". Alianza Editorial Mexicana, México, 4a. reimpresión.

Collins Randall, (1990)

"Changing conceptions in the sociology of the professions". En Torstendhl Rolf y Burrage Michael (eds.) *The formation of professions*. Edit. SAGE Publications, Great Britain.

Constant W. Edward (1987)

"The social locus of technology practice: community, system, or organization". Bijker E. Wiebe, Hughes P. Thomas y Trevor Pinch, (Editors). *The social construction of technological systems*. MIT Press, U.S.A.

Day C.R., (1987)

"Education for the industrial world. The Ecole d'Arts et Métiers and the rise of French industrial engineering". MIT Press, U.S.A.

De Leonardo R. Patricia, (1983)

"La educación superior privada en México. Bosquejo histórico". Editorial Línea-UAG-UAZ, México.

Dosi Giovanni, Christopher Freeman, Richard Nelson, Gerald Silverberg, Luc Soete, (Editors)(1988)

"Technical change and economic theory". Pinter Publishers, Great Britain.

Dosi Giovanni, (1988)

"Innovation and the evolution of firms". Dosi Giovanni, Christopher Freeman, Richard Nelson, Gerald Silverberg, Luc Soete, (Editors). *Technical change and economic theory*. Pinter Publishers, Great Britain.

Downe Lee Gary y Juan C. Lucena, (1995)

"Engineering Studies". Jasanoff S., Markle E.G., Petersen C.J y Trevor P. (editors) *Handbook of Science and Technology Studies*. SAGE Publications, U.S.A.

Durchholz Patricia, (1979)

"The hidden career: How the students choose engineering". *Engineering Education*, april, Vol. 69, No. 7, pp. 718-722.

Duprez Jean Marie, André Grelon y Catherine Marry, (1990)

"Les ingénieurs des années 1990: mutations professionnelles et identité sociales". *Societes Contemporaines*, N. 6, juin, Paris.

Facultad de Ingeniería-UNAM, (1995)

"Propuesta de modificación del plan de estudios de la carreras de ingeniería". Documento interno, México.

Ferral Christopher, (1997)

"Empirical analysis of occupational hierarchies". *The Journal of Human Resources*, Vol. 32, Num. 1, winter, pp. 1-34.

Flores Palafox Jesús y Humberto Montiel, (1993)

"La ESIME en la historia de la enseñanza técnica". 1^{er} tomo, IPN. México.

Freeman Christopher, (1974)

"La teoría económica de la innovación industrial". Alianza Editorial, Madrid.

Fundación Barros Sierra (FBS), (1992)

"Prospectiva de la oferta y demanda de ingenieros en México", Fundación Barros Sierra/CONACyT, Documento interno, México.

García Fernández, Horacio, (1985)

"Historia de una facultad", Química 1916 - 1983. FQ-UNAM, México.

_____, (1991)

"El nacimiento de la Facultad". Garritz R. Andoni, (comp.) *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, FQ-UNAM, México.

Garritz Andoni y Octavio Chamizo, (1997)

"Del tequesquite al ADN. Algunas facetas de la química en México". FCE, México.

Garza Gustavo y Erika Aguilar, (1988)

"Evolución industrial de la Ciudad de México". CONCAMIN: *Historia y Desarrollo Industrial de México*; México.

Garza Gustavo, (1985)

"El proceso de industrialización en la Ciudad de México. 1821-1970". COLMEX, México.

Glade W. (1990)

"América Latina y la economía internacional, 1870 - 1914". Leslie Bethell (editor), *Historia de América Latina*. Edit. Cambridge University-Editorial Crítica, tomo 7.

Gonsen Hinojosa, Ruby R., (1995)

"Technology, capability in developing countries: A case of study of industrial biotechnology in Mexico". PHD Thesis, University of Oxford.

Gracida Romo, Margarita, (1994)

"El programa industrial de la Revolución". IIE-UNAM, México.

Grayson P. Lawrence, (1993)

"The making of an engineer. An illustrated history of engineering education in the United States and Canada". John Wiley & Sons, USA

Grossetti Michel, (1990)

"Trajectoires d'ingénieurs et territoire". Societes Contemporaines, N. 6, juin, Paris.

Guzmán Gómez Carlota, (1994)

"Entre el deseo y la oportunidad: estudiantes de la UNAM frente al mercado de trabajo". CRIM-UNAM, México. ✓

Halperin Donghi Tulio, (1990)

"Economía y sociedad". Leslie Bethell (editor), *Historia de América Latina*. Edit. Cambridge University-Editorial Crítica, tomo 3.

Herrera Canales Inés, (1988)

"La circulación, comercio y transporte en México entre los años 1880-1910". Cardoso Ciro (coord.) *México en el Siglo XIX, 1821-1910. Historia Económica y de la Estructura Social*. Nueva Imagen, cap. XVI, México.

Hermosillo Adams Francisco, (1988)

"Estructura y movimientos sociales". Cardoso Ciro (coord.) *México en el Siglo XIX, 1821-1910. Historia Económica y de la Estructura Social*. Nueva Imagen, cap. XVI, México.

INEGI, (1991).

"XI Censo General de Población y Vivienda de 1990". Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, México

INEGI, (1993).

"Los Profesionistas en México". Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, México.

INEGI, (1994a).

Censos Económicos, Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, México.

INEGI, (1994b).

"Clasificación Mexicana de Ocupaciones", Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, Vol. 2, México.

INEGI, (1994c)

"Estadísticas históricas de México". Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, 3a. edición, tomo II. México.

INEGI, (1995)

"Atlas de los Profesionistas en México". Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, México.

Inkster Ian, (1991)

"Science and technology in history. An approach to industrial development"; Macmillan Education, Hong Kong.

IPN, (1979)

"Memoria, 1977 - 1979". Documento interno, Instituto Politécnico Nacional, México.

IPN, (1979)

"Memoria, 1993 - 1994". Documento interno, Instituto Politécnico Nacional, México.

Johnston S., Alison Lee y Helen McGregor, (1996)

"Engineering as captive discourse." Society for Philosophy and Technology. (a Quarterly Electronic Journal), Vol. 1, Num. 3-4, Spring, on the world wide web at: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/spt.html>

Johnston Stephen (1997)

"Sustainability, engineering and australian academe". Society for Philosophy and Technology. (Quarterly Electronic Journal) Vol. 2, Num. 3-4, Spring-Summer, on the on the world wide web at: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/spt.html>

Layton T. Edwin Jr. (1987)

"Through the looking glass or news from Lake Mirror Image". Technology and Culture, V. 28, No. 3, pp. 594 - 607.

Lundvall Bengt-Åke (Editor), (1992)

"National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning". Pinter Publishers, London.

Mackenzie Donald y Judy Wajcman, (Editors)(1985)

"The social shaping of technology. How the refrigerator got its hum". Open University Press, Great Britain.

Martínez del Campo, Manuel, (1985)

"Industrialización en México". COLMEX, México.

Mejía Z. Raúl, (1982)

"La escuela que surge de la Revolución". Solana, F., R. Cardiel y R. Bolaños, (coords.): *Historia de la Educación Pública en México*". SEP/80, tomo I, México.

Méndez N. Oscar, Guelfo Pozzi, Héctor Sierra E. y Benjamín Careaga L., (s/f)

"Diseño de un plan de estudios". Cuadernos ANFEL, México.

Meneses Ernesto, (1979)

"La Universidad Iberoamericana en el contexto de la educación superior contemporánea". UIA, México.

Mendoza Avila, Eusebio, (1982)

"La educación tecnológica en México". Solana, F., R. Cardiel y R. Bolaños, (coords.): *Historia de la Educación Pública en México*". SEP/80, tomo II, México.

Meiksins Peter y Chris Smith, (Coords.)(1996a)

"Engineering labour. Technical workers in comparative perspective". Verso, Great Britain.

Meiksins Peter y Chris Smith, (1996)

"A comparative perspective on the organization of technical work". Meiksins Peter y Chris Smith, (Coords.) *"Engineering labour. Technical workers in comparative perspective"*. Verso, Great Britain.

Mertens Leonar, (1995)

"Transformación productiva, empleo y formación profesional". Comercio Exterior, México, Vol. 45, No. 8, Agosto, pp. 67-634.

Moles B. A., J. De Esparza G., E. Hirsh C.E. y M. Puebla C., (1991)

"200 años de la enseñanza de la ingeniería en México, 1792-1992". SEFI-UNAM, México.

Muñoz Izquierdo Carlos, (1996)

"Diferenciación institucional de la educación superior y mercados de trabajo". ANUIES, México.

Nelson R. Richard y Sidney G. Winter, (Editor) (1982)

"An evolutionary theory of economic change". Belknap Harvard, U.S.A.

Nelson, Richard, (1996)

"The sources of economic growth". Harvard University Press, E.U.A.

Nordhaugh Odd, (1998)

"Competence specificities in organizations". International Studies for Management & Organizations, Spring, Vol. 28, Issue 1, pp. 8-22

Olivares Enrique, (1990)

"Economía y tecnología en la industrialización de México". UAM-Xochimilco, México.

Pacey Arnold, (1980)

"El laberinto del ingenio". Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

Pannabecker R. John, (1995)

"For a history of technology education: Contexts, systems, and narratives". Journal of Technology Education, Vol. 7, Num. 1, Fall.

Perzábal, Carlos, (1988)

"Acumulación de capital e industrialización compleja en México". Siglo XXI-CIDE, México.

Pinch J. Trevor y Wiebe E. Bijker, (1987)

"The social construction of facts and artifacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other?". Bijker E. Wiebe, Hughes P. Thomas y Trevor Pinch, (Editors), *The social construction of technological systems*. MIT Press, U.S.A.

Pirela Arnoldo (edit.) (1996)

"Cultura Empresarial en Venezuela. La industria química y petroquímica". Edit. CENDES-Fundación Polar, Caracas.

Pirela Arnoldo, Rigas Arvanitis, Rafael Rengifo y Alexis Mercado, (1996)

"Aprendizaje tecnológico y conducta empresarial: La taxonomía de la industria química venezolana antes del ajuste estructural". Pirela Arnoldo (edit.): *Cultura Empresarial en Venezuela. La industria química y petroquímica*. Edit. CENDES-Fundación Polar, Caracas.

Poder Ejecutivo Federal (PEF), 1994.

"Sexto Informe de Gobierno". México

Porter E.M., (1991)

"La ventaja competitiva de las naciones". Vergara, Buenos Aires.

Riguzzi Paolo, (1995)

"Inversión extranjera e interés nacional en los ferrocarriles mexicanos, 1880-1914. Maricahl Carlos (coord.) *Las inversiones extranjeras en América Latina, 1850-1930. Nuevos debates y problemas en historia económica comparada*. FCE- Colegio de México, México.

Rosenberg N., (1976)

"Tecnología y economía". Gustavo Gili, Barcelona.

Rosenberg Nathan, (1982)

"Inside the black box: Technology and economics". Cambridge University Press, U.S.A.

_____ y Richard R. Nelson, (1994)

"American universities and technical advance in industry". *Research Policy*, vol. 23, num. 3, May.

Ruffier Jean (1998)

"La eficiencia productiva: cómo funcionan las fábricas". CINTEFOR/OIT, Uruguay.

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.

SECOFI-TLCAN, (1994)

"Tratado de Libre Comercio de América del Norte". Texto Oficial, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial - Miguel Angel Porrúa, México.

Sabel C. y Piore M., (1990):

"La segunda ruptura industrial". Alianza Editorial, Madrid.

Safford, Frank, (1990)

"Política, ideología y sociedad". Leslie Bethell (editor), *Historia de América Latina*. Edit. Cambridge University-Editorial Crítica, tomo 6.

Saldaña Juan José, (1989)

"Dinámica de la tecnología en Iberoamérica". Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, México, Vol. 6, num. 1, enero-abril.

_____ y Luz Fernanda Azuela, (1994)

"De amateurs a profesionales. Las sociedades científicas en el siglo XIX". QUIPU Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, vol. 11, núm. 2, mayo-agosto, pp. 135-172.

Saldaña, Juan José, (Comp.) (1996)

"Historia social de las ciencias en América Latina". Edit. UNAM- Miguel A. Porrúa, México.

Sánchez Flores Ramón, (1980)

"Historia de la tecnología y la invención en México". Fomento Cultural Banamex, México.

Sánchez Ugarte, Fernando, Manuel Fernández Pérez y Eduardo Pérez Motta (1994)

"La política industrial ante la apertura". SECOFI-NAFINSA-FCE, México.

SEP-SEIT, (1993)

"Reforma de la educación superior tecnológica". Secretaría de Educación Pública, Documento interno, México.

Stevens W. Edward, (1995)

"The grammar of the machine. Technical literacy and early industrial expansion in the Unites States". Yale University Press, USA,

Tanguy Couriune, (1996)

"Apprentissage technologique et apprentissage organisationel". These de doctorat, (versión preliminaire), Université de Rennes I, France.

Torstendhl Rolf (1990)

"Introduction: Promotion and strategies of knowledge-based groups". En Torstendhl Rolf y Burrage Michael (eds.) *The formation of professions*. Edit. SAGE Publications, Great Britain.

Trabulsee, Elías (1994)

"Ciencia y tecnología en el nuevo mundo". FCE-Colegio de México, México.

UMAI, (1997)

"El ejercicio profesional de la ingeniería en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte". (Informe), mimeo, Unión Mexicana de Asociaciones de Ingenieros, México.

Urbina del Raso, Alberto, (1991)

"La ingeniería química y su enseñanza en la UNAM". Garriz R. Andoni, (comp.) *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, FQ. UNAM, 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", *Perfiles Educativos*, CISE-UNAM, México, Núm. 64, abril-junio, pp. 59-64.

Vessuri, Hebe, (1996)

"La ciencia académica en América Latina en el siglo XX". Saldaña, J.J. (comp.) *Historia social de las ciencias en América Latina*. Edit. UNAM- Miguel A. Porrúa, México.

Villavicencio Daniel, (1993)

"¿Qué entendemos por aprendizaje tecnológico?". *Revista Tecno Industria*, CONACyT, México, Núm. 11, agosto-septiembre, pp. 23-28.

Villa Lever Lorenza, (1997)

"Universidad privada y empresa. Las experiencias de vinculación del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. El caso del campus Monterrey". En Casas Rosalba y Luna Matilde (coordinadoras): *Gobierno, academia y empresas en México: Hacia una nueva configuración de relaciones*. IIS-UNAM y Plaza Valdés Editores, México.

Villavicencio D. y Arvanitis R., (1994)

"Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico". *El Trimestre Económico*, FCE, México, Vol. LXI, No. 242, abril-junio, pp. 257-279.

ANEXOS

ANEXO 1

LISTA DE PROFESORES ENTREVISTADOS

NOMBRE	INSTITUCION	ESPECIALIDAD	PUESTO DESEMPEÑADO EN 1998
Ing. Jesús Avila Galinzoga	Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQUIE) Instituto Politécnico Nacional (IPN)	ING. QUÍMICA	Ex Director del ESIQIUE
Mtro. Juan Manuel Delgado	Escuela de Ciencias Químicas (ECQ) de la Universidad Autónoma de Nuevo León, (UANL).	ING. QUÍMICA	Director de la ECQ
Ing. Arturo Fregoso	Departamento de Ciencias Químicas de la Universidad Iberoamericana (UIA).	ING. QUÍMICA	Ex Director del Departamento
Ing. Jorge Gamboa	Academia de Electrónica de la carrera de Ing. en Comunicaciones y Electrónica de la ESIME Zacatenco, IPN.	ING. ELECTRONICA	Presidente de la Academia de Electrónica
Ing. Margarita García	Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional (IPN).	ING. ELECTRONICA	Ex Subdirectora de la ESIME
Dr. Andoni Garñiz,	Fac. de Química-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	ING. QUÍMICA	Ex Director de la Facultad
Ing. Jorge Olavarría	Departamento de Ingeniería de la Universidad Iberoamericana, (UIA)	ING. MECANICO-ELECTRICISTA	Director del Departamento
Dr. Teófilo Ramos	División de Ingeniería del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) sede Monterrey	ING. INDUSTRIAL	Director de la División.
Dr. Reynaldo Sandoval	Fac. de Química-UNAM	INGENIERÍA QUÍMICA	Coordinador de la carrera de ingeniería química
Ing. Jacinto Viqueira	Fac. de Ingeniería-UNAM	ING. MECANICO-ELECTRICISTA	Profesor Emérito de la Facultad
Ing. Benjamín Zedeño	Departamento de Ingeniería Eléctrica de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, (ESIME) Zacatenco. Instituto Politécnico Nacional (IPN)	ING. ELECTRICISTA	Jefe del Departamento

ANEXO 2

LISTA DE INGENIEROS ENTREVISTADOS

NOMBRE	EMPRESA	RAMA DE PRODUCCION	TAMANO DE LA EMPRESA*	ORIGEN	PUESTO	ESPECIALIDAD	ESCUELA DE INGENIERIA
Armando Alaniz	Valeos	Autopartes	Mediana	Francesa	Director de Producción	Ing. Mecánico	ESIME-IPN
Fulgencio Escobar	Plastosa	Plásticos	Mediana	Mexicana	Gerente de Mantenimiento	Ing. Electrónico	UAM-Azcapotzalco
Jean Christophe Figueroa	Valeos	Autopartes	Mediana	Francesa	Director General	Ing. Mecánico-electricista.	Fac. de Ingeniería, UNAM
Daniel González	Summer Alibert Duroplast	Autopartes	Grande	Francesa	Gerente de Pintura	Ing. Mecánico- Electricista	ITESM
Cristóbal Jiménez	Hule Industrial	Química	Mediana	Mexicana	Gerente de Planta	Ing. Químico	Fac. de Química, UNAM
Arturo López	General Electric, silicones	Química	Grande	Estadounidense	Gerente Comercial	Ing. Químico	U. La Salle
Eric López	PCR-Resistol	Química	Grande	Mexicana	Gerente de Desarrollo de Nuevos Productos	Ing. Químico	ESIQUE-IPN
Mario Luna	W. A. Whitney	Maquinaria	Pequeña	Estadounidense	Gerente General	Ing. Mecánico-Electricista.	U. Iberoamericana
Alejandro Nolla	Asea Brown Boveri (ABB)	Equipos p/ la industria eléctrica	Grande	Suiza	Gerente de Proyecto Mecánico	Ing. Mecánico-Electricista.	U. Iberoamericana
Pablo Ortiz Urquiega	Tekchem	Química	Mediana	Mexicana	Gerente de Exportación	Ing. Mecánico-Electricista.	Fac. de Ingeniería, UNAM
Victor Pérez	Zincor	Embases de plástico	Mediana	Mexicana	Gerente de Producción	Ing. Mecánico-Electricista.	U. Panamericana
Leonardo Rios	CIVD-GIRSA	Unidad de I&D del Grupo Industrial Resistol S.A.	Pequeña	Mexicana	Gerente General	Ing. Químico	Fac. de Química-UNAM
Pablo Santos	LaBolsa King	Bolsas y Lonas	Mediana	Mexicano Estadounidense	Gerente General	Ing. Industrial	ITESM

Tabla 1

*Tamaño de la empresa por número de empleados.