

ARTÍCULO

UNA RÁPIDA MIRADA A LA EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA, SU PLATAFORMA TECNOLÓGICA, Y LAS CARRERAS DE INGENIERÍA EN LA UNAM

Luís Roberto Vega González

*Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, CCADET-
UNAM*

Coordinación de Vinculación y Gestión Tecnológica

Una rápida mirada a la evolución de la industria, su plataforma tecnológica, y las carreras de ingeniería en la UNAM

Resumen

El análisis exhaustivo de los sistemas macro económicos y sociales que se pueden identificar en un país es extraordinariamente complejo debido a la multitud de variables y relaciones entre las mismas que deben ser tomadas en cuenta; sin embargo, muchas veces es necesario tener una vista panorámica general de los fenómenos cuando se realiza planeación prospectiva. Por esta razón el objetivo de este trabajo es realizar a través de un análisis documental, una rápida revisión a la evolución y relación que han seguido la industria Mexicana, su plataforma tecnológica y las carreras de ingeniería ofrecidas por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), desde su formación hasta la actualidad, en contraste con las macro tendencias tecnológicas mundiales. Se concluye que la UNAM generalmente ha respondido con plenitud a las necesidades de ingenieros planteadas por la industria y que el papel que tendrán los ingenieros mexicanos en el siglo XXI de transición, será extraordinariamente relevante por lo que existe la necesidad de realizar planeación y ajustes constantes a los planes de estudio de las carreras a fin de sintonizarlas con el intenso e incesante cambio tecnológico.

Introducción

Las primeras manifestaciones de ingeniería de las cuales se tiene registro en México son los diversos tipos de obras hidráulicas que construyeron nuestros antepasados indígenas en las épocas prehispánica y colonial. Entre las más importantes tenemos los chultunes o cisternas mayas subterráneas, los jagüeyes o depósitos artificiales de agua de lluvia a cielo abierto, excavados en terrenos cercanos a cerros en los que se canalizaban pequeñas corrientes pluviales o el agua de los techos, los acueductos artificiales para llevar agua a las poblaciones a partir de manantiales; como los acueductos de agua potable en la ciudad de Tenochtitlán, que se abastecían del manantial de Chapultepec, o el de los cerros Tezcutzingo y Purificación, en la zona de Texcoco, conocidos como los "baños de Nezahualcóyotl".

En esa época también se construyeron caminos como las rutas de los sacerdotes mayas o las calzadas que enlazaban a Tenochtitlan y presas de almacenamiento como la de Santa Clara Coatitlan en el Estado de México que data del 900 AC y la de Teopantecuanitlan al norte de Guerrero, cuya cortina es de piedras y tierra y almacenaba agua de manantial y de los escurrimientos de los cerros circundantes. Otras presas prehispánicas importantes se construyeron en Tlaxcala y Xoxocotlan en Monte Albán, Oaxaca. Además se perforaron pozos verticales para surtir de agua a las poblaciones al alcanzar los ríos subterráneos o los cenotes. (Rojas, 2008)

En la Cuenca de México se desarrollaron obras monumentales tales como diques de protección y obras de riego de gran escala que llamaron poderosamente la atención de los españoles a su llegada en 1519. Las obras hidráulicas incluían diques y calzadas-dique interconectadas, que también funcionaban como caminos, grandes canales de navegación, de riego y de drenaje; presas, puentes, embarcaderos y compuertas. Esta compleja red de obras permitió la vida urbana en los islotes lacustres y el crecimiento de las ciudades y pueblos ribereños gracias a la construcción artificial de suelo, tanto agrícola como urbano. Al oriente de la ciudad de Tenochtitlan fue construido un gran dique para evitar las inundaciones, el cual fue demolido por los españoles y nunca más fue reconstruido. Su destrucción fue la causa de grandes inundaciones de la capital.

La primera escuela de constructores de la época prehispánica fue llamada Texcalco ó casa de obras públicas. En Texcalco el joven aprendiz, era aceptado como oficial a cargo de un maestro y después de tres años de oficialía comprobada, solicitaba al cabildo el examen teórico-práctico para ser maestro y, de esta manera, convertirse en técnico y educador.

Una vez que terminó la etapa bélica de la conquista, los españoles empezaron a hacer exploraciones para localizar yacimientos de oro, pero al no tener conocimiento de minería ni de metalurgia usaron las técnicas indígenas de minado. Por esta razón en sus principios la producción fue escasa ya que los conocimientos especializados empezaron a surgir hasta el siglo XVI. Existen datos de que en 1525 hubo explotación en las minas de Tehuantepec; en Zumpango, Guerrero; en Sultepec en el Estado de México y en Tlapujahua, Michoacán. En 1534 se descubrieron las minas de Taxco. El producto principal de estas era la plata. El auge minero se dio a mediados del siglo XVI pues se descubrieron minas en Zacatecas y Guanajuato. Hacia el año de 1555 en Pachuca se desarrollaron nuevas tecnologías, como el sistema conocido como "beneficio de patio", el cual permitía extraer la plata del mineral usando sal y pirita de hierro y mercurio, lo cual produjo más demanda de este último. Por lo tanto, durante la época colonial el sector industrial que tuvo mayor desarrollo fue el de la minería. No es extraño entonces que desde la fundación de la universidad, las primeras carreras de ingeniería hayan estado ligadas con las ciencias de la tierra.

En 1780 se empezó a gestar en México la primera escuela de ingeniería, en el Colegio de San Miguel el Grande en la que se promovieron la física, la lógica, las matemáticas y la filosofía. El 1° de enero de 1792 se inauguró oficialmente la ingeniería minera con el Real Seminario de Minería o Colegio Metálico en el Hospicio de San Nicolás.

Durante el siglo XIX la economía nacional se basaba en la minería y en las actividades comerciales. El control estaba en manos de los negociantes españoles quienes vendían plata, azúcar, cacao, pieles de ganado y adquirían vinos, herramientas, telas finas y aceite de oliva.

En el gobierno de Benito Juárez se introdujo la carrera de ingeniero civil en 1867 y el Colegio de Minería se transformó en la Escuela Especial de Ingenieros. En 1883 el presidente Manuel González transformó la Escuela Especial de Ingenieros en Escuela Nacional de Ingenieros. El nombre de la carrera de ingeniería civil se transformó al de ingeniero de Caminos, Puertos y Canales. (Jaime & Tinoco, 2005). En 1897 Porfirio Díaz promulgó la Ley de Enseñanza Profesional de la Escuela de Ingenieros. Históricamente la carrera de ingeniería con mayor número de alumnos inscritos ha sido la de ingeniería civil. En 1904 de 203 alumnos inscritos en la Escuela Nacional de Ingenieros, 136 lo estaban en ingeniería civil.

La Universidad Nacional y la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI)

En septiembre de 1910, con el impulso de Justo Sierra, se creó la Universidad Nacional a la cual se anexó la Escuela Nacional de Ingenieros. En 1915 se creó la carrera de ingeniero Constructor e Hidráulico.

Para el año de 1929, la Universidad Nacional de México logró a través de un decreto presidencial su autonomía, para cumplir los propósitos de desarrollo cultural y educación científica, quedando su nombre como hoy lo conocemos: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (UNAM, Patrimonio cultural de la Humanidad, 2007).

Muy pronto se crearon nuevas carreras y la matrícula de la ENI empezó a crecer, en la Tabla I puede observarse el comportamiento de la oferta y la demanda estudiantil en la misma durante los años de 1940 a 1948. Prácticamente todas las carreras que se impartían en la ENI tenían que ver con las ciencias de la tierra; al igual que en las décadas previas, la carrera más poblada era la de ingeniería civil.

Por su parte, la carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (IME), trataba de dar respuesta a las necesidades de las incipientes industrias de generación, transmisión y distribución eléctrica, de comunicaciones y acompañar al proceso de industrialización del país.



Figura 1. Escuela Nacional de Ingenieros (actualmente Palacio de Minería)

Además de la explotación de minas y petróleo existían obrajes e Ingenios en México, de manera que los IME tuvieron que hacerse cargo del montaje, arranques, operación y mantenimiento de bombas, turbo máquinas, motores de gasolina, diesel, plantas de emergencia y de las diversas maquinas y circuitos que constituían las plantas. Un dato curioso es que en la ENI se impartió la carrera de Ingeniería Aeronáutica.

El proceso de industrialización en México se intensificó durante la segunda mitad del Siglo XX, por lo que poco a poco fueron creándose nuevas carreras.

Además de la ENI, la UNAM albergaba otras Escuelas como la de Medicina y la de Ciencias Químicas. Debido al crecimiento de sus diferentes Escuelas, fue necesario trasladar a la UNAM al domicilio que hoy ocupa en Coyoacán al sur de la ciudad de México por lo que a mediados de la década de los cincuentas se inauguró la Ciudad Universitaria. En la Tabla II se muestra la evolución de la matrícula y la evolución de la diferentes carrera de ingeniería que ofreció la Facultad de Ingeniería de la UNAM entre 1964 a 2004.

Es importante notar que las carreras relacionadas con ciencias de la tierra siguen siendo teniendo mucha demanda. La carrera de ingeniería civil concentra entre un 70% y un 80% de la matrícula por lo que es la más solicitada, aún por encima de la carrera de computación y sistemas. Las carreras de ingeniería geológica, geofísica y topográfica son carreras que desarrollan datos, estudios, informes y reportes para otras carreras, por lo que su evolución sigue un patrón muy parecido al de las carreras de ingenieros mineros y metalurgistas y de los ingenieros petroleros, con pequeñas variaciones en las matrículas anuales.

Población escolar	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948
Escuela Nacional de Ingeniería	685	785	901	1119	1324	1423	1510	1539	1594
Ingeniería Civil	555	618	696	886	1009	1058	1059	1088	1172
Ingeniería Geológica			10	7	10	17	27	19	21
Ingeniería Mecánica Eléctrica	36	53	81	109	147	180	191	195	234
Ingeniería Petrolera	38	37	31	29	53	48	66	57	42
Ingeniería Topográfica y Geodésica	13	22	34	38	49	35	37	47	57
Ingeniería de Minas y Metalurgia	39	52	48	46	45	40	58	55	25
Ingeniero Municipal y Sanitario	4	3	1	4	11	11	23	35	18
Ingeniero Aeronauta						34	49	43	25

Tabla I Población escolar de la Escuela Nacional de Ingenieros (1940-1948)

Entre 1964 a 1996 la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica era la siguiente con mayor matrícula. Un comportamiento muy parecido al de la década de 1940 a 1948. Parece que la razón de esta situación fue el intenso desarrollo tecnológico en todos los órdenes y sectores de la industria. Inicialmente la carrera de IME otorgaba el título de ingeniero mecánico electricista con opción en ingeniería industrial, mecánica ó eléctrica. Hacia fines de los años setenta del siglo pasado también existían las opciones de electrónica e inclusive de comunicaciones. Esta situación resultaba insostenible en la década de la globalización ya que la industria necesitaba profesionales cada vez más especializados. Así, poco a poco se instalaron oficialmente las carreras independientes de ingeniero mecánico, eléctrico, industrial, en electrónica, y en telecomunicaciones. El fenómeno provocó que la matrícula de la carrera de ingeniería mecánica eléctrica disminuyera paulatinamente, al grado que en el año 2003 ya no se tuvo a ningún alumno inscrito. La carrera de ingeniería en computación inició formalmente en 1981 con 1337 alumnos inscritos y su matrícula se ha mantenido con un ascenso moderado. La carrera de ingeniería en telecomunicaciones inició en 1994 con 17 alumnos inscritos. La carrera de ingeniería mecatrónica se inauguró formalmente en 2004 con 32 alumnos inscritos.

La carrera de ingeniero aeronauta desapareció y ya no se dictó en el campus de ciudad universitaria. Probablemente esta carrera tuvo su origen en los intentos de fabricación de aviones fumigadores del Grupo Industrias Unidas IUSA, quienes abandonaron esta empresa. La actividad de los ingenieros aeronáuticos se remitió al mantenimiento mecánico, eléctrico y de los sistemas de instrumentación y navegación de los aviones de las líneas comerciales, lo cual podría ser cubierto por los IME. Actualmente en la FI de la UNAM se imparten doce carreras.

Población escolar	1964	1981	1984	1987	1990	1994	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Facultad de Ingeniería	6687	9593	10280	12355	11378	9798	9603	9125	9199	8329	7376	8249	8501	8663
Ingeniería Civil	2547	2767	2872	2893	2526	2323	2349	2362	2276	1903	1555	1654	1588	1509
Ingeniería Geofísica		283	314	287	252	230	229	233	269	249	226	254	274	276
Ingeniería Geológica	89	592	651	546	414	322	313	297	318	293	222	258	258	256
Ingeniería Industrial								572	633	580	549	670	733	798
Ingeniería Mecánica								600	682	604	620	726	801	869
Ingeniería Mecánica Eléctrica	1528	3548	4279	4431	4102	3445	3341	451	19	121	2	1		
Ingeniería Petrolera	156	760	1096	1052	804	577	519	439	459	452	437	536	612	661
Ingeniería Topográfica y Geodésica	20	182	284	309	292	286	276	270	288	253	186	203	203	198
Ingeniería de Minas y Metalurgia	17	124	241	191	180	156	154	166	234	200	170	189	198	198
Ingeniería en Computación		1337	2519	2646	2808	2442	2391	2266	2271	2067	1835	1991	2011	2000
Ingeniería Eléctrica y Electrónica								1394	1621	1414	1344	1539	1624	1692
Ingeniería en Telecomunicaciones						17	31	75	129	193	230	228	199	174
Ingeniería Mecatrónica														32

Tabla II. Matrícula en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. (1964-2004)

Relación entre la industria, su plataforma tecnológica y las carreras de ingeniería

En las tablas de tiempo de las Figuras 2, 3 y 4 se resume muy sintéticamente la relación global que ha existido entre la evolución de la industria, su plataforma tecnológica y las carreras de ingeniería para atender la demanda de ingenieros desde el año 800 DC hasta nuestros días. Se incluyen las tendencias tecnológicas globales.

Durante los años 800 a 1600 la tendencia tecnológica mundial fue la revolución agrícola, la participación de la ingeniería fue la de proveer las obras hidráulicas y caminos necesarios para su desarrollo.

La primera carrera de ingeniería impartida por la universidad fue la de ingeniero constructor e hidráulico la cual está vigente hasta la fecha con el nombre de ingeniería civil.

Durante los siglos XVI al XVIII la industria principal fue la explotación minera. La Universidad Nacional dio respuesta con sus carreras de ingeniería minera, topográfica y geodésica. No fue sino hasta mediados del siglo XVIII con el advenimiento de la revolución industrial que se dio inicio a una escalada de desarrollos tecnológicos y de innovaciones radicales e incrementales que dieron un fuerte impulso a la economía global. (Schumpeter, 1961). Este proceso estuvo vigente durante el fin del siglo XVIII y hasta los años setentas del siglo pasado. La innovación se estableció como una estrategia corporativa (Utterback, 1986; Foster, 1986) por lo que poco a poco la industria global ofrecía nuevos productos disminuyendo el ciclo de vida de los existentes y provocando una era de discontinuidad. (Drucker, 1992).

Con el advenimiento de las computadoras personales, las redes de comunicaciones satelitales (Geisler, 1992; Ruelas, 2005), y su convergencia (Saito, 1997), en la última década del siglo pasado se inició la revolución de las tecnologías de la información y comunicación (TIC's). (Chareonwongsak, K., 2002; Sánchez, 2003).

Con el Internet fue posible disponer de información en cualquier momento y en cualquier parte del mundo, lo cual motivó el establecimiento de redes de trabajo y de organizaciones virtuales para el diseño de nuevos productos. (Rothwell, 1992; Hinterhuber & Levin, 1994; Kondo, 2005).

Para dar respuesta a los requerimientos de la industria la Facultad de Ingeniería estableció las carreras independientes de ingeniería en computación, en telecomunicaciones y de electrónica

Hoy en día se realizan en forma explosiva actividades de investigación y desarrollo tecnológico en los campos de nanotecnología, supercómputo, telecomunicaciones satelitales y por redes de fibra óptica. (Segarra, 1999), las empresas han establecido una cultura permanente de innovación para el desarrollo

de nuevos productos. (Zien & Buckler,1998), a través del desarrollo de competencias críticas (Campbell & Sommers,1997) y del uso de las técnicas de ingeniería concurrente. (Riedel & Pawar, 1991).

En el futuro más o menos cercano se prevé un nuevo fenómeno de convergencia tecnológica, la bioconvergencia. (Martín, 2006; pp.199). Desde el punto de vista productivo se estandarizan los sistemas de producción y se requiere del uso de tecnologías limpias y sistemas autosustentables. Estamos viviendo dentro de la Sociedad de la Información dentro de la Economía basada en el Conocimiento (Zack, 1999) en la que se ha dado una gran importancia a las organizaciones que aprenden. (King & Zeithaml, 2003). Para hacer frente al presente y al futuro cercanos la Facultad de Ingeniería de la UNAM estableció la carrera de mecatrónica a principios del siglo XXI y la carrera de ingeniería en tecnología se aprobó para su impartición en la Facultad de Estudios Superiores, Cuatitlán de la UNAM.

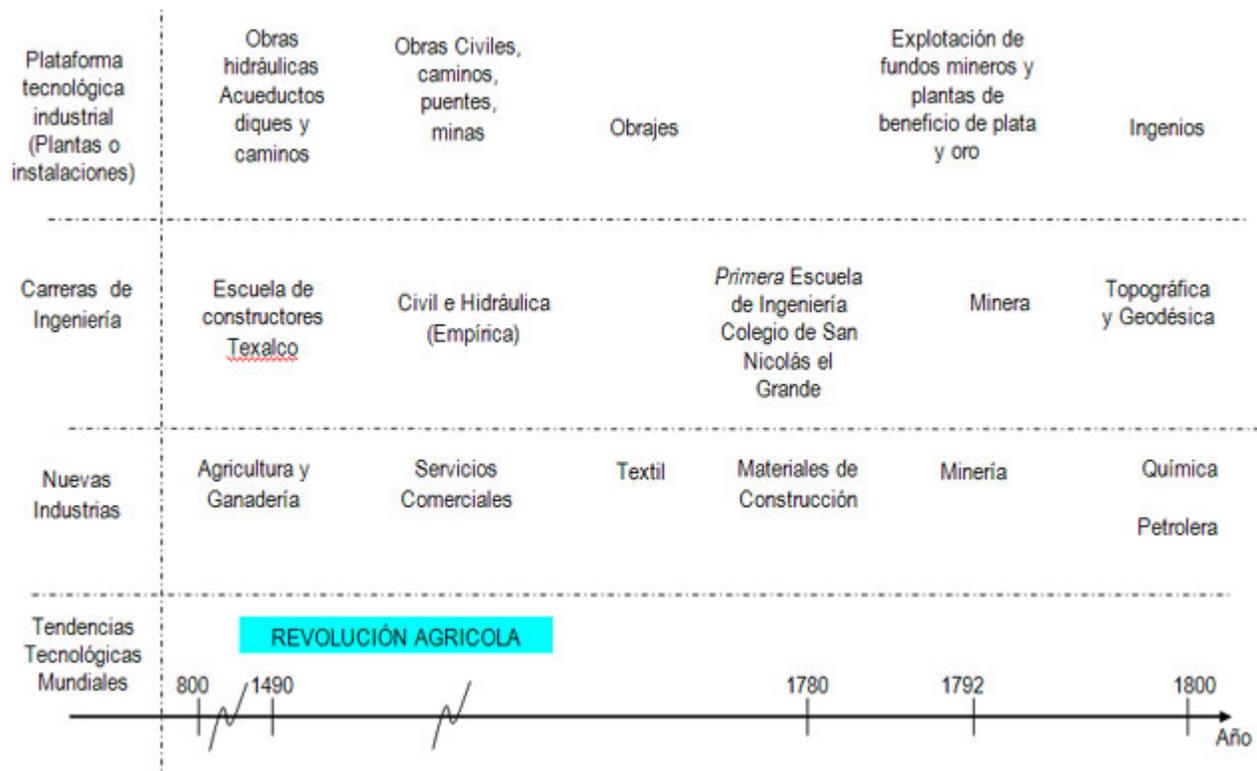


Figura 2. Evolución de la ingeniería y de la plataforma tecnológica industrial (800-1800 DC)

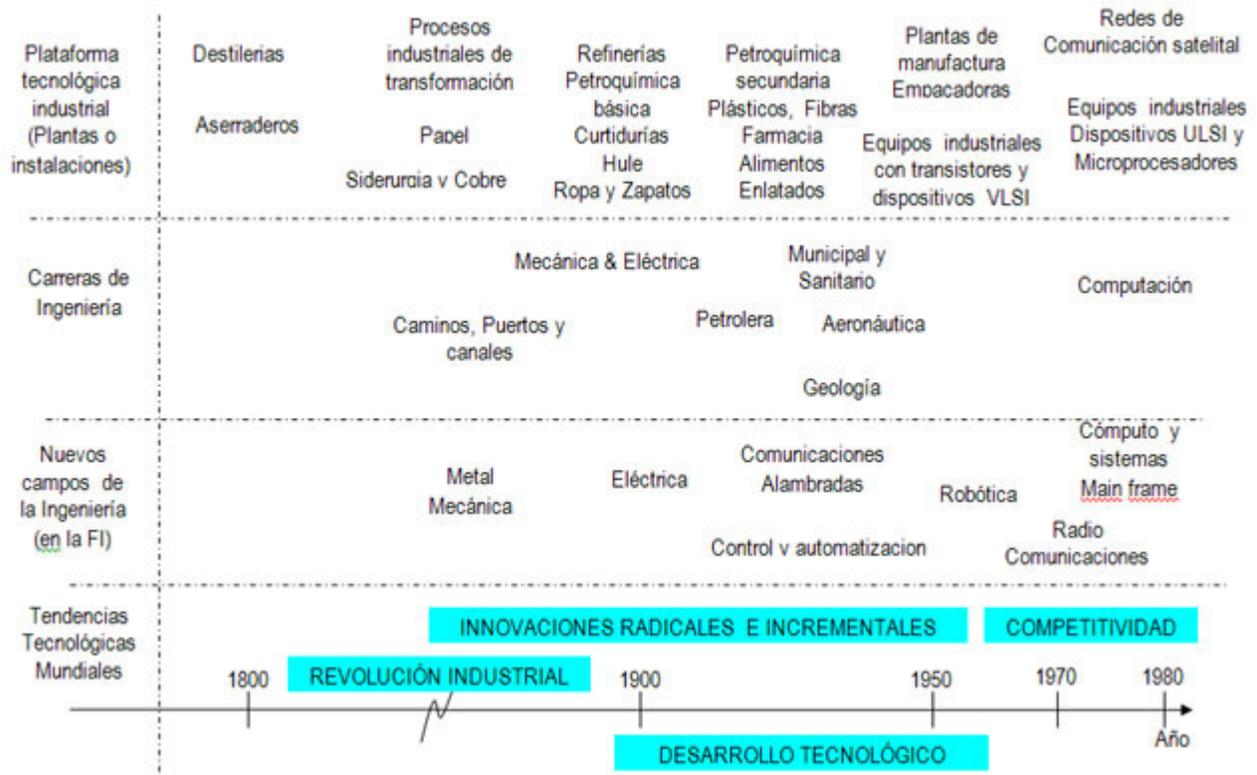


Figura 3. Evolución de la ingeniería y de la plataforma tecnológica industrial (1800-1980 DC)

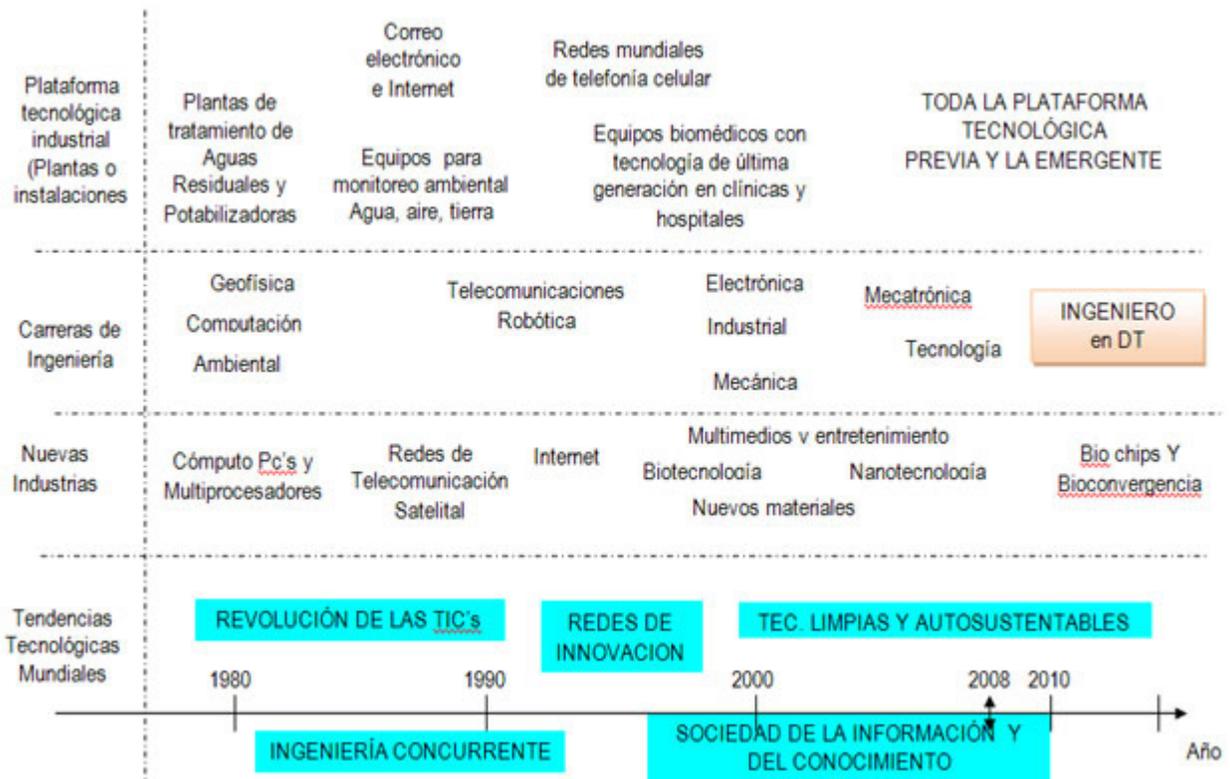


Figura 4. Evolución de la ingeniería y de la plataforma tecnológica industrial (1980-2010 DC)

Conclusiones

Nuestro país se encuentra bajo un proceso de desarrollo industrial lo que le ofrece un gran potencial para realizar progresos tecnológicos. Normalmente en los países desarrollados el progreso tecnológico fue intensivo en sus etapas tempranas de desarrollo económico. Según Kondo (op. cit.), la estrategia tecnológica requiere ser modificada de acuerdo con la etapa de desarrollo y debe cambiar a la par del desarrollo del país. Esto representa una gran oportunidad si reconocemos que la tecnología es una máquina de crecimiento y que el papel fundamental de los ingenieros ha sido hasta ahora el de asimilar, poner en servicio, operar y mantener la plataforma tecnológica industrial; esto significa que si hoy en día queremos seguir prosperando como país, debemos enfocar nuestros esfuerzos en forma intensiva al desarrollo de nuevos productos tecnológicos. Por lo tanto, si bien es cierto que la ingeniería universitaria ha fortalecido y respaldado nuestro desarrollo económico a lo largo de los siglos, el papel que jugará en el siglo XXI resulta extraordinariamente importante. El cambio tecnológico que inició a fines del siglo pasado se sigue intensificando. En consecuencia, las tecnologías y las plataformas tecnológicas industriales siguen creciendo en complejidad. La respuesta que dio la universidad para abordar el cambio tecnológico en los años ochentas del siglo pasado fue la de ofrecer carreras de ingeniería especializadas en una sola rama del conocimiento, a saber: computación, electrónica, mecánica, eléctrica, telecomunicaciones, industrial, etc. Los ingenieros altamente especializados podrían cumplir la misión de operar y mantener sistemas. Poco después, a principios de este siglo, los dirigentes de las facultades de ingeniería universitarias reconocieron que para operar, diseñar y desarrollar nueva tecnología, el ingeniero debería ser más generalista y requería de más de un área de conocimiento específico. Esto dio origen a la carrera de mecatrónica en la que se conjuntan los conocimientos de electrónica y mecánica aplicados a la manufactura industrial.

Todo parece indicar que en este siglo de transición el proceso de cambio continuo se intensificará por lo 10 - xx

que enfrentamos el reto de orientar, ajustar y sintonizar continuamente la formación de los ingenieros para que puedan enfrentarlo satisfactoriamente. Seguramente se requerirán nuevas carreras de ingeniería de formación más generalista y menos especializada en las que converjan diferentes campos del conocimiento. Probablemente un buen ejemplo sea la carrera de ingeniero en Tecnología que se dicta en la Facultad de Estudios Superiores Cuatitlán; la cual tiene una orientación dirigida hacia la investigación y el desarrollo. En el proceso de planeación también deberemos considerar las variables económicas por lo que tal vez sería necesario considerar la necesidad de ofrecer carreras de ingeniería que además de las materias formativas ofrezcan nuevas habilidades empresariales y administrativas a los estudiantes. En todos los casos seguramente la UNAM seguirá haciendo su mejor esfuerzo para respaldar el crecimiento económico del país a partir de su respaldo a la plataforma tecnológica industrial. Según Yusuf (2009), el talento y creatividad de los ingenieros aplicados al desarrollo tecnológico y la innovación redundará en la mejora en la calidad de vida y en el índice de satisfacción de la sociedad.

Referencias

Campbell & Sommers, (1997), "Core Competente Based Strategy", Internacional Thompson Bussiness Press, Boston Mass. EUA.

Chareonwongsak, K., (2002), *Globalization and technology: how will they change society? Technology in Society*. Vol. 24; pp. 191-206. Elsevier Science Ltd.

Didrickson, A., Campos, G., Arteaga, C., (2004), *El futuro de la educación superior en México*. Coed. UNAM, Plaza & Valdés y centro de Estudios sobre la Universidad, México

Drucker, P. F, (1992), "The Age of Discontinuity: guidelines to our changing society", *Transaction Publishers*, U.S.A.

Foster R., N., (1986), *Innovation: the Attacker's Advantage*. Summit Books, New York.

Geisler, E., (1992), Information and telecommunication Technologies in the 1990's: trend s and managerial challenges, *International Journal of Technology Management*. Vol. 7, Nos 6/7/8; pp.381-389.

Hinterhuber H.H., Levin B., (1994), Strategic Networks, the Organization of the Future, *Long Range Planning*, Vol.27, No. 3 pp 43-53, Elsevier Science Limited, GB.

Jaime, A. P., Tinoco, L. R. O., (2005), *Evolución de las carreras de ingeniería en México*, Cuadernos FICA, Fundación ICA, México.

King A. W; Zeithaml C. P., (2003), *Measuring organizational Knowledge: a conceptual and methodological framework*, *Strategic Management Journal*. Vol 24, pp. 763-772. John Wiley & Sons.

Kondo, M., (2005), Networking for technology acquisition and transfer, *International Journal for Technology Management*, Vol. 32, Nos ½; pp.154-175. Inderscience Enterprises Ltd

Martin, J., (2006), *The meaning of the 21st Century*. Riverhead Books. Penguin Company; pp.431.

Riedel J., Pawar K., S., (1991), *The strategic choice of simultaneous versus sequential engineering for the introduction of new products*, *International Journal of Technology Management, Special Issue on Manufacturing Strategy*, Vol. 6, Nos. 3/4, pp321-334.

Rojas T., Las obras hidráulicas mesoamericanas en la transición novohispana, disponible en: <http://eh.net/XIIICongress/cd/papers/17RojasRabiela261.pdf>; consultado el 5 de enero de 2008

Rothwell R., (1991), "Successful industrial innovation: critical factors for the 1990's", *R&D Management*, Vol.22, No. 3, pp. 221-239.

Ruelas, A., (2005). *México y Estados Unidos en la revolución mundial de las telecomunicaciones*. Primera edición. CISAN, UNAM, 236 pp.

Saito, F., (1997); *Managing technology Development at NEC Corporation*, *International Journal of Technology Management*. Vol. 14, Nos.2/3/4, pp.196-207.

Sánchez, D., G., (2003), La sociedad del conocimiento y el desarrollo de la infraestructura global de la información. Aportes: *Revista de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*. Año III, No. 9; pp. 83-99. Puebla, México.

Schumpeter, J., A., (1961), *The theory of economic development*, Cambridge Harvard University, Press.
Segarra, G., (1999), The advanced information technology innovation roadmap, *Computers in Industry*. Vol. 40; pp.185-195. Elsevier Science B. V.

UNAM, Patrimonio cultural de la Humanidad, (2007), disponible en: <http://www.unam.mx/patrimonio/resena.html>; consultado el 4 de enero de 2010.

Utterback J., (1986), *Innovation and corporate strategy*, *International Journal of Technology Management*, Vol. 1. Nos. 1/2, pp.119-132.

Yusuf, S., (2009), *From creativity to innovation*, *Technology in Society*. Vol. 31, PP. 1-8

Zack, M. H. (Editor), (1999), *Knowledge & Strategy*. Butterworth-Heinemann. Woburn MA. USA.

Zien, K. A., Buckler, S. A., (1998), Dreams to market: Crafting a culture of Innovation. *Journal of Product Innovation Management*. Vol. 14; pp. 274-287. Elsevier Science Inc.