

**LECCIONES DE INTERÉS GENERAL
EN LA HISTORIA DE NUESTRA INGENIERÍA**
Discurso de ingreso al Seminario de Cultura Mexicana

Por Daniel Reséndiz Núñez¹

Señoras y señores:

Agradezco al Seminario de Cultura Mexicana su decisión de incorporarme como miembro titular. Es un gesto que me honra, me obliga y aspiro a merecer. Aprecio desde hace tiempo a esta benemérita institución por su talante misionero y porque su nombre nos recuerda que la cultura mexicana importa. En tiempos de globalización, tal importancia no se invalida ni debilita, sino se refuerza. Nuestra cultura milenaria, enriquecida por un mestizaje de cinco siglos con lo mejor de la tradición occidental, constituye una herencia tanto espiritual como tangible que ha de mantenerse a la vez fuerte y evolutiva, ajena a todo chovinismo, pero fiel a sí misma. ¿Por qué? Por el solo hecho de ser nuestra; esto es, porque constituye nuestra identidad.

Dado que entre los miembros del Seminario soy el único ingeniero por ocupación, es fácil suponer que en la audiencia que amablemente nos acompaña esta noche los ingenieros también están en minoría. En consecuencia, he decidido no referirme hoy a cuestiones especializadas de mi profesión, sino a la evolución de las capacidades de ella en nuestro país; es decir, incursionaré en la historia. Pido por esto la indulgencia de los historiadores, representados aquí por un distinguido profesante de esa disciplina, el Dr. Álvaro Matute, a quien expreso mi agradecimiento por haber aceptado responder a mi discurso pese a que no tengo credenciales en la disciplina que él cultiva. Y ahora, con su permiso, entro en materia.

Introducción

Aceptemos como hipótesis que las capacidades técnicas y científicas de un país no evolucionan autónomamente, sino en función de factores exógenos como las políticas públicas y ciertas variables culturales. Entonces, quizá podamos descubrir en la historia cuáles son las políticas que han estimulado la evolución de nuestra ingeniería y cuáles las que la han inhibido. Para tal fin habrá que examinar varias épocas en que las políticas públicas hayan sido distintas y de duración suficiente para producir sus efectos. Lo que al respecto presentaré a ustedes esta noche es una versión abreviada de un estudio, aún inédito, que sobre la evolución de la ingeniería en México emprendí recientemente por interés de algunos colegas ingenieros.²

El estudio también es de interés porque hay relación estrecha entre el avance de una nación y el de su ingeniería, ya que ésta es el medio para obtener los satisfactores materiales que constituyen

¹ Investigador emérito de la Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Ingeniería)

² D. Reséndiz Núñez. *Evolución de la ingeniería mexicana: Lecciones de la historia* (por publicarse)

el progreso. Algunos de estos satisfactores o sus componentes pueden importarse, pero ningún país se considera desarrollado o políticamente independiente si no es capaz de producir por sí mismo la mayoría de ellos. De ahí el valor estratégico de la ingeniería, reconocido sobre todo por los países más adelantados, que por eso suelen presionar a las naciones en desarrollo a que liberen al máximo sus economías y se despreocupen de fortalecer sus capacidades técnicas, mientras ellos, los países ricos, fomentan la propias y así mantienen ventajas que les permiten vender los servicios y productos derivados de ellas a mercados más amplios.

De 1880 a nuestros días ha habido tres épocas con políticas públicas bien diferenciadas. La primera va de 1880 a 1910; la segunda, de 1920 a 1976 y la última de 1977 hasta los años que corren. Al investigar su posible correlación con el avance de la ingeniería mexicana habrá que tomar en cuenta, además de las políticas públicas, otras variables más sutiles, como las culturales y los estados de ánimo colectivos, que también pueden influir. Por ejemplo, se sabe que las experiencias exitosas refuerzan la confianza de una comunidad en sus capacidades, mientras que las fallidas la debilitan, y que tradiciones ampliamente compartidas influyen en el modo de encarar nuevos problemas.

Una fortaleza de nuestra ingeniería es la tradición prehispánica de obras hidráulicas y grandes construcciones, admirables por su tino práctico, su ingenio tecnológico y la calidad de su factura. Creaciones de esa tradición han seguido vivas hasta nuestros días, lo que habla de su calidad. Es el caso de los milenarios sistemas de aprovechamiento del agua mediante galerías de captación y conducción, que alguna vez tuvieron escala gigantesca y todavía operan en el valle de Tehuacán.³ Otro ejemplo son las *chinampas* en el Valle de México, que datan de pocos siglos antes de la Conquista. Ambos sistemas han sostenido por siglos la producción agrícola de cada región.

Una segunda tradición valiosa es la de formación de ingenieros, cuya doctrina y respectiva práctica surgieron del Real Seminario de Minería en 1792, mucho antes de que se fundaran las primeras escuelas de ingeniería en los Estados Unidos. Sus atributos siguen vivos: metodología matemática y experimental, ánimo innovador y filosofía educativa integral (esto es, técnica, moral y cívica, esta última basada en el estudio concienzudo de los problemas nacionales).⁴ El Real Seminario, que fue actor central en la apertura de México a la ciencia, incluso en campos como la medicina⁵, varias veces ha cambiado de nombre, pero no de filosofía y, como Escuela de Ingenieros, fue la institución de más abolengo que sirvió de base para crear la Universidad Nacional de México en 1910. Sus grandes maestros de matemáticas, física, teoría de las estructuras, hidráulica e ingeniería de cimentaciones fueron en la UNAM precursores del renovado interés por la investigación científica a mediados del siglo pasado.

Anotaremos finalmente una tradición de signo contrario: la de contemplar y especular en vez de experimentar, que se achaca a la cultura española, sobre todo después de que un gran español hiciera, en pleno siglo XX, la desafortunada propuesta “*¡Que inventen otros!*”. El Real

³ K. I. Enge y S. Whiteford, *The Keepers of Water and Earth: Mexican Rural Social Organization and Irrigation*, Austin, University of Texas Press, 1989, 222 pp.

⁴ *Reales Ordenanzas para la Dirección, Régimen y Gobierno del Importante Cuerpo de la Minería de la Nueva España y su Real Tribunal General*, edición facsimilar del original impreso en Madrid en 1783, Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 1976, pp. 191-203.

⁵ J. Joaquín Izquierdo, *La Primera Casa de las Ciencias en México: El Real Seminario de Minería*, México, Ediciones Ciencia, 1958, 272 pp.

Seminario es evidencia de que tal actitud ha tenido contrapesos, pero la tradición antitecnológica existe y se manifiesta al menos como inercia que exige esfuerzo para superarla.

Analicemos, con base en todo lo anterior, los hechos históricos de las tres épocas señaladas.

1880-1910: progreso material y falta de confianza en nuestras capacidades

Es la era de Porfirio Díaz. Sus políticas priorizaron la construcción de infraestructura para la intercomunicación del país y una incipiente industrialización. Se construyeron ferrocarriles y puertos en gran escala sin acudir a la ingeniería nacional ni buscar la distribución de los beneficios. La necesidad de vías de comunicación era obvia, pues hasta entonces el país había sido un mero agregado de regiones aisladas. El contraste con los Estados Unidos también era evidente, ya que en menos de un siglo éstos pasaban, de ser un pequeño grupo de colonias, a convertirse en potencia mundial con un enorme territorio integrado y productivo que incluía la mitad del nuestro original. En lo material, su logro se debía a la red de ferrocarriles, caminos, puentes y canales que le daban unidad y permitían la explotación intensa de sus recursos naturales y su industrialización. Porfirio Díaz siguió este ejemplo y al hacerlo movilizó por primera vez el potencial de México, creó una economía de mercado y logró un superávit en las finanzas públicas.⁶ Empero, la dependencia de capitales y capacidades técnicas extranjeros era extrema.

La tabla 1 muestra que antes del porfirismo, de 1860 a 1870, la inversión en fomento económico había sido sólo 3.36% del gasto federal. En cambio, de 1880 a 1890 subió a 11.76 % y en las dos siguientes décadas promedió 15.01 y 25.45 %.⁷ Así, la inversión en infraestructura de 1895 a 1910 creció a una espectacular tasa media anual de 12.1%.⁸

Tabla 1. Indicadores de políticas económicas 1880-1910*

INDICADOR	AÑOS							
	1860	1870	1880	1890	1900	1910		
1. Gasto del gobierno en infraestructura (% del gasto total)	3.36		11.76		15.01		25.45	
2. Tasa media anual de crecimiento de la inversión en infraestructura (%)				1894	12.1			

* El origen de los datos de esta tabla y las siguientes se indica caso a caso en notas a pie de página.

En a tabla 2 se indican algunos resultados de aquellas políticas: de 1890 a 1900 el PIB creció a tasa anual de 2.2 % en promedio, y a 2.6 % de 1900 a 1910. Pero para lograrlo, de 1884 a 1910 la deuda externa creció 8.58 % por año, cuatro veces más que el PIB, es decir, se multiplicó 85

⁶ Leopoldo Solís. *Evolución de la Economía Mexicana*, El Colegio Nacional, México, 1999, p. 119.

⁷ *Ibid.*, p.173.

⁸ *Ibid.*, pp. 128-132.

veces en 26 años. Fue el costo de depender no sólo del capital externo, sino del saber-hacer ajeno. Pese a todo, al final del porfirismo México tenía crédito y capacidad de pago mayores que nunca antes.⁹ El programa de obras públicas pudo haber disparado el desarrollo de nuestra ingeniería de haberse propiciado que ingenieros mexicanos participaran en él, pero no fue así: tanto el diseño como la construcción de los grandes proyectos se contrataron con empresas extranjeras y éstas no empleaban a ingenieros mexicanos sino en posiciones de baja responsabilidad. Ciertamente que nuestros ingenieros carecían entonces de experiencia en obras como las ferroviarias, vanguardia de la tecnología del momento; pero dado que la construcción de infraestructura era un programa de largo plazo y la Escuela de Ingenieros producía egresados excelentes, es injustificable que no se buscara aprovechar las capacidades de éstos y la oportunidad de aquel. El hecho es que no se confiaba en las capacidades de los mexicanos ni en que pudieran desempeñar un papel mayor en su propio desarrollo, y un círculo vicioso de causas y efectos hacía que 80% de los mexicanos no tuvieran acceso a la educación.

Tabla 2. Indicadores de crecimiento 1880-1910

INDICADOR	AÑOS					
	1885	1890	1895	1900	1905	1910
1. Tasa media anual de crecimiento del PIB (%)		2.2		2.6		
2. Tasa media anual de crecimiento de la deuda externa (%)	1884		8.58			

Percibo en las políticas de aquella época algunas preocupantes semejanzas con lo que hoy sucede. Por ejemplo, el diagnóstico oficial de nuestra industria petrolera, en el que se basa el proyecto de reformas legales que recientemente se ha hecho llegar al Congreso de la Unión, pone en duda las capacidades especializadas de PEMEX, incluso algunas ya demostradas en la práctica, por lo que la complejidad de los problemas que la industria enfrenta sirve de argumento para proponer que tales problemas se pongan en manos de empresas extranjeras. Por depender de empresas extranjeras el porfirismo desperdició una gran oportunidad para que la ingeniería mexicana avanzara y el país creciera con más autonomía. Lo que hoy se propone en relación con PEMEX tendría efectos aún más graves, pues en opinión de calificados juristas (y de simples ciudadanos capaces de hacer inferencias lógicas) dichas reformas darían disimulada marcha atrás a logros de la expropiación de 1938 que están plasmados en la Constitución. Esto es muy peligroso cuando la historia ha probado una y otra vez la importancia estratégica del petróleo y la mayoría de los mexicanos recuerda las causas y circunstancias de la expropiación. Sorprende por eso que los autores del proyecto no prevean el desprestigio y los riesgos de que se disimule (o parezca disimularse) la motivación de un proyecto tan importante. ¿Qué decidirá el Congreso al respecto? Depende de cuántos ciudadanos y legisladores conozcan la historia patria.

⁹ *Ibid.*, p. 144.

Con admirable seguridad en sí mismos, Porfirio Díaz y los suyos creían conducir a México en la dirección correcta, y suponían que solamente ellos y no otros mexicanos, menos aún todo el resto de los mexicanos, tenían capacidades para hacerlo. Mejoraron la infraestructura y la economía del país, pero los problemas políticos y sociales se acumulaban y un día de 1910 se desencadenó un alud imparables: lección de la historia que es peligroso olvidar.

1920-1976: de la confianza en lo propio al desarrollo acelerado

La fase armada de la Revolución duró alrededor de una década. En ese lapso nada material pudieron construir los gobiernos que de ella surgieron; pero en lo político dotaron al país de una sólida base conceptual, pues con conocimiento de nuestra historia, todas las facciones se pusieron de acuerdo en el texto de la Constitución de 1917, guía para la necesaria transformación que en seguida se emprendería.

Organizar la educación fue el primer paso y un gran logro. Con Álvaro Obregón como presidente y José Vasconcelos como secretario de Educación la obra de la Revolución adquirió así perfiles sobresalientes. No se podía avanzar si una mayoría abrumadora era analfabeta. El gasto federal en educación creció más de diez veces en cuatro años: de 1.3% del total en 1920 a 4% en 1921, a 9.3% en 1924 y así hasta alcanzar 11.8 % en 1934.¹⁰ En 1921, a la vez que se traducían y difundían masivamente a los clásicos de la cultura universal, nacieron las llamadas Casas del Pueblo y las Misiones Culturales, las primeras para llevar educación elemental a todas las regiones rurales, y las segundas para capacitar integralmente, sobre la marcha y en su propio medio, a maestros rurales y comunidades. En 1922 se creó la Escuela Técnica de Maestros Constructores; en 1923, el Instituto Técnico Industrial que en 1928 ya tenía 27 planteles operando; en 1925, la Escuela Nacional de Maestros y en 1926 las Escuelas Centrales Agrícolas. Cada modalidad educativa estaba ligada a un programa de desarrollo; por ejemplo, las Escuelas Centrales Agrícolas preparaban a quienes usarían la infraestructura de riego que se construía para impulsar la productividad del campo.¹¹

Llevar educación a todas las clases sociales fue un esfuerzo heroico y exitoso que creó una nueva realidad; los mexicanos recuperaron la confianza en sí mismos y la de su gobierno, que el porfirismo les había negado. Después, la infraestructura carretera, hidroagrícola, energética y de educación superior se amplió a escala insospechada. Se pudo entonces fomentar la industria y la urbanización, ampliar el mercado interno y, finalmente, comenzar una incipiente pero rigurosa actividad en las ciencias, aunque la innovación tecnológica en las empresas siguió siendo la gran ausente.

Miles de familias mexicanas pobres pasaron a engrosar la clase media y esto indujo etapas más avanzadas en educación y en fomento industrial. El nacimiento del Instituto Politécnico Nacional en 1936 ensanchó las oportunidades educativas y el de la Comisión Federal de Electricidad en 1937 impulsó la electrificación rural que se negaban a hacer las empresas extranjeras del ramo. Como resultado se ampliaron las capacidades de la ingeniería nacional y se hizo posible la industrialización.

¹⁰ Carlos Tello. *Estado y Desarrollo Económico: México 1920-2006*, Facultad de Economía, UNAM, México, 2007, p. 121.

¹¹ Solís, *op. cit.*, p.196.

A fin de delinear y poner en marcha la política carretera, el presidente Calles había creado en 1925 la Comisión Nacional de Caminos. Sus primeras obras fueron radiales, de México a Nuevo Laredo, a Veracruz y a Acapulco, y para mayor cobertura buscó que el trazo de las carreteras no coincidiera con el de los ferrocarriles. Luego se hicieron carreteras locales alrededor de las principales ciudades del país y siguieron construyéndose ferrocarriles: en primer lugar el Sudpacífico, que uniría Nogales, Hermosillo, Guaymas, Mazatlán, Tepic y Guadalajara, con lo que la producción agrícola del Noroeste pudo llegar a gran parte del país.

En 1926 se emitió la ley que declaraba de utilidad pública el riego agrícola y creaba la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) como autoridad responsable de dar concesiones a particulares, construir las grandes obras que éstos no emprendieran y operarlas una vez concluidas mientras no se vendieran las tierras irrigadas. Esto marcó el renacimiento de nuestra tradición en ingeniería hidráulica y tendría repercusión en muchos campos. Las capacidades profesionales desarrolladas en la CNI ampliaron y revitalizaron aquella tradición e hicieron posibles muchos otros aprovechamientos, como los hidroeléctricos, de control de avenidas y de dotación de agua potable a las ciudades.

Calles fijó un plazo para que la planeación, el diseño y la construcción de las grandes obras hidráulicas pasaran, de las empresas extranjeras que se habían venido contratando para ese fin, a manos de ingenieros mexicanos bien capacitados, y dispuso que sólo si estos lo estimaban necesario se buscara apoyo extranjero temporal. Para no posponer la construcción de obras ya planeadas, un mes después de creada, la Comisión firmó con la White Engineering Corporation de Estados Unidos uno de los últimos contratos con empresas extranjeras, limitado a auxiliar a los mexicanos en cuestiones expresamente definidas del diseño y la construcción de cuatro grandes presas. Ese mismo año la CNI compró a sus dueños extranjeros los sistemas de riego del Valle del Mezquital en Hidalgo y del Valle del Yaqui en Sonora, que luego se fraccionaron y vendieron a pequeños propietarios.¹² La estrategia era integral e incluía: incrementar la superficie irrigada para asegurar el abasto nacional; arraigar a una porción de campesinos convirtiéndolos en pequeños propietarios; formar una nueva generación de agricultores con conocimiento de técnicas agropecuarias modernas; aumentar la productividad del campo, y llevar pobladores mexicanos a tierras ociosas cerca de la frontera norte para precaverse de la tentación expansionista de nuestros vecinos. Las obras se construyeron casi totalmente con asignaciones presupuestales. Esta política continuó en las décadas siguientes; en el régimen de Miguel Alemán la CNI se convirtió en Secretaría de Recursos Hidráulicos y el incremento de tierras irrigadas fue mayor que en los sexenios de Cárdenas y Ávila Camacho juntos.

La política de Calles aquí reseñada constituye otra lección sobre el modo de encarar nuestros problemas, esto es: no dejar a extranjeros nuestras decisiones estratégicas ni traer de fuera a quienes resuelvan problemas nuestros tan sólo porque parecen complejos, antítesis de algunas políticas nacionales de hoy, basadas en el llamado “consenso de Washington” y en la invitación indiscriminada a inversionistas externos para que exploten nuestros recursos y mercado en condiciones privilegiadas por asimétricas.

¹² Solís, *op. cit.*, pp. 196-197.

Tabla 3a. Indicadores de políticas económicas 1925-1955

INDICADOR	AÑOS						
	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955
1. Gasto del gobierno en fomento económico (% del gasto total)	1926 3.1	1928 6.7	1936 42.6			1952 56.9	1954 57.9
2. Inversión pública (% del PIB)				1939 ◁	12		1954 ▷
3. Inversión privada, (% del PIB)				◁	12		▷

Tabla 3b. Indicadores de políticas económicas 1955-1976

INDICADOR	AÑOS				
	1955	1960	1965	1970	1976
1. Gasto del gobierno en fomento económico (% del gasto total)		1958 39		1970 55	
2. Gasto del gobierno en desarrollo social (% del gasto total)		1958 19		1970 32	
3. Gasto del gobierno en administración (% del gasto total)		1958 42		1970 13	

Algunos indicadores de las políticas económicas de 1925 a 1955 se muestran en la tabla 3a. El gasto en fomento económico dio prioridad al programa de irrigación descrito, y creció como indica el primer renglón de la tabla: 3.1% de los egresos del gobierno en 1926, 6.7% en 1928 y así hasta llegar a 42.6% en 1936. Pese al boicot contra México por la expropiación del petróleo, la economía no dejó de crecer y a partir de 1940 lo hizo a tasas suficientes para que la inversión en fomento económico subiera a 56.9% del gasto público en 1952 y a 57.9% en 1954, porcentaje casi diez veces mayor que aquel con que nació el programa de irrigación en 1926.¹³ En la propia tabla se ve que de 1939 a 1954 la inversión, tanto pública como privada, alcanzó 12% del PIB cada año, esto es, creció 1400% en dicho periodo.¹⁴

¹³ *Ibid.*, pp. 197-212.

¹⁴ *Ibid.*, pp. 266-267.

Como se indica en la tabla 3b, salvo en 1958, el gasto en fomento económico se mantuvo por encima de 50 % del gasto total del gobierno hasta mediados de la década de 1970, y el de desarrollo social creció de 19 % a 32 %. Contribuyó a estos resultados tan positivos el hecho de que en ese periodo el gasto de administración como fracción del gasto gubernamental bajara de 42 % a 13 %, ¹⁵ prueba empírica de que un gobierno sí puede ser eficiente (e indicio de que el enorme aumento del gasto corriente de los últimos veinte años es una de las causas del estancamiento de hoy, que dura ya un cuarto de siglo).

Los efectos de tales políticas se perciben en la tabla 4, cuyo primer renglón muestra la tasa anual media a la que creció el PIB: 8.3 % de 1933 a 1936, y 6.3 % anual en promedio de entonces a 1975. Como la inflación era de 5 % al año y el tipo de cambio peso/dólar fue estable ¹⁶, este crecimiento y la creciente oferta de bienes y servicios generada por la política de fomento económico fortalecieron el mercado interno. Para las familias, lo más sobresaliente de esta época extraordinaria fue que, aun creciendo la población más de 3 % al año, el PIB por persona aumentó 3.4 % anual durante más de 30 años, el más largo periodo de alto crecimiento de nuestra historia. ^{17, 18} Como era de esperarse, la masiva inversión en infraestructura y en fomento benefició a todos los sectores, entre ellos la ingeniería. En el renglón 3 de la tabla se ve que de 1958 a 1970 el PIB de la construcción creció a tasa media anual de 8.5% en términos reales. ¹⁹

Tabla 4. Indicadores de crecimiento 1920-1975

INDICADOR	AÑOS					
	1930	1940	1950	1960	1970	1980
1. Tasa media anual de crecimiento del PIB (%)	1933 1936 8.3		6.3		1975	
2. Tasa media anual de crecimiento del PIB por persona (%)	1936		3.4		1975	
3. Tasa media anual de crecimiento del PIB atribuible a construcción (%)	1958		8.5		1970	

Las políticas públicas de la época fueron exitosas porque ampliaron el mercado interno, lo que propició la industrialización, fortaleció las capacidades técnicas nacionales, realimentó positivamente el crecimiento y demostró que el medio más eficaz de combatir la pobreza es la creación de empleos. El detonador fue la decisión de poner en manos de mexicanos las obras públicas que desde el porfirismo hasta los primeros años posrevolucionarios habían venido

¹⁵ *Ibid.*, p. 147.

¹⁶ Solís, *op. cit.*, p. 205.

¹⁷ Tello, *op. cit.*, p. 612.

¹⁸ Solís, *op. cit.*, p. 317.

¹⁹ Tello, *op. cit.*, pp. 359-368.

planeando, diseñando y construyendo empresas extranjeras. Esto produjo también un cambio en el ánimo colectivo, por lo que en adelante México enfrentaría con optimismo desafíos como la nacionalización del petróleo, que se convirtió en otra experiencia exitosa pese a su complejidad y dio lugar a que en los siguientes 50 años el desarrollo del país fuera más integral que nunca antes.

En 1936 la Comisión Nacional de Irrigación creó sus Laboratorios de Ingeniería Experimental, primera organización mexicana en que se aplicaron sistemáticamente métodos analíticos y experimentales para innovar en todos los campos de la ingeniería civil. La labor de esos Laboratorios fue trascendente, pues aceleró la formación de una elite de ingenieros cada vez más capaces; algunos de ellos, como Fernando Hiriart, Nabor Carrillo, Gerardo Cruikshanck, Raúl J. Marsal, Raúl Sandoval y otros, serían luego creadores de instituciones que contribuirían a mejorar la ingeniería, la educación, la administración pública y otras actividades. Así renació en México la investigación y poco después empresas de diversos ramos empezaron a implantar mecanismos de absorción y adaptación de tecnología.

El renacimiento de la ingeniería hidráulica en 1926 y el exitoso manejo de la industria petrolera de 1938 a 1976 encierran una enseñanza sobre los efectos de ciertas variables subjetivas y muestran que en asuntos de Estado el éxito depende de decidir en función de los intereses nacionales y luego enfrentar los problemas con todos los recursos anímicos y materiales de la colectividad. Es claro que una nación sólo puede aprender haciendo, propiciando el aprendizaje acelerado, y si requiere apoyo externo, escogiéndolo muy selectivamente, especificándolo con el máximo detalle y sin ceder capacidad de decisión. Eso hizo México en aquella época, y la prueba de que fue atinado es que de 1950 a 1970 fuimos uno de los tres países que más crecieron: 6.8 % anual en promedio durante 20 años continuos. Sólo Japón y Corea crecieron más en ese lapso.²⁰

En otros aspectos también se avanzaba. La investigación resurgió tras más de un siglo, reanimada por motivos tanto académicos como prácticos. En el ambiente de rigor científico de la Escuela de Ingenieros se incubaron la Facultad de Ciencias y los Institutos de Física, Matemáticas, Geofísica, Geología e Ingeniería de la UNAM. Poco antes de la creación de este último se inauguró la Ciudad Universitaria, síntesis mexicana de arquitectura, ingeniería, y artes plásticas que evidenció confianza en el futuro; su calidad de concepción y ejecución mostró las capacidades de los profesionales mexicanos que la realizaron, la mayoría muy jóvenes.

Apoyada por la investigación, la ingeniería civil casi logró autosuficiencia, mientras en paralelo crecían las ingenierías petrolera, química, geológica y eléctrica, ante el reto de sacar adelante, primero, a PEMEX y la Comisión Federal de Electricidad, y luego la industrialización que ambas empresas contribuyeron a detonar y mantener viable. En el proceso se crearon nuevas instituciones de investigación: el Instituto Mexicano del Petróleo, para la innovación tecnológica de la industria petrolera; el de Investigaciones Eléctricas y el Nacional de Energía Nuclear, ligados a necesidades de la CFE; el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, activo tanto en las ciencias básicas como en algunas ramas de la innovación tecnológica, y nuevos centros e institutos de investigación en la UNAM.

El rincón oscuro entre tantos logros luminosos siguió siendo la falta de innovación tecnológica en la industria y los servicios. Hubo esfuerzos empresariales al respecto, pero aislados, escasos o

²⁰ Tello, *op. cit.*, p.366.

tardíos. Por ejemplo, en diciembre de 1977 la empresa regiomontana Vitro creó su propio mecanismo de innovación y se esperaba que su ejemplo pronto se extendiera. Eran prometedores el tino y la celeridad con que la empresa, a partir de la visión de sus ingenieros, comenzó a definir y emprender proyectos de innovación. Fue desafortunado que este esfuerzo no hubiera comenzado décadas antes, pues la crisis de 1982 y el cambio de políticas públicas estaban ya muy cercanos y acabarían con aquellas expectativas pocos años después.

Visto en retrospectiva, el momento ideal para que México emprendiera un esfuerzo ambicioso de innovación tecnológica pudo haber sido 1945, pues el auge económico de esos años garantizaba el crecimiento del PIB durante tiempo suficiente para volver sostenible el desarrollo de tecnología propia, al menos en sectores selectos, como lo hizo Japón en ese tiempo. De 1945 a 1970, el alto y prolongado crecimiento del PIB total y por persona habrían permitido destinar cuantiosos recursos a la innovación y el desarrollo tecnológico de la industria. En un país en desarrollo se requieren subsidios gubernamentales transitorios para este fin, porque el riesgo implícito no puede ser soportado empresa por empresa mientras cada una no logra suficiente diversificación de sus mercados. La rama en mejores condiciones para hacerlo era la de servicios de ingeniería y construcción, por estar más cerca de la autosuficiencia tecnológica que ninguna otra y por su alto crecimiento hasta la década de los setentas (8.5 % anual de 1958 a 1970, como indica el renglón 3 de la tabla 4). Pero salvo excepciones tal esfuerzo no se realizó. Se dejó pasar la oportunidad y los costos que se pagaron por las propias empresas de la construcción fueron altos, pues muchas de ellas no sobrevivieron cuando la demanda interna cayó y no tuvieron tecnología para competir en mercados del exterior e incluso en el propio.

1977 al presente: otra vez desconfianza en lo nuestro y estancamiento

En 1977 el gobierno comenzó a abandonar tanto su papel de promotor del crecimiento como la confianza en la ingeniería nacional. La economía perdió impulso y terminó basándose sólo en la exportación masiva de un recurso no renovable, el petróleo. En esas fechas ya se justificaba revisar las políticas que no funcionaban, pero al hacerlo las decisiones clave fueron erradas: por ejemplo, se abandonaron políticas que habían sido fructíferas, en especial la de confiar en las capacidades propias, y se siguió soslayando la innovación tecnológica. La crisis se produjo por mantener durante decenios una política de sustitución de importaciones con productos hechos en plantas absolutamente dependientes de tecnología extranjera, que por onerosa nos endeudó.

Los renglones 1 y 2 de la tabla 5 indican que de 1976 a 1982 la extracción de petróleo creció a tasa media anual de 20.1 %, por lo que se triplicó en seis años, y los ingresos por su venta subieron 46.8 % al año, decuplicándose en el sexenio.²¹ Según se ve en los renglones 3 y 4, con esos ingresos poco confiables, de 1978 a 1981 se financió una inversión anual de 20% del PIB, la mitad de ella pública.²² Tras la crisis de la deuda la inversión pública cayó a menos de 4 % del PIB, orden de magnitud en el que se ha mantenido, como se ve en el renglón 4.²³ Por su parte, la raquíta inversión federal en ciencia y tecnología anotada en el renglón 5 revela la ausencia casi absoluta de promoción y estímulo para que las empresas innoven.²⁴

²¹ Tello, *op. cit.*, pp. 163-164 y 563-568.

²² *Ibid.*, p.554.

²³ *Ibid.*, p. 645.

²⁴ CONACYT, *Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2005*, México, 2006, p. 19.

Tabla 5. Indicadores de políticas económicas 1975-2005

INDICADOR	AÑOS							
	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	
1. Tasa media anual de crecimiento del volumen de petróleo extraído (%)								
2. Tasa media anual de crecimiento del ingreso de divisas por exportación de petróleo (%)								
3. Inversión pública y privada (% del PIB)								
4. Inversión pública (% del PIB)		1981 10.6		1988 3.9		2000 3.7		
5. Gasto federal en C y T (% del PIB)					1995 0.35	1998 0.46	2000 0.42	2005 0.37

Los resultados de tales políticas se observan en los renglones 1 a 3 de la tabla 6: en 1982 el PIB disminuyó y de 1980 a 2000 apenas crecería 2.1 % anual en promedio, en contraste con el 6.3 % de décadas previas; así el PIB por persona sólo subió 1.5 % al año y el de la industria de la construcción cayó de 8.5 % a menos de la cuarta parte.

Por otro lado, en los renglones 4 a 6 de la misma tabla se observa que el déficit financiero pasó de 3.56 % del PIB en 1970 a 9.50 % en 1976 y a 16.95 % en 1982, pues las importaciones crecían mucho más que las exportaciones.²⁵ Se repetía lo ocurrido durante el porfirismo: para mantener en operación la planta productiva, la importación de bienes de capital y tecnología tenía que crecer a tasa tres o más veces la del PIB. Las divisas para cubrir el déficit provenían de créditos con interés inicialmente bajo pero que subió drásticamente en 1982, lo que desató la crisis. La banca internacional cesó de prestarnos y el país fue incapaz de pagar siquiera los intereses de su deuda. Hoy se sabe que esta sucesión de eventos fue resultado de un proceso de ocho años de duración, muy bien planeado por los países desarrollados a fin de resarcirse de lo que habían pagado tras el *shock* petrolero de 1973 impuesto por la OPEP.²⁶ La lección que encierra esta historia es sencilla e importantísima: el colapso de México y otros países en 1982 se debió a su rezago tecnológico, estimulado desde el exterior y continuamente inadvertido desde dentro; de aquí que haya muchos responsables. Así comenzó el estancamiento que ahora vivimos, con

²⁵ Tello, *op. cit.*, pp. 487 y 550.

²⁶ “Technology and the oil nations: quick leap to modernization unlikely”, en *Science*, vol. 90, noviembre de 1975, pp. 766-767.

consecuencias catastróficas para todos y, desde luego para la ingeniería, pues la reducción del mercado nacional hizo imposible mantener la capacidad instalada, que en gran parte se perdió. Nuestras firmas tampoco pudieron competir en el extranjero, por eso y porque el gobierno ha optado por no apoyarlas, mientras otros gobiernos sí lo hacen con las suyas.

Tabla 6. Indicadores de crecimiento 1975-2005

INDICADOR	AÑOS								
	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	
1. Tasa media anual de crecimiento del PIB (%)		6.3	1978 1981 9	1982 -0.6		2.1			
2. Tasa media anual de crecimiento del PIB por persona (%)		3.4	1975	1981		1.5			
3. Tasa media anual de crecimiento del PIB de construcción (%)	1970 8.5			2(?)	1990			4	
4. Déficit financiero (% del PIB)	1970 3.56	1976 9.50	1982 16.95						
5. Tasa media anual de crecimiento de las importaciones (%)				1984	22.4	1993	7.6	2003	
6. Tasa media anual de crecimiento de las exportaciones (%)				1984	9.3	1993	11.9	2003	

Otra política nefasta de esta época es el estrangulamiento impuesto a las inversiones de PEMEX desde hace cuatro lustros, cuyos efectos sirven ahora para mostrar los rezagos y criticar por ellos a la empresa, pero no a quienes la asfixian. A los ojos de cualquier observador, esto es tan severo y artificioso que parece diseñado para desprestigiar a PEMEX y justificar así reformas legislativas acordes con los intereses extranjeros que presionan públicamente para que se les

permita invertir en nuestro rentable negocio petrolero. Pese a los desorbitados ingresos de la empresa de 1976 a 1982 y de 2000 a la fecha, no se le ha permitido invertir en exploración ni en refinación para mantener al menos niveles de reservas y producción de refinados que garanticen el abasto interno. Hasta 1976 PEMEX era en tecnología casi autosuficiente, y hoy confiesa incapacidad para hacer lo que antes hacía; en cambio, Brasil carecía de esas capacidades hace 30 años y hoy las domina. Es claro que el gobierno necesita más ingresos, pero en vez de hacer una reforma fiscal se usa esta política para inducir la conclusión de que PEMEX es ineficaz y sólo empresas privadas (extranjeras) son capaces de cumplir sus funciones. Otra faceta igualmente grave de la política petrolera actual es que exportamos la mitad del crudo producido, exponiéndonos a que un día tengamos que comprarlo a precio inalcanzable, mientras se derrochan en gasto corriente los cuantiosos ingresos por la venta de ese bien no renovable.

Uno de los pocos eventos positivos de esta época es el cambio en la tendencia de exportaciones e importaciones observable en los dos últimos renglones de la tabla 6.²⁷ La década de 1984 a 1993 apuntaba a un desastre, pues las exportaciones crecían 9.3 % al año y las importaciones 22.4 % debido a lo oneroso de nuestra dependencia tecnológica. En la década siguiente, tras la firma del TLC con Estados Unidos y Canadá en 1994, la tendencia cambió de signo: la tasa anual de crecimiento de la importaciones bajó a la tercera parte (7.6 %) y la de las exportaciones subió a 11.3 %. Sin embargo, la base de esta evolución ya se está erosionando, otra vez por efecto de la innovación tecnológica que no hacen nuestras empresas y las de nuestros competidores sí.

Conclusión

La historia de nuestra ingeniería revela relaciones causa-efecto que explican el pasado y permiten distinguir entre políticas deseables e indeseables. Al analizar las políticas públicas de las tres épocas indicadas y sus respectivos efectos en el desarrollo de capacidades de la ingeniería nacional se concluye: 1) que las políticas más eficaces son las que propician que tales capacidades, sea cual sea su grado de desarrollo previo, se movilicen al máximo en cada momento; 2) que también benefician a la ingeniería las políticas que amplían la educación, producen crecimiento económico o mejoran la distribución del ingreso, es decir, las mismas que favorecen a la nación en general, y 3) que el desinterés por la innovación tecnológica en las empresas termina por imponer un límite infranqueable incluso a las políticas públicas más eficaces en la promoción del desarrollo. Estas tres correlaciones empíricas bastan para explicar la descomposición social y política del país y el estancamiento de la ingeniería tanto en el porfirismo como de 1977 a la fecha. Igualmente explican el gran desarrollo económico y de capacidades de la ingeniería mexicana de 1926 a 1976, nuestro más fructífero medio siglo. Con esta perspectiva es evidente la necesidad de tomar en cuenta tales lecciones de la historia para encarar nuestros dilemas presentes y futuros.

Junio 4 del 2008

²⁷ Tello. *op. cit.*, p. 691.