



Ciencia y tecnología en México a mediados del siglo XIX

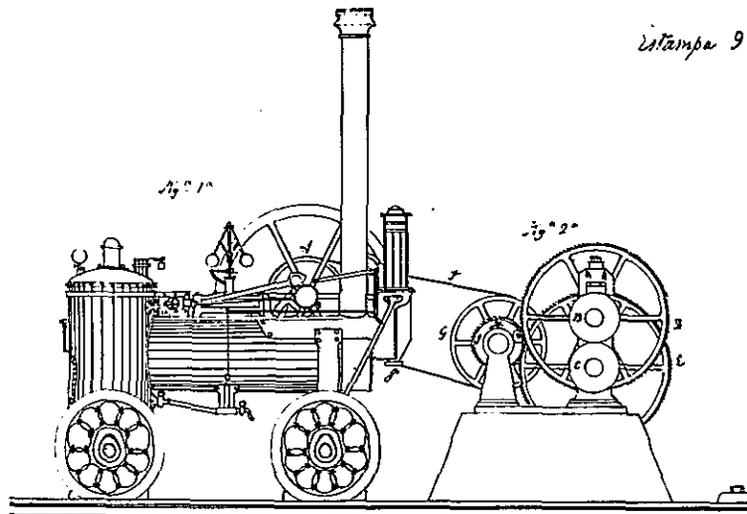
La historia de la tecnología en México, como la de cualquier otro país, plantea al historiador de la ciencia varios problemas, entre los que destacan dos con particular relieve. El primero de ellos es de deslinde: dónde termina la ciencia como conocimiento puro y empieza la tecnología como conocimiento aplicado a la transformación de la naturaleza. Es claro que este problema, así considerado unilateralmente, atiende sólo al caso de que una serie de conceptos científicos bien definidos puedan derivar hacia tecnologías específicas, lo que es característico ciertamente de las tecnologías de nuestros días pero no lo ha sido de épocas anteriores, en las cuales las técnicas —para emplear un término más amplio— marcharon independientemente de la investigación científica y en no pocos casos la precedieron. Mientras más nos remontemos hacia atrás en el tiempo nos percatamos de que el desarrollo de la tecnología no siempre fue efecto de un descubrimiento científico sino a menudo causa de él. Sin embargo, desde el siglo XVII el fenómeno inverso se ha dado con mayor frecuencia: las tecnologías dependen cada vez más de los avances científicos y este es el problema básico al que nos enfrentamos al estudiar la evolución de las ciencias y sus vínculos con las tecnologías.

El segundo problema puede considerarse consecuencia o derivación lógica del anterior. ¿Hasta qué punto el avance tecnológico de una sociedad refleja su avance científico? Es decir: ¿existe la posibilidad de establecer un nexo válido para aquilatar el estado de la ciencia en un momento determinado de nuestro pasado, considerado en función de las innovaciones tecnológicas? Y de ser así, ¿cuál fue el efecto de las unas sobre las otras?

El desenvolvimiento científico de México, desde el siglo XVI hasta hoy, nos revela la influencia lenta pero creciente de las ciencias puras sobre las tecnologías. Es de todos conocida la estrecha relación que ha existido entre los estudios de matemática y astronomía con la náutica, la cartografía, la ingeniería o la agrimensura, de la botánica con la farmacoterapia, de la química con la metalurgia o de la geología con la minería. Ciertamente los factores históricos que debemos tener en cuenta al correlacionar estos aspectos son

muchos y muy variados. Sin embargo, es difícil negar, que en más de un sentido, conocer la tecnología del México de los siglos XVI al XIX es una muy viable puerta de acceso para esclarecer no pocas de las facetas de su avance o de su atraso científicos, y el siglo XIX no es la excepción.

Diversos estudios han puesto de manifiesto el estado de postración en que quedó el país, después de la guerra de Independencia. Los trabajos científicos que durante el período ilustrado habían alcanzado un extraordinario nivel entraron en una larga declinación que duraría hasta mediados del siglo. Pese a los empeños de un buen número de sabios es evidente que el periodo que corre de 1821 a 1850 no fue particularmente propicio para la investigación científica, sino todo lo contrario. Y lo mismo puede decirse de la tecnología: se conservaron viejos sistemas, los cuales fueron apenas modificados. Las pocas innovaciones técnicas que se realizaron partieron casi siempre de bases puramente empíricas, por ejemplo, en las tentativas de reformar los procedimientos metalúrgicos: en el beneficio de la plata, en los implementos agrícolas o en los procesos manufactureros.



Sistema metalúrgico. Archivo General de la Nación,
serie Patentes, caja 6, exp. 398.

A partir de 1850 —como bien ha sido visto por varios autores— se perciben las primeras tentativas tendientes a modificar ese estado de cosas. La creación del Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio, en abril de

1853, marca sin duda un hito no sólo en la historia de la tecnología mexicana sino también de la ciencia, ya que es obvio que desde aquel entonces los avances científicos fueron imponiendo paulatinamente sus teorías y procedimientos a la producción en gran escala; por medio de reformas tecnológicas que partían ya no de bases puramente empíricas sino de prácticas de laboratorio precisas y cuantificables. No es exagerado afirmar ahora, en vista de la rica documentación existente, que la profunda renovación científica que se llevó a cabo en México, en el último tercio del siglo XIX, y su concomitante proceso de industrialización se gestó de 1850 a 1860, gracias al estímulo que recibieron los estudios científicos en ese lapso y a la creación de un ministerio que pudiera capitalizar los esfuerzos de los inventores, técnicos e industriales deseosos de reformar o de innovar sus sistemas productivos. Un testigo de la época, Santiago Ramírez, afirmó que la creación del Ministerio de Fomento se dio como una respuesta a los adelantos en el cultivo de las ciencias puras y al deseo gubernamental de impulsar la industrialización pero, sobre todo, a "los amplios horizontes que comenzaban a abrirse al talento" de los hombres de ciencia mexicanos.

En el discurso que Urbano Fonseca pronunció, el 5 de noviembre de 1854, en la Exposición de la Industria Mexicana, realizada por los empeños del ministro de Fomento, Joaquín Velázquez de León (1803-1882), se hacía hincapié en que los avances tecnológicos debían hacerse partir del "cultivo de las ciencias y de las artes útiles". En ese memorable discurso Fonseca indicó que la industrialización de México sólo podía realizarse por la labor de técnicos que poseyeran bases científicas: "el primer paso que debemos dar —afirmó una y otra vez— es sin duda, el de dedicarnos a las ciencias exactas y físicas, a las prácticas y de aplicación". Subrayó que solamente un conocimiento científico adecuado permitiría una mayor eficacia en los procesos industriales, una mejor calidad en los productos y un más preciso control de los costos de operación. Hacía un llamado a abandonar el "ciego empirismo" de las prácticas agrícolas y a aplicar los avances en química y en otras disciplinas, para lograr un mejor aprovechamiento del campo. De esta forma México crearía lo que denominó una "ciencia agrícola" propia que respondiera a sus necesidades.

En este marco se desarrolló la labor del Ministerio de Fomento durante la breve pero increíblemente laboriosa gestión de Velázquez de León. Apenas parece posible que en poco más de dos años (26 de abril de 1853 al 12 de agosto de 1855) y en condiciones políticas y económicas poco favorables se hayan emprendido tantos y tan valiosos proyectos. Una apretada síntesis de lo emprendido y lo logrado la dio un amigo y discípulo de Velázquez de León en 1885.

El balance de lo realizado por este eminente científico dice así:

"La navegación en sus relaciones con el comercio, los pesos y medidas, los telégrafos, las patentes de privilegio, los diferentes ramos de la industria . . . las exposiciones, entre las que merece mencionarse la que se verificó en noviembre de 1854, la Geografía como ramo de Administración en toda su generalidad, la Estadística en sus múltiples manifestaciones, las comunicaciones interiores e interoceánicas, y en una palabra, todo lo que está relacionado con el bienestar general dependiente de su Ministerio, fue el punto objetivo de sus aspiraciones, la materia de sus estudios más profundos, de sus iniciativas más ilustradas, de sus trabajos más eficaces y de sus más acertadas disposiciones."

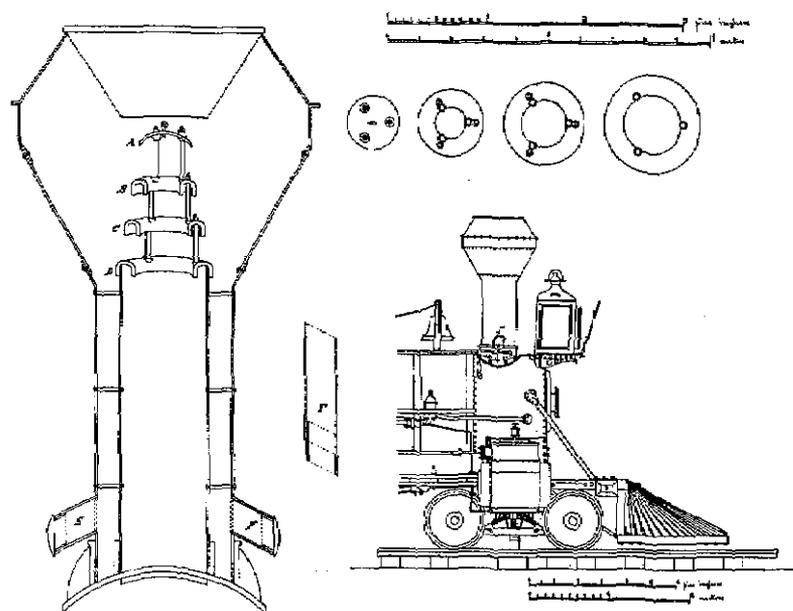
Además, creó una Escuela de Artes y Oficios (7 de octubre de 1853), una Escuela Especial de Comercio (28 de enero de 1854), y la Escuela Práctica de Minas y Metalurgia (30 de julio de 1853); Velázquez de León puso particular empeño en esta última, comisionó a su sobrino Miguel para estructurar los planes de estudio. Introdujo las cátedras de Mecánica Racional e Industrial y de Análisis Químico, fundó laboratorios de química avanzada y de física, dotados de excelente equipo, y se preocupó de enriquecer la biblioteca y las colecciones de historia natural. A efecto de exhibir los inventos de máquinas que solicitaran privilegios y las que se importaran del extranjero, así como los principales productos agrícolas y minerales del país, fundó el 25 de abril de 1854 un museo destinado específicamente a ese fin.

Los resultados concretos de toda esta labor de estímulo a las ciencias y a las técnicas se recogieron en los *Anales de Fomento*, publicados en agosto de 1854 en tres secciones, que abarcaban las siguientes áreas:

- I. Industria agrícola, minera, fabril, manufacturera y comercial. Estadística general de la República mexicana.
- II. Obras públicas, mejoras materiales, colonización, descubrimientos, inventos y perfeccionamientos hechos en las ciencias y las artes, y útiles aplicaciones prácticas.
- III. Agricultura, industria fabril y manufacturera, comercio y estadística general de las naciones extranjeras.

Aquí fueron agrupados buena parte de los proyectos, descubrimientos e inventos, tanto mexicanos como extranjeros, que de alguna manera pudieran servir para impulsar la industria, la agricultura, la minería y las obras públicas del país. Los *Anales* se suspendieron poco tiempo después por falta de recursos y por la situación política del país. Sin embargo, tres años más tarde, bajo el nuevo Gobierno, aparecieron las célebres *Memorias del Ministerio de Fomento*, y en 1860 el infatigable Velázquez de León, con el apoyo del Colegio de Minería y del Ministerio de Fomento, inició la publicación de los *Anales Mexicanos de Ciencias*, destinada a servir de continuación de los desaparecidos *Anales* de 1854. Todas estas publicaciones, así como otras que dejamos de lado, nos po-

nen de manifiesto el cambio que se había empezado a operar en el ambiente científico y tecnológico mexicano en ese punto de inflexión que es el decenio de 1850. El estudio del valioso fondo documental proveniente de la Oficina de Patentes y Marcas del Ministerio de Fomento, ahora incorporado al Archivo General de la Nación, ayuda a confirmar la tesis de que desde esos años México reinició sus esfuerzos para recobrar el terreno perdido en las tres décadas anteriores.



Mejora en la construcción de chimeneas para locomotoras. Archivo General de la Nación, serie Patentes, caja 25, exp. 1155.

Esta nueva época que se abría a la ciencia y a la tecnología mexicanas partía de dos presupuestos simples: la aplicación adecuada de las ciencias a las tecnologías, y la adaptación de éstas a la explotación razonada de los recursos del país. Un análisis de los inventos y procedimientos propuestos entonces por los técnicos mexicanos, sea que estén impresos en las publicaciones que acabamos de mencionar o que permanezcan inéditos en el nuevo fondo recuperado, nos señala el tránsito paulatino de la tecnología que ha sido desarrollada en forma puramente empírica a la que ya posee bases científicas.

Dejando de lado los inventos y patentes de técnicos mexicanos, que no revelan en sus autores una previa preparación científica —y que obviamente en esos primeros años todavía forman un gran número— y concretándonos a los que sí la revelan, concentraremos estos últimos en tres grupos.

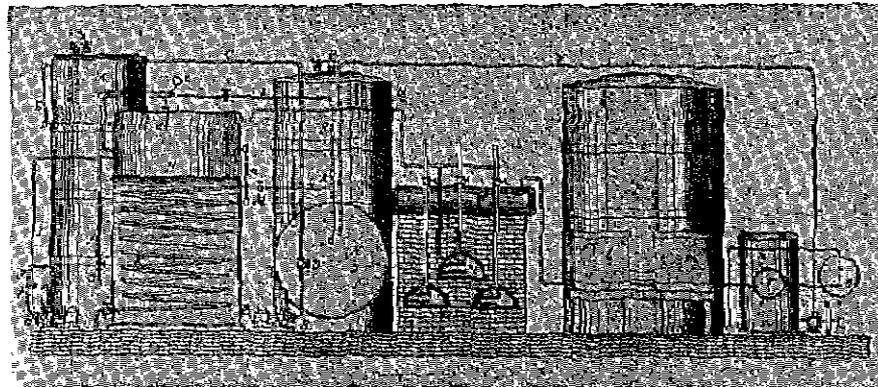
1. Los que utilizan nuevos descubrimientos fisicoquímicos, particularmente en termodinámica.
2. Los que utilizan avances en electricidad y en electromagnetismo.
3. Los que aprovechan descubrimientos en química pura, particularmente en química orgánica.

Existen patentes que revelan en sus autores conocimientos poco usuales de fisicoquímica, como por ejemplo en la obtención de hidrógeno puro para alumbrado, en el diseño de aparatos de evaporación al alto vacío para la industria azucarera y aceitera, en la obtención de gas a partir de carbón mineral, en la utilización de bombas de vapor controladas para el desagüe de las minas y, desde 1867, en los aparatos de refrigeración a base de gases licuados. No deja de llamar la atención que en 1856 un inventor mexicano propusiera la fabricación de una lámpara de alumbrado, que trabajaba a base de oxígeno y de gases extraídos a presión de sustancias ricas en carbón. También es interesante recordar que en 1853, Agustín de Arrangois, del puerto de Veracruz, pidió privilegio exclusivo para introducir con diversos propósitos el uso de un submarino en las costas de la República, dio una breve explicación de su funcionamiento en los siguientes términos:

"La invención del barco submarino de Alexander, es una aplicación en gran escala de aquella ley física, a la cual el ilustre Mariotte ha dado su nombre. Esta ley consiste en que una cantidad determinada de aire encerrado en un espacio dado, superará la fuerza con que una columna de agua trata de entrar en la oquedad, obligando a esta a mantenerse en los límites deseados, según el grado de condensación a que se haya sometido el aire."

Parece ser que desde fecha temprana algunos científicos mexicanos tuvieron noticia del descubrimiento de la corriente inducida y sus posibles aplicaciones industriales. En 1859 el conde de la Cortina publicaba sus *Observaciones sobre el electromagnetismo*, donde daba noticia de los fundamentos científicos de ese fenómeno. Sin embargo, su aplicación práctica sólo se llevaría a cabo hasta la década de los ochentas con la introducción de los motores de alta potencia en la industria textil y la construcción de plantas eléctricas que garantizaran el suministro constante de energía. Antes de esa fecha la mayoría de las patentes que requerían el uso de energía eléctrica empleaban pilas voltaicas

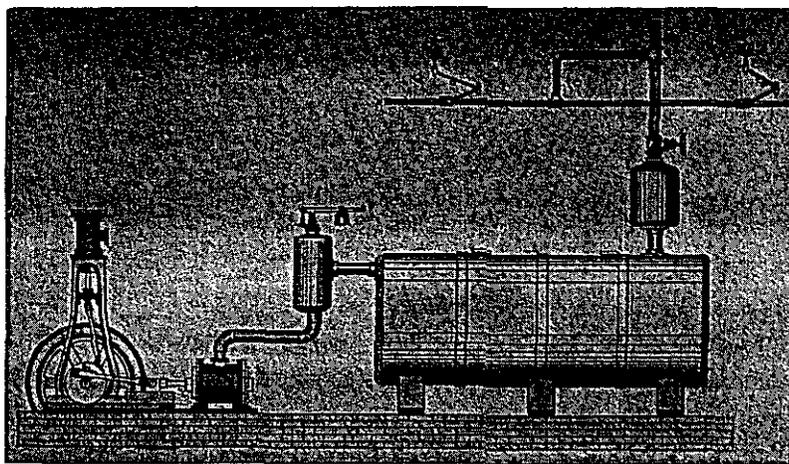
solas o en batería. Así sucedió con el telégrafo electromagnético, cuyo privilegio fue concedido en 1849, con los inventos para obtener metales puros por métodos electrolíticos y para aquellos que proponían diversas técnicas de galvanización. Ya en 1848, el químico Leopoldo Río de la Loza afirmaba que las cubas electrolíticas, conocidas con el nombre de "aparatos galvánicos", eran utilizadas comúnmente para obtener gases puros y cierto tipo de metales. Diversos técnicos propusieron este método para beneficiar la plata, sin embargo, el procedimiento resultaba no sólo costoso sino impracticable en gran escala, dados los volúmenes de mineral que se extraía de las vetas.



Fabricación de gas y máquina productora de luz y calor. Archivo General de la Nación, serie Patentes, caja 20, exp. 1016.

De todas las ciencias que en el siglo XIX consolidaron sus métodos y teorías fue probablemente la química la que más influencia ejerció en la renovación tecnológica mexicana, la cual se apoyaba en bases científicas. Esto se debió a que la química podía intervenir —y de hecho tarde o temprano intervino— en diversos aspectos de la actividad agrícola, industrial y metalúrgica. Una de las preocupaciones reiteradas por todos los ministros de Fomento, entre 1853 y 1861, fue la de crear una "ciencia agrícola". El primer paso que debía darse era el de conocer la composición química de los terrenos y las diferentes proporciones que guardaban sus componentes. Esto indicaría el grado de fertilidad de la tierra. En diversos artículos publicados por el Ministerio de Fomento se daban instrucciones para el análisis de las tierras de cultivo, el uso y la acción de los fertilizantes químicos, y las razones por las cuales después de analizar su contenido en amoníaco, fosfatos y sales alcalinas el guano mexicano resultaba superior al peruano.

Los estudios químicos impulsados por un selecto grupo de maestros, entre los que destacan Rí o de la Loza y Luis Varela, entre otros, favoreció sin duda que algunas de las patentes para elaborar vinos y aguardientes ya supusieran el conocimiento de los dos tipos de fermentaciones: la ácida y la alcohólica. Incluso los métodos de conservación de aguamiel y de otras bebidas indican conocimientos acerca de la fermentación controlada que impide que las bebidas envejecen, se agrien o pierdan el olor. El procedimiento expuesto en una patente de 1857 para obtener almidón del maíz, pone de manifiesto que su autor conocía el novedoso método químico de hidrolizar el almidón para obtener glucosa y otros azúcares. En fin, la posibilidad de sacar daguerrotipos o de elaborar colorantes sintéticos a base de anilinas destiladas de alquitrán, nos hace ver que los "inventores" de ese momento están al tanto de la forma de preparar las emulsiones metálicas para fijar la fotografía y que conocen bien la química de los compuestos orgánicos.



Fabricación de gas y máquina productora de luz y calor. Archivo General de la Nación, serie Patentes, caja 20, exp. 1016.

Estos son sólo algunos ejemplos entre muchos que se pueden estudiar. Sin embargo, todos ellos revelan la forma en que la ciencia decimonónica, a través de los inventos y patentes de esa época, halló carta de naturalización en México a mediados de la centuria.

Elías Trabulse