

LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN ESPAÑA ENTRE 1850 Y 1868. LA ESCUELA INDUSTRIAL DE SEVILLA

JOSE M. CANO PAVON
Departamento de Química Analítica
Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga

RESUMEN

En 1850 (con el llamado decreto de Seijas Lozano) se puso en marcha en España de forma sistemática la enseñanza industrial, enseñanza que hasta entonces había sido impartida de forma irregular por diferentes organismos y asociaciones. Se crearon tres niveles: el elemental (impartido en determinados institutos de segunda enseñanza), el de ampliación (que debía darse en las nuevas Escuelas Industriales de Madrid, Barcelona, Sevilla y Vergara) y el superior, a impartir sólo en Madrid, en el Real Instituto Industrial. Sin embargo, la estructura docente y administrativa fue cambiando de forma casi continua, en especial en el periodo 1857-1860, en que se transformaron en superiores las escuelas industriales de Barcelona, Sevilla y Vergara, y se crearon las de Gijón y Valencia.

ABSTRACT

The teaching of industrial engineering in a systematic way was started in Spain in 1850 by the so-called Seijas Lozano decree. Until then, the discipline had been taught in no uniform manner by various bodies and associations. The decree established three levels: elementary, which was taught at some secondary education institutes; furthering, which was pursued at the new Industrial Schools of Madrid, Barcelona, Seville and Vergara; and advanced, which was only taught at the Royal Institute of Madrid. However, the teaching and administrative framework underwent virtually continuous changes, particularly over the period 1857-1860, when the industrial schools of Barcelona, Seville and Vergara became advanced schools at those of Gijón and Valencia were founded.

Las dificultades económicas y el escaso número de alumnos determinaron que entre 1860 y 1867 desaparecieran todas las escuelas industriales, a excepción de Barcelona; también desapareció el Real Instituto Industrial de Madrid.

En el presente artículo se describe los aspectos generales de la evolución de la enseñanza industrial en España entre 1850 y 1868, realizando a continuación un estudio detallado sobre la Escuela Industrial de Sevilla (1850-1866), centro que llegó a alcanzar un buen nivel docente al contar con un aceptable número de profesores y medios materiales, y cuyo cierre supuso la desaparición de los estudios de ingeniería industrial superior en Andalucía durante cien años.

Funding scarcity and the small number of students attending courses led to the disappearance of all the industrial schools -that of Barcelona excepted- and the Royal Institute of Madrid between 1860 and 1867.

This paper reviews the time course of industrial teaching in Spain from 1850 to 1868 and presents a comprehensive study on the Industrial School of Seville between 1850-1866, a period where it attained a good teaching level as it possessed adequate staff and material resources. After its closure, advanced industrial engineering studies were unavailable in Andalusia for one hundred years.

Palabras clave: Ingeniería Industrial, Instituciones, España, Siglo XIX, Escuela Industrial de Sevilla, Escuelas Industriales.

1. Antecedentes históricos

La preocupación por la enseñanza técnica e industrial surge en España en la segunda mitad del siglo XVIII, como resultado de una concurrencia de factores económicos, culturales y científicos. Las enseñanzas técnicas, así como el fomento de las llamadas artes populares, respondían a las demandas crecientes del mercado. Aunque en el seno de los gremios se impartía una enseñanza profesional importante, la industria nacida al margen de dichas corporaciones gremiales exigía nuevas instituciones docentes que divulgaran entre los obreros las innovaciones técnicas que se iban produciendo continuamente¹.

Las iniciativas más importantes para el fomento de la enseñanza técnica fue obra de los diferentes consulados y juntas de comercio que proliferaron y crecieron a partir de la promulgación en 1778 del reglamento de libre comercio. Los consulados y juntas de comercio promovieron la creación de las primeras escuelas de hilazas y fomentaron los estudios de diseño textil, y en

algunos puntos concretos se preocuparon por establecer las enseñanzas química y mecánica. Especialmente importante fue la labor desarrollada por la Junta de Comercio de Barcelona, que creó la Escuela de Nobles Artes que funcionaría entre 1775 y 1808 y por cuyas aulas pasarían varios miles de alumnos². También creó la Escuela de Química (a partir de 1805)³ y la Escuela de Maquinaria Práctica y Mecánica, que vio la luz en 1808 y que tras el paréntesis de la guerra volvería a abrir sus puertas en 1814³. También fue importante, aunque algo más tardía, la labor desarrollada por el Consulado y Junta de Comercio de Málaga, que fomentó las enseñanzas náuticas, comerciales e industriales⁴.

A nivel gubernamental también se dieron iniciativas para establecer una enseñanza industrial, especialmente desde fines del siglo XVIII. En 1791 se creó el Real Gabinete de Máquinas, que abrió sus puertas al año siguiente en uno de los pabellones del Buen Retiro⁵; su organizador fue Agustín de Betancourt⁶ y en él trabajó durante bastante tiempo Juan López Peñalver⁷. Tras la guerra contra los franceses y el primer periodo absolutista, se planteó la necesidad del fomento de las enseñanzas técnicas; en la ley Quintana de 1821 se preveía la creación en Madrid de una Escuela Politécnica, en la que los alumnos debían estudiar un conjunto de materias básicas (análisis matemático, geometría, mecánica, física y química aplicadas, dibujo, topografía, etc); tras superar los cursos en esta Escuela los alumnos pasarían a los diferentes centros de aplicación: Artillería, Ingenieros, Minas, Construcción Naval, Canales, Puentes y Caminos e Ingenieros Geógrafos⁸. Tras la restauración absolutista, en 1824, bajo el auspicio del ministro Luis López Ballesteros, se creó el Conservatorio de Artes de Madrid, que englobó al Real Gabinete de Máquinas; su misión era amplia, aunque los aspectos docentes, educativo y divulgativo eran posiblemente los más importantes, sin descuidar las cuestiones de asesoramiento industrial⁹. Contó con una importante colección de instrumentos, aunque posiblemente no estuvieran muy actualizados. A partir de 1825 se implantaron enseñanzas de aritmética, geometría, mecánica, física, delineación y química. Entre los años 1831 y 1841 organizó en Madrid varias exposiciones industriales. Además, el Conservatorio propugnó el establecimiento de las enseñanzas industriales que se crearían en 1850; bastantes de los profesores que impartirían enseñanzas en la mismas habían sido alumnos del Conservatorio madrileño. La preocupación por la enseñanza industrial llevaría también al establecimiento de enseñanzas científicas y técnicas elementales en provincias; tras varios intentos, en febrero de 1833 se ordenó el establecimiento de dichas enseñanzas en Valencia, Granada, Murcia, Sevilla, Cádiz, Zaragoza, Burgos y Oviedo, aunque los resultados fueron muy variables por falta de medios y de profesores. En Málaga las enseñanzas se organizaron de forma aceptable, gracias a que uno de los industriales de la

ciudad, Manuel Agustín Heredia, adelantó el dinero necesario para la creación del laboratorio de química, cuyo montaje era muy costoso¹⁰.

La ley Pidal de 1845, pieza importante de la configuración de las enseñanzas media y superior decimonónicas, tampoco daba muchos detalles sobre los estudios técnicos¹¹. En su artículo 40 disponía que

"son estudios especiales los que habilitan para carreras y profesiones que no se hallan sujetas a la recepción de grados académicos. El Gobierno costeará por ahora los necesarios para: la construcción de caminos, canales y puertos; la agricultura; el laboreo de las minas; la veterinaria; la náutica; el comercio; las bellas artes; las artes y oficios; la profesión de escribanos y procuradores de los tribunales".

En el artículo 41 se disponía que el orden y dirección de estos estudios serían regulados por reglamentos especiales. Se abrió así la puerta para el establecimiento, cinco años más tarde, de la enseñanza industrial, tras la promulgación en septiembre de 1850 del decreto de Seijas Lozano sobre estructura y funcionamiento de dichos centros.

2. Legislación sobre escuelas industriales

En el periodo comprendido entre 1850 y 1868, objeto del presente artículo, se dieron tres disposiciones de especial importancia: el decreto fundacional de 1850, el decreto de Luxán de 1855 y la ley Moyano sobre enseñanza de 1857; además, existieron otras disposiciones de menor importancia (como la de septiembre de 1858) y un sinfín de órdenes que dieron origen a una situación de permanente cambio y provisionalidad.

El 4 de septiembre de 1850, bajo el gobierno moderado del general Narváez y siendo Manuel Seijas Lozano ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, se promulgó el real decreto que establecía en España la enseñanza industrial¹². En el preámbulo se exponía -de forma muy optimista- que, a causa de la reforma de 1845, se disponía ya de medios humanos y materiales en los institutos y en las universidades que hacían factible el establecimiento de dichas enseñanzas.

En el real decreto se dividían las enseñanzas industriales en tres grados: a) Elemental, que se daría en los institutos de primera clase *donde convenga y existan medios para sostenerla*, b) de Ampliación, que se daría en Barcelona, Sevilla y Vergara (en las que también se impartirían los estudios elementales), c) Superior, que se daría exclusivamente en Madrid, en *un Real Instituto que*

se crea al efecto, en el que además se darían los grados elemental y de ampliación.

Las nuevas enseñanzas quedaban bastante detalladas en el plan. Así, la elemental comprendía un curso preparatorio y tres años de carrera. Para acceder al curso elemental los alumnos debían tener diez años cumplidos y conocer las primeras letras; en él se estudiaba gramática, aritmética elemental, nociones de geometría y metrología. Una vez aprobado este curso preparatorio se pasaba a los cursos ordinarios. El curso preparatorio podía ser sustituido por un examen de las materias que en él se estudiaban si los alumnos hubieran cumplido once años. En los tres años elementales que seguían los alumnos estudiaban las siguientes materias: en el primer año, complementos de aritmética, álgebra hasta ecuaciones de segundo grado, progresiones y logaritmos, partida doble y práctica de operaciones mercantiles, y dibujo; en el segundo año, geometría elemental y nociones de geometría descriptiva, trigonometría, aplicaciones de la geometría y dibujo lineal y modelado; en el tercer año, principios de mecánica, principios de química y dibujo de adorno aplicado a la fabricación y modelado. También estaban obligados a estudiar francés. Los alumnos que aprobaran estos tres cursos recibían un *certificado de aptitud para las profesiones industriales*.

Para aquellos alumnos que no deseaban cursar estudios de ampliación, pero que estaban interesados en ampliar sus conocimientos, se impartiría un cuarto año, en el que se completaba la enseñanza con clases de mecánica, tecnología industrial, química aplicada y dibujo y modelado. Al aprobar este curso los alumnos recibían el título de *maestro en artes y oficios*.

A continuación los alumnos pasaban a cursar las enseñanzas de ampliación, que duraban tres años. En ellos se estudiaban las siguientes materias: *1^{er} año*: ampliación del álgebra y de la geometría; geometría analítica y cálculo infinitesimal; física experimental; geometría descriptiva; delineación; *2^o año*: geometría descriptiva; mecánica pura y aplicada; elementos de química, física industrial; delineación y modelado; *3^{er} año*: mecánica y tecnología industrial; química aplicada a las artes; delineación y modelado. Los que aprobaran estos tres cursos recibían, después del examen final de carrera, el título de *profesor industrial*. Además, se podía impartir un cuarto año en el que se daban: a) complementos de mecánica industrial, o b) complementos de química aplicada. Cada enseñanza requería un año, y no podían ser simultáneas, con lo que los alumnos que quisieran hacer las dos habían de hacerlo en dos años. Los que aprobaran la opción a recibirían el título de *ingeniero mecánico de segunda clase*, mientras los que hacían la b obtenían el de *ingeniero químico de segunda clase*; los que consiguieran ambos títulos serían *ingenieros industriales de segunda clase*.

Una vez terminados estos estudios de ampliación, podían pasar a cursar la enseñanza superior en el Real Instituto Industrial de Madrid. Esta enseñanza duraba dos años, y tenía dos ramas o especialidades: mecánica y química. Los que cursaran y aprobaran los dos cursos de la especialidad mecánica recibían el título de *ingeniero mecánico de primera clase*, y los de la especialidad química, el de *ingeniero químico de primera clase*; los que consiguieran ambos títulos serían *ingenieros industriales*.

En total se podían expedir siete títulos diferentes en el conjunto de los estudios industriales, lo que no deja de ser excesivo, tanto más cuanto no estaban definidas las competencias profesionales de cada uno.

El decreto especificaba que además de los alumnos ordinarios o internos podía haber alumnos externos que sólo cursaran asignaturas sueltas. En todos los casos las enseñanzas serían gratuitas. En cuanto al profesorado, la enseñanza elemental podía ser desempeñada por catedráticos de instituto, mientras que la de ampliación y superior contarían con un profesorado específico, diferente de las universidades. En la escuelas de ampliación se establecían cinco cátedras cuyos profesores debían ser al menos profesores industriales, mientras que en el Real Instituto debía haber siete cátedras más para las asignaturas de este ciclo. Los sueldos de los profesores oscilaban entre los 12.000 reales de entrada en la ampliación hasta 18.000 ó 24.000 reales en la enseñanza superior.

A lo largo de 1851 fueron apareciendo disposiciones concretas donde se daban órdenes para la puesta en funcionamiento de las escuelas industriales. De ellas puede citarse como más importante la real orden de 26 de agosto de 1851¹³, en la que se estableció una escuela normal en el Real Instituto Industrial destinada a la formación rápida de profesores para surtir a las diferentes escuelas creadas.

En mayo de 1855 se promulgó una nueva legislación sobre la enseñanza industrial, el llamado Decreto de Luxán¹⁴, que trataba de mejorar y simplificar la estructura de los centros y las titulaciones. Las escuelas elementales se establecían, agregadas a los institutos, en Cádiz, Málaga, Bilbao, Gijón, Béjar y Alcoy; estas escuelas *se establecían principalmente para que las clases trabajadoras adquieran con brevedad, y sin la dificultad de complicadas teorías, los conocimientos más precisos y usuales en las operaciones materiales de las artes y oficios* (art. 2). Las escuelas de ampliación (a las que ahora se unía una nueva en Valencia) pasaban a denominarse profesionales y *tenían por objeto proporcionar la instrucción necesaria para construir y dirigir acertadamente las fábricas, talleres, obras mecánicas, instrumentos y artefactos industriales de todas clases* (art. 3). En la Escuela Central de Madrid (Real Instituto Industrial)

se estudiarán todas las materias con mayor extensión que en las demás escuelas, para formar los profesores de ellas y con el fin de completar la carrera industrial (art. 4). Se simplificaban las titulaciones; los que terminaran los estudios de ampliación obtendrían el título medio de *aspirante a ingeniero industrial*. La enseñanza continuaba siendo gratuita, pero los títulos tenían que pagar tasas elevadas (500 reales el de nivel medio y 1000 reales en el nivel superior). Al decreto le siguió un extenso reglamento¹⁵, donde se detallaban todas las actividades de los centros, la forma de hacer los exámenes (siempre por escrito, lo que constituía una novedad en la enseñanza tradicional) y la de celebración de oposiciones a cátedras.

Poco duró la reforma de Luxán, de hecho casi no dio tiempo a ponerla en práctica. En septiembre de 1857, siendo Claudio Moyano ministro de Fomento, vió la luz la nueva ley de Instrucción Pública que se suele denominar con su nombre¹⁶. La ley cambiaba radicalmente la enseñanza industrial, y en general la correspondiente a las escuelas especiales, aproximándola más al modelo general universitario. La enseñanza industrial elemental desapareció como estudio independiente, pasando a denominarse *estudios de aplicación a las profesiones industriales*, que coexistían en los institutos con los estudios generales. Por otra parte, la enseñanza industrial profesional (o de ampliación) y la superior se refundían, dando origen a los estudios superiores de ingenieros industriales, los cuales se podían estudiar en el Real Instituto Industrial de Madrid y en las escuelas de Barcelona, Vergara, Sevilla, Valencia y Gijón (de nueva creación), que pasaban a ser superiores.

La ley Moyano, por tanto, transformó las escuelas regionales en superiores; como consecuencia de ello y de la desaparición de la gratuidad de las matrículas (que pasó a costar 50 reales por curso, lo que no era excesivo), se produjo una disminución del número de alumnos de ellas, que con el tiempo sería el argumento esgrimido para su desaparición. Por otra parte, las escuelas, que hasta entonces eran financiadas íntegramente por el Estado, pasaron a un régimen económico distinto, ya que su coste debía ser asumido a partes iguales por el Estado, la Diputación provincial y el Ayuntamiento de la ciudad donde estuvieran enclavadas, lo que añadió un germen de inestabilidad y de fricciones entre los distintos organismos.

Para completar la ley Moyano, en 1858, gobernando la Unión Liberal, apareció otro decreto¹⁷ en el que se establecía un nuevo plan de estudios para las escuelas industriales. La novedad más importante era que los alumnos que quisieran seguir los estudios de ingeniería debían aprobar unos cursos preparatorios en las correspondientes facultades de ciencias. Sin embargo, ante la poca capacidad docente de las facultades de ciencias regionales¹⁸ se disponía que hasta que se completara el organigrama de dichas facultades -lo que iba

para largo- continuaran enseñándose en las escuelas de ingenieros las asignaturas que debían impartirse en las facultades y que hasta entonces se habían dado en dichas escuelas.

La sucesión de disposiciones diferentes y a menudo contradictorias aparecidas entre 1855 y 1858 habían complicado sobremanera la situación administrativa de los alumnos de ingeniería. Para tratar de remediar el caos producido, en septiembre de 1860 se publicó una real orden¹⁹, enormemente detallada, en la que se contemplaban las diferentes situaciones del alumnado y la forma de unificarlos.

A partir de 1860 se vivió un periodo de cierta calma legislativa, aunque siguieron apareciendo algunas órdenes para modificar aspectos puntuales. Las escuelas de ingenieros quedaron reducidas a Madrid, Barcelona, Valencia y Sevilla, ya que las de Gijón y Vergara cerraron sus puertas en ese año de 1860. El descenso del alumnado y las dificultades económicas determinaron que la de Valencia desapareciera en 1865 y que al año siguiente fuera suprimida la de Sevilla. Finalmente, en 1867 desapareció la Escuela (Real Instituto Industrial) de Madrid. Sólo permaneció la Escuela de Barcelona, que durante más de treinta años sería la única que funcionaría en España.

La experiencia docente industrial iniciada en 1850 había terminado, por tanto, en un fracaso. No sería hasta el tránsito del siglo XIX al XX cuando, al calor de las primeras ideas regeneracionistas, se iniciara con más prudencia una segunda época de creación de centros y de fomento de las enseñanzas industriales, creándose en 1899 la Escuela de Ingeniería Industrial de Bilbao y en 1901 la de Madrid, así como diversas escuelas de peritos industriales en diversas ciudades españolas.

3. Evolución de la Escuela Industrial de Sevilla

La Escuela de Sevilla, aunque creada en 1850, no empezó su andadura hasta el curso 1851-52, en los mismos locales de la Universidad. Su primer director fue el matemático Agustín Monreal. Al curso siguiente se trasladó a un edificio alquilado, impartándose ya los dos primeros años de enseñanza industrial y los dos primeros de la carrera de Comercio, creciendo apreciablemente el número de alumnos; la Escuela contaba ya con varios catedráticos en propiedad. En septiembre de 1853 fue nombrado director Germán Losada, catedrático de Geometría analítica. Su primera actuación fue hacerse con un edificio propio (el desamortizado convento de San Pedro de Alcántara, un amplio y destartalado edificio situado en la calle Amor de Dios, relativamente céntrica), al que se trasladó la Escuela²⁰ en enero de 1854. Dado

que la subvención ordinaria era escasa (poco más de quince mil reales al año) consiguió diversas subvenciones extraordinarias que le permitieron hacer importantes obras en el edificio y comenzar la instalación de laboratorios (de física, mecánica y química) y talleres. Hacia 1857 la Escuela contaba con unos medios aceptables para la época, aun cuando no se hubieran completado las dotaciones de los laboratorios ni se dispusiera de máquinas suficientes²¹. En 1857-58 había 165 alumnos matriculados. En el año fiscal de 1859, el presupuesto de la Escuela sevillana ascendía a algo más de 221.000 reales, de los que la mayor parte correspondía a gastos de personal²².

En julio de 1859 el Gobierno presentó a la Diputación provincial y al Ayuntamiento de la ciudad el esquema para el funcionamiento de la Escuela como centro de ingeniería superior²³, quedando la enseñanza elemental de industria adscrita al Instituto. Poco después la Diputación y el Ayuntamiento aceptaban sin mucho entusiasmo hacerse cargo de la parte que según la legislación le correspondía en los gastos de funcionamiento del centro, comenzando éste su nueva andadura en octubre de 1860. El número de alumnos era ya muy escaso, y fue descendiendo en años sucesivos: en 1860-61 había 73; en 1861-62 eran 97; en 1862-63, 32; en 1863-64, 24; en 1864-65, 41; y en 1865-66, 30²⁴. El edificio (que contaba con tres plantas, cada una de 2.000 metros cuadrados) estaba casi vacío. El director, desde 1863, fue el ingeniero Ramón de Manjarrés, catedrático de química.

Quizás por este motivo la Escuela trató de diversificar su actuación. El centro había intervenido ya de forma activa en organizar la aportación de Sevilla a las exposiciones internacionales de París (1855) y Londres (1862)²⁵. Por otra parte, era frecuente que la Escuela sevillana interviniera en asesoramiento a organismos oficiales y a particulares sobre cuestiones de instalaciones y aparatos industriales; por ejemplo, los profesores de la Escuela se encargaron de la verificación de los contadores del gas del alumbrado²⁶; en ocasiones se hicieron asimismo análisis en el laboratorio de química, por lo general de alimentos o de productos industriales²⁷. A partir de 1863 organizó unas clases nocturnas para obreros que quisieran adquirir conocimientos elementales de aritmética y dibujo industrial. También comenzó a organizar en sus locales un museo de materias primas y productos elaborados, y proyectó el establecimiento de la enseñanza de máquinas agrícolas, conscientes del peso que el sector agrícola tenía en la región.

En los últimos años de funcionamiento del centro terminaron sus estudios y obtuvieron el título de ingeniero veintinueve alumnos (algunos lo consiguieron en las dos ramas o especialidades). Para la obtención del título, los alumnos debían realizar un proyecto de instalación industrial en un plazo de cuarenta días. Los proyectos, propuestos por los profesores y realizados por

los alumnos, eran bastante realistas, y correspondían a pequeñas fábricas, siendo un buen botón de muestra del estado de los conocimientos y de las posibilidades industriales de la Andalucía de la época²⁸: fábricas de paños, de lana de cardar, de tubos, de cables, de armas, fundiciones de hierro, obtención de ácido sulfúrico y de ácido nítrico, producción de cerillas fosfóricas, explotación de yacimientos minerales, fabricación de tartratos y citratos, etc.

Pero a pesar de todos los esfuerzos, los nuevos aires que soplaban en el Ministerio hacían poco viable la continuidad de la Escuela. El cierre se produjo por una real orden de 16 de agosto de 1866²⁹. Los profesores se dispersaron, aunque varios de ellos pasaron a prestar servicios en la Universidad de Sevilla. Aunque hubo algunas protestas por la desaparición de la Escuela³⁰, no se hicieron años más tarde intentos para reabrirla, ni siquiera cuando durante el sexenio revolucionario se crearon diversos centros libres en la región, ya que éstos en su mayor parte se orientaron a la enseñanza de medicina, farmacia y veterinaria³¹.

4. Profesorado y programas de la Escuela sevillana

En general, el profesorado de la Escuela Industrial de Sevilla permaneció bastante tiempo en el centro, al existir poca movilidad. Se conservan datos de la mayoría de dichos profesores, que en gran parte ya han sido publicados³². Posiblemente la figura más destacada en el terreno científico fue la de Ramón Manjarrés y Borafull. Nacido en Barcelona en 1828, estudió entre 1842 y 1845 en la Escuela de Química creada en su ciudad natal por la Junta de Comercio. Entre 1845 y 1854 se dedicó a la actividad profesional, dirigiendo varias fábricas de estampados y tejidos. En 1854 dejó la industria privada y estudió química en el Real Instituto Industrial de Madrid. Fue comisionado poco después por la Diputación de Barcelona para viajar a París y realizar un informe sobre tintes y estampados en la Exposición Universal de 1855. En 1856 obtuvo la cátedra de química de la Escuela Industrial sevillana, organizando en un corto periodo de tiempo el laboratorio de la misma. Impartió en la Escuela todas las asignaturas de química de la carrera de ingeniero. Al cerrarse la Escuela en 1866 se trasladó a la de Barcelona. Veinticinco años más tarde, en 1891, obtuvo la cátedra de física de la Universidad de Sevilla, que desempeñó hasta su jubilación en 1900³³, falleciendo en 1918. Fue autor prolífico, publicando en 1860 un libro de texto sobre los procedimientos industriales para la obtención de productos metalúrgicos³⁴. Poco después publicó un folleto sobre el efecto del fosfato cálcico sobre la vegetación, en el que describe los beneficios que el abonado con fosfatos podía ejercer sobre la producción de cereales en España³⁵. Ya trasladado a Barcelona trabajó en temas referentes a aceites, con especial

atención al de oliva, publicando en 1871 una obra sobre la forma de conseguir la mejora de los aceites españoles³⁶; seis años más tarde editó otra más amplia en la que aborda todo el proceso de producción aceitera³⁷, y en 1879 dio a la luz un folleto, fruto de sus investigaciones, dedicado a la producción del aceite de orujo³⁸. Años más tarde, siendo ya catedrático en la Universidad sevillana, publicó un libro referido a la tecnología del aceite de oliva³⁹, síntesis de sus trabajos anteriores. Aunque describe en el libro las propiedades generales entonces conocidas -que no eran muchas- de los compuestos grasos, la parte más importante la dedica a las técnicas de cultivo, procedimientos de molienda y métodos de refinación. También trabajó en la detección de fraudes alimentarios, publicando un pequeño folleto sobre los fraudes en los vinos⁴⁰.

Otra figura destacada fue el catedrático de mecánica industrial, Emilio Márquez Villarroel (Badajoz, 1827), alumno también del Real Instituto. Tras la supresión de la Escuela en 1866 pasó a la Facultad de Ciencias sevillana, donde desempeñó la cátedra de geometría analítica⁴¹. Es interesante su libro de texto sobre mecánica industrial, que apareció en 1865; se trata de una obra incompleta, ya que sólo apareció el primer tomo⁴², debido posiblemente al cierre de la Escuela. Otra de sus aportaciones fue la traducción de una obra del matemático italiano Rafael Rubini (1817-1890), sobre teoría de las formas⁴³, así como un libro de álgebra del mismo autor⁴⁴. Márquez Villarroel fue el típico ejemplo del profesor polivalente al que las circunstancias administrativas de la docencia española decimonónica obligaron a dejar las enseñanzas especializadas de mecánica para impartir las más generales del campo de las matemáticas.

Otros catedráticos del centro fueron: Rafael Esbrí Hermosa (Murcia, 1822), que impartió física; Joaquín Riquelme García de Paredes (San Fernando, Cádiz, 1814), que explicó geometría descriptiva; Germán Losada (La Coruña, 1821), que era el responsable de la geometría analítica y que fue eficaz y meticuloso director del centro durante diez años; Joaquín Guichot Parodi (Madrid, 1820), encargado del dibujo y de los proyectos; y José Castelar Saco, que explicaba estereotomía y diseño industrial. Hubo otros que permanecieron poco tiempo en el centro: Manuel del Castillo (química orgánica, desde 1860 a 1864), José Ramón Luanco (química, 1864), Federico Pérez de los Nuevos (construcciones industriales, de 1865 a 1866), Francisco de Paula Rojas (máquinas, de 1864 a 1865), Joaquín Riquelme Laín-Calvo (máquinas de vapor, de 1865 a 1866) y Julián López-Chavarri y Febrero (química orgánica, 1865 a 1866). Las clases de francés estuvieron a cargo de Manuel LeRoux, profesor del Instituto. Junto a los catedráticos había en la Escuela varios ayudantes, que además de impartir docencia práctica tenían a su cargo el control de asistencias a clases y el mantenimiento del orden; algunos de ellos cursaban estudios en la propia Escuela⁴⁵.

Las clases de la Escuela duraban hora y media, salvo la de dibujo, que duraba dos horas y media, y se desarrollaban de nueve de la mañana a tres de la tarde, de lunes a sábado. Los alumnos tenían exámenes cuatrimestrales (de medio curso) en febrero, y exámenes finales en junio; todos los exámenes tenían lugar por escrito, ante un tribunal formado por tres profesores.

La Escuela Industrial de Sevilla era, al igual que las demás de su género, un centro muy reglamentado en todos los aspectos de su actividad cotidiana. Lógicamente, los programas de las asignaturas solían seguirse con bastante rigor, aunque la excesiva extensión de algunos de ellos hace dudar de que se pudieran impartir íntegramente. Los programas eran elaborados por los catedráticos de cada asignatura y remitidos a la superioridad para su aprobación. En general, tendían a aproximarse en su contenido a los libros de texto que el Ministerio ordenaba periódicamente seguir de forma obligatoria en dichas enseñanzas, lo que era práctica habitual en la enseñanza española de la época en todos sus niveles, incluido el universitario. Entre los documentos conservados de la Escuela sevillana hay algunos programas⁴⁶, principalmente del curso 1860-61, época en que el centro iniciaba su andadura en la enseñanza superior, cuyos contenidos se resumen a continuación en sus líneas generales.

En la asignatura de geometría analítica el profesor (Germán Losada) explicaba, en 62 lecciones: resolución de ecuaciones de segundo grado, método para encontrar la ecuación de una curva, transformación de coordenadas, ecuación general de una recta, discusión general de la ecuación $ax + by = c$, ecuación del círculo, discusión general de la ecuación $ax^2 + ay^2 + bxy + cx + dy + h = 0$, teoría general de las asíntotas, elipse, hipérbolas, parábolas, construcción gráfica de las raíces de las ecuaciones de 3º y 4º grados, planos tangentes, superficies regladas, etc. El mismo profesor impartía en ese momento la asignatura de álgebra geometría y trigonometría, explicando en 64 lecciones las siguientes cuestiones: radicales, binomio de Newton, máximos y mínimos, elevación a la potencia, teorema de Taylor, ecuaciones de 1º y 2º grados, resolución de ecuaciones, método de Lagrange para raíces inconmensurables de una ecuación, ecuaciones de tercer grado, triángulos, trigonometría, desarrollo en serie de seno a, coseno a y tangente a en función del arco a y resolución de triángulos esféricos. Da la impresión de que estos programas eran insuficientes para las necesidades de un ingeniero.

La asignatura de física industrial, a cargo de Rafael Esbrí, constaba de 120 lecciones, con un carácter descriptivo y aplicado; los alumnos debían tener necesariamente unos conocimientos suficientes de los principios y leyes generales de la física, básicamente de mecánica, calor y electricidad. El contenido del programa era: combustión, combustibles, hidrodinámica del aire caliente, chimeneas, hogares, vaporización, generadores, manómetros,

válvulas, hornos, destilación, evaporación, desecación, estufas, calentamiento de gases y líquidos, enfriamiento de los cuerpos, mezclas frigoríficas, neveras, electricidad: descubrimientos de Galvani y Volta, pilas, electromagnetismo, magnetómetro de Weber, acción de la corriente sobre un imán, resistencia, electroimanes, corrientes de inducción, interruptores, telégrafos (varias lecciones), aplicaciones de la electricidad a la seguridad de los ferrocarriles, motores eléctricos, telares eléctricos, aplicaciones de la luz y alumbrado por gas.

La mecánica industrial, a cargo de Emilio Márquez Villarroel, constaba de 99 lecciones, con un denso contenido: motores, fuerzas motrices, momentos de inercia, máquinas, resistencias pasivas, rigidez de cuerdas y correas, reguladores de fuerzas, manivelas, volantes, rozamiento de piezas, tornos, poleas, cabrestantes, tornillos, engranajes; hidráulica (aspectos generales de los fluidos, salida de agua, tubos, depósitos, canales, ríos, remolinos, presión sobre las paredes de los tubos, máquinas hidráulicas, ruedas diversas, turbinas, bombas, tornillo de Arquímedes); aerometría (propiedades del aire, movimiento del aire en los tubos, resistencia del aire, navegación aérea, molinos); leyes del vapor, máquinas de vapor, reguladores, válvulas, pistones, frenos, etc, siguiendo a continuación varios temas de carácter descriptivo sobre las diversas máquinas de vapor entonces existentes.

La asignatura de química inorgánica, a cargo de Ramón de Manjarrés, comprendía 60 lecciones. Predominaba el carácter descriptivo, lo que exigía a los alumnos que conocieran los principios generales de la química, que debían haber estudiado con anterioridad, bien en la propia Escuela o en la Facultad de ciencias. Los contenidos eran: hidrógeno, agua, agua oxigenada, ácido nítrico, azufre, anhídrido sulfuroso, ácido sulfúrico, cloro, bromo, yodo, fósforo, ácido florhídrico, grabado del vidrio, arsénico y sus compuestos, sílice, carbono, diamantes y su tallado, grafito, carbones combustibles, negro de humo, gas, gasómetros, potasio y sus compuestos, sodio y sus compuestos, sales amoniacales, sales de barita, cal, hornos de cal, yeso, fosfatos, magnesia, alumbres, arcillas, vidrios y cristales, metales (generalidades), hierro, fundiciones, prusiato de potasa, cromato de potasa, cinc (minerales, fabricación), estaño, plomo, minio, bismuto, cobre y sus óxidos, mercurio, plata, oro y galvanoplastia. Por su contenido, hoy día este programa quedaría englobado en lo que se conoce como química industrial. Se nota en él un déficit de la parte dedicada a metalurgia.

También impartía Manjarrés en esta época la asignatura de química orgánica, que estaba estructurada en 60 lecciones; las materias de que trataba se referían principalmente a productos naturales y a las industrias implicadas en ellos, con escasos datos sobre síntesis orgánica, materia que entonces estaba

en sus comienzos y que alcanzaría un especial desarrollo en el último tercio del siglo. Esta asignatura y la anterior tenían su complemento en otra asignatura que se estudiaba en la carrera y que se denominaba como *tintorería y artes cerámicas*, que explicaba el propio Manjarrés, y que constaba también de 60 lecciones, repartidas equitativamente entre las dos partes en que se dividía la asignatura. También Manjarrés impartía la asignatura de análisis químico, en la que trata con mayor extensión el análisis inorgánico, que entonces estaba mucho más desarrollado que el análisis orgánico; por lo general, predominan en la asignatura los análisis de minerales, tierras y materiales cerámicos.

Por último, la asignatura de estereotomía (que se define como el arte de cortar las piedra y maderas y, en general, cualquier otro material), a cargo de Joaquín Riquelme, comprendía 106 lecciones, y tenía el siguiente contenido: bóvedas, dovelas de las puertas, copialzados (descripción, desguace, modelados), cortes de madera, machones, armaduras, escaleras, cortes de hierro, cubiertas, empalmes, escaleras, engranajes, sombras, perspectivas diversas, etc.

5. Medios materiales y científicos de la Escuela

La Escuela sevillana estaba instalada en un amplio local de tres plantas, excesivo para el número de alumnos. La mayor parte de la actividad se concentraba en la planta baja, en la que había cinco aulas, además de la biblioteca, la secretaría y el laboratorio de química; en la primera planta se hallaba la clase de dibujo, el gabinete de física y el taller de mecánica, así como la vivienda del director, del conserje y de los mozos. La segunda planta estaba prácticamente vacía.

El equipamiento de material era aceptable, aunque no del todo suficiente. Si en obras se habían invertido hasta 1859 unos 500.000 reales⁴⁷, en mobiliario y material científico para talleres y gabinetes se habían gastado por entonces unos 300.000 reales.

El taller de mecánica y el gabinete de física fueron los primeros en organizarse. El taller tenía un conjunto de mesas, tornos y armarios para herramientas. Su material -en el que predominaban los modelos- era, a tenor de los datos conservados, el siguiente⁴⁸: 1 tribómetro de Coulomb, 1 péndulo reversible de Kater, 1 esfera de cobre de 12 centímetros con hilo de acero para el experimento de Foucault sobre el movimiento de la Tierra, 1 dinamómetro de Reginier, 1 freno de Prunty, 1 indicador de Watt, 1 modelo de cabria en madera, 1 modelo de cabrestante, 1 modelo de grúa, 1 modelo de un torno diferencial, 1 modelo de una máquina para elevar pilotes, varios modelos de

engranaje de todos los sistemas, 1 modelo de malacate para cuatro caballos, 1 colección de modelos de todas las transformaciones del movimiento empleadas en mecánica, 1 modelo de caja de distribución de máquina de vapor, 1 modelo de cilindro oscilante, 1 modelo de émbolo de resorte, 1 modelo de estopa, 1 válvula de seguridad, 1 modelo de expansión variable de Stephenson al cuarto de ejecución, 1 manómetro de aislamiento libre para una atmósfera, 1 manómetro de aire comprimido montado sobre madera, 1 termómetro, 1 aparato de Venturi, 1 flotador de Prunty, 1 tornillo de Arquímedes, 1 modelo de rueda de T, 1 modelo de prensa hidráulica, 1 rueda hidráulica de paletas curvas (sistema de Poncelet), 1 modelo de esclusa, 1 modelo de turbina, 1 modelo de máquina de columna de agua de Reichenbach, 1 tubo de Pitot y 1 molinete de Woltmann.

El gabinete de física nunca llegó a estar completo. Se adquirieron bastantes instrumentos, pero no todos los necesarios, ya que el elevado coste de los mismos -que debían adquirirse en Francia y que generalmente eran remitidos vía Gibraltar- dificultaba su terminación satisfactoria. Este gabinete estaba orientado a las demostraciones de cátedra más que a las prácticas personales de los alumnos. El material contenido en el gabinete de Física era el siguiente⁴⁹: 1 balanza ordinaria, 1 balanza hidrostática, 1 gravímetro de Nicholson, 1 areómetro de Beaumé, 1 alcoholómetro de Gay-Lussac y sus accesorios, 2 espejos parabólicos cóncavos, 1 cubo de Leslie, 1 termómetro diferencial de Leslie, calorímetro de Rumfordt, 1 calorímetro de Lanesar, 1 aparato de Dalton, 1 aparato de Bretigny, 1 aparato para determinar el calor específico, 1 aparato de Gay-Lussac para medir la elasticidad de la mezcla de gases y vapores, 1 aparato termoeléctrico de Mallori para determinar propiedades térmicas de los cuerpos, 1 higrómetro de Regnault, 1 batería de 6 botellas, 1 excitador universal, 1 condensador de Volta, 1 electróforo de resina, 1 electrómetro condensador de Volta, 1 aparato de Wheatstone para la conductividad, 1 balanza de Coulomb, 1 aparato para fenómenos de rotación magnética, 1 pila Daniel, 1 batería Bunsen de 50 elementos, 1 regulador de luz eléctrica, 1 aparato para descomponer el agua por medio de la pila, 1 galvanómetro de Melloni, 1 aparato electrodinámico para producir todos los fenómenos de acción de las corrientes, 2 aparatos electromagnéticos de Pouillet, 1 aparato para la rotación de un imán en el mercurio con lastre de platino, 1 aparato de DuMoncel para demostrar las reacciones dinámicas de corrientes sobre imanes, 1 aparato termoeléctrico de Seevah, 1 modelo de solenoide, 2 agujas de senos y tangentes, 1 fotómetro de Wheatstone, 1 microscopio, 1 aparato de Biot para las experiencias de polarización, 1 pinzas de turmalinas, 1 aparato para las experiencias de difracción, interferencia y enrejado, 1 sacarímetro de Soleille, 1 aparato de Pecllet para determinar el poder radiante combustible, 1 modelo completo de caldera de baja presión, 1 modelo completo de caldera de alta presión, 1 modelo de aparato destilador de Derones,

1 aparato destilador de efectos múltiples, 1 modelo de locomotora, 1 manómetro de columna reducida, 1 modelo de pararrayos, 1 telégrafo de Morse y diversos accesorios, 2 hilos de hierro galvanizados de 50 metros cada uno, 1 lámpara de Girard, 1 lámpara de Aregond, 1 daguerrotipo panorámico de Martín y 1 aparato completo con productos necesarios para verificar la aplicación de la galvanoplastia.

El laboratorio de química tampoco llegó a completarse plenamente, pero en todo caso su material era abundante para su época; contaba con agua de fuente y pozo, y una aceptable colección de material metálico y de vidrio, así como de productos. El material más importante era el siguiente⁵⁰: 4 hornillos portátiles, 4 hornos de reverbero, 1 horno de copela con 6 muflas, 1 horno para tubos horizontales, 1 estufa de secado, 1 eudiómetro de Gay-Lussac con armadura de latón y tubo graduado, 1 eudiómetro de Bunsen, 6 baños de arena, 2 calderas de fundición, 1 báscula para grandes pesadas, 1 balanza para pesar hasta 500 gramos sensible a un miligramo, 1 balanza de ensayo para pequeñas cantidades sensible a 1/4 de miligramo con urna de cristal, varios juegos de pesas de diferentes pesos (la más pequeña era de 1/4 de miligramo, de platino), 2 buretas graduadas en medios centímetros cúbicos y una amplia cantidad de crisoles, vasos, retortas, campanas, frascos, cápsulas, pinzas, morteros, tijeras, etc. También disponía incluso de un crisol y de una cápsula de platino.

En cuanto a los productos contenidos en el laboratorio de química, la relación conservada muestra una abundancia manifiesta de productos inorgánicos y una escasez relativa de productos orgánicos, hasta cierto punto lógica por el menor desarrollo en aquella época de la química orgánica⁵¹.

No se dispuso, ni siquiera durante el periodo final de la Escuela, de maquinaria adecuada para las asignaturas de máquinas. Por lo general se utilizaban modelos realizados en madera, por lo que el taller de carpintería estaba especialmente cuidado. Se tenía proyectado la instalación de una máquina de vapor para práctica de los alumnos y para mover algunas de las máquinas industriales y agrícolas que se tenía proyectado instalar; sin embargo, y como tantas otras cosas, esos proyectos no llegaron a término⁵².

Otra parte importante del material científico eran los libros. La biblioteca de la Escuela estaba medianamente dotada; en un catálogo realizado en 1857 se registraban algo más de 400 volúmenes⁵³, no siendo probable que este número se incrementara demasiado en los años sucesivos. Por lo general, había una cierta correlación entre estos libros y los que establecía habitualmente el Ministerio. Había un claro predominio de los textos franceses en versión original, lo que exigía a los alumnos un amplio conocimiento de la lengua francesa. Entre los textos que seguían los alumnos pueden citarse el de Nicolás

Valdés⁵⁴ en las asignaturas de estereotomía, mecánica industrial, construcciones industriales y construcción de máquinas; el de Pecllet⁵⁵ en física; el de Adhemar⁵⁶ en geometría descriptiva; el de Tredgold⁵⁷ en máquinas de vapor; el de Fresenius⁵⁸ en análisis químico; los de Payen⁵⁹ y Dumas⁶⁰ en química inorgánica, etc.

6. Evolución de las otras escuelas industriales superiores

Las diferentes escuelas industriales creadas en esta época tuvieron una evolución parecida, aunque con apreciables diferencias de unas a otras.

La primera en desaparecer fue la de Vergara. Comenzó su funcionamiento en 1851 como Escuela de Ampliación; se transformó en superior a partir de la ley Moyano, pero no funcionó de hecho como tal, ya que por falta de acuerdo económico con las corporaciones provincial y municipal fue suprimida en octubre de 1860⁶¹.

Una trayectoria similar siguió la Escuela de Gijón. Comenzó como elemental en 1855, pasando a profesional (de ampliación) al año siguiente. Al igual que la de Vergara, cuando le llegó la hora de convertirla en superior faltó la colaboración de la Diputación de Oviedo y del Ayuntamiento de Gijón, por lo que el Ministerio la cerró en diciembre de 1860⁶².

Algo más duradera fue la Escuela de Valencia que fue establecida en 1855 como profesional o de ampliación. Se transformó en superior y comenzó su actividad en este nivel en 1860, autorizándosele en abril de 1861 -junto con las de Barcelona y Sevilla- para realizar los exámenes para la obtención del título de ingeniero⁶³. Sus profesores eran en gran número ingenieros industriales formados en el Real Instituto Industrial de Madrid. El número de alumnos que terminó sus estudios fue muy pequeño. Fue suprimida en 1865 ante la negativa del Ayuntamiento de la ciudad a colaborar en su mantenimiento⁶⁴. Varios de sus profesores pasaron a la Escuela de Sevilla: Francisco de Paula Rojas, Federico Pérez de los Nuevos, Joaquín Riquelme Laín-Calvo y Julián López Chavarri.

La Escuela de Barcelona, por las circunstancias especiales de su ubicación en una zona industrial, y por las ayudas continuadas de los organismos locales y provinciales, fue la única que sobrevivió. Funcionó como centro de ampliación hasta 1860, en que se transformó en superior. Por lo general tuvo un profesorado bastante estable, formado también en su mayoría en el Real Instituto Industrial, y sus cátedras estuvieron habitualmente ocupadas en propiedad. Esto y los medios materiales de que disponía hicieron que su nivel

docente fuera bastante mejor que el de las otras escuelas regionales. El número de alumnos que terminaron los estudios en ella y obtuvieron el título de ingeniero fue de 107 entre 1861 y 1867, de los cuales 91 correspondían a la especialidad mecánica y 16 a la de química. Entre 1867 y 1899 el centro produjo 744 ingenieros, es decir, unos 22 por año que, al existir sólo la Escuela de Barcelona, eran además en esta época los únicos ingenieros que se graduaban en España⁶⁵.

Por último, el Real Instituto Industrial, denominado también Escuela Industrial Central de Madrid, tuvo una actividad intensa y de sus primeras promociones salieron muchos profesores de las escuelas regionales. El Real Instituto fue establecido en el antiguo convento de la Trinidad, en la parte alta de la calle Atocha. Contó con doce cátedras, de las que siete correspondían a la enseñanza superior; las cátedras estuvieron habitualmente ocupadas, al ser los emolumentos de sus titulares superiores al de los profesores de las restantes escuelas. La primera promoción del Real Instituto terminó sus estudios en 1856. Entre este año y el de 1867 salieron de sus aulas 163 ingenieros (132 de la rama mecánica y 31 de la química)⁶⁶.

El cierre del Real Instituto se produjo en 1867, aduciendo el Ministerio, que ocupaba Orovio en aquellos momentos, el bajo número de alumnos que estudiaban en el centro y razones económicas. En todo caso, su desaparición se inscribe dentro de la recesión educativa y de control riguroso de la docencia que se produjo en los últimos años del reinado de Isabel II. Sin embargo, tampoco las nuevas autoridades que surgieron al año siguiente, tras el proceso revolucionario, se preocuparon de reabrir el Real Instituto o las otras escuelas superiores.

7. Consideraciones finales

La evolución histórica de la Escuela Industrial sevillana es un ejemplo típico del desarrollo de la enseñanza industrial en España en el segundo tercio del siglo XIX, periodo en el que el Estado decidió organizar un sistema docente que sirviera para conseguir el factor humano necesario para llevar a cabo el proceso industrializador que estaba en marcha. El fracaso de la industrialización -basado principalmente en la expansión ferroviaria- corrió parejo con la agonía y desaparición de las escuelas industriales creadas con tanto esfuerzo. La historia de esta aventura docente es asimismo el resultado contrapuesto de los propósitos y despropósitos de la Administración española decimonónica, apareciendo como un episodio más del continuo tejer y destejer que caracterizó a la política educativa hasta el periodo de la Restauración.

La Escuela sevillana, creada prácticamente desde cero, en una ciudad en la que las enseñanzas de las artes industriales había tenido hasta entonces poco arraigo, llegó a contar con unos medios humanos y materiales bastante aceptables para los parámetros de la época. Se configuró, al igual que otros centros similares, como un mundo aparte del propiamente universitario, con un sistema de funcionamiento distinto, más reglamentado, con una dedicación exclusiva a las ciencias experimentales y tecnológicas, sin concesiones a los aspectos humanísticos o culturales. Paradójicamente, su transformación en Escuela superior a partir de 1860 condujo a su decadencia, a consecuencia de la disminución del número de alumnos, siguiendo un destino parecido al de las otras escuelas similares. Hubiera sido más lógico, considerando sobre todo las características de la industria española de la época, mantener el sistema diseñado inicialmente por Seijas, con varias escuelas para suministrar técnicos de grado medio y una sola para la ingeniería superior.

Si error fue la transformación de las escuelas de nivel medio, como la de Sevilla, en superiores, mayor fue el consentir la desaparición de todas ellas, a excepción de la barcelonesa. La creación de los centros y su mantenimiento supuso una inversión importante -sólo el coste de la Escuela sevillana en sus pocos más de quince años de existencia puede cifrarse en unos cuatro millones de reales, cantidad importante para la época- que dio frutos relativamente escasos: unos 300 ingenieros superiores para todo el país y un número posiblemente algo mayor de técnicos medios, aunque con la penuria de personal técnico que existía en España en el segundo tercio del siglo XIX este personal debió ejercer una apreciable influencia.

Tras la desaparición de la Escuela sevillana, la enseñanza industrial -a nivel elemental- en Andalucía quedó relegada a los institutos de segunda enseñanza, pero en estos centros dichas enseñanzas quedaron muy difuminadas por falta de medios materiales y de profesorado especializado y tuvieron una importancia escasa y marginal dentro del conjunto del bachillerato, que cursaban los alumnos como camino inevitable para acceder a las facultades universitarias.

NOTAS

- 1 ESCOLANO BENITO [1988, pp. 87-88].
- 2 Ibidem, pp. 100-102.
- 3 Ibidem, pp. 109-110.
- 4 BEJARANO [1947] y GRANA GIL [1989].
- 5 RUMEU DE ARMAS [1990].
- 6 La biografía de Betancourt se resume en LOPEZ PIÑERO [1983, pp. 110-112].

- 7 Algunos datos sobre López Peñalver se exponen en el prólogo de J. Aracil a la edición facsímil de ALONSO VIGUERA [1961].
- 8 La ley Quintana se recoge en MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA [1985, pp. 49-67].
- 9 ALONSO VIGUERA [1961, pp. 8-11].
- 10 La biografía de M. Agustín Heredia se expone en GARCIA MONTORO [1978].
- 11 *Gaceta de Madrid* de 25 de septiembre de 1845.
- 12 *Gaceta de Madrid* de 7 de septiembre de 1850.
- 13 *Gaceta de Madrid* de 2 de septiembre de 1851.
- 14 *Gaceta de Madrid* de 22 y 23 de mayo de 1855.
- 15 *Gaceta de Madrid* de 28 de mayo de 1855.
- 16 *Colección Legislativa de España*, LXXIII, pp. 256-305.
- 17 *Gaceta de Madrid* de 23 de septiembre de 1858.
- 18 Sobre la situación de las facultades de ciencias regionales en esta época, ver CANO PAVON [1987, pp. 52-67].
- 19 *Gaceta de Madrid* de 12 de septiembre de 1860.
- 20 Archivo Histórico de la Universidad de Sevilla (AHUS), legajo 583, informe que el director de la Escuela Industrial de Sevilla remite a la superioridad en junio de 1854, pp. 5-6.
- 21 AHUS, legajo 583, informe remitido en enero de 1857 por el director de la Escuela Industrial de Sevilla al Jefe del Real Instituto Industrial, p. 12.
- 22 AHUS, legajo 579, informe que el director de la Escuela Industrial de Sevilla remite a la superioridad en enero de 1860, pp. 3-4.
- 23 *Documentos relativos a la reorganización de la Escuela Industrial sevillana*. Sevilla, Imprenta de la Revista Mercantil, 1859, pp. 6-7.
- 24 AHUS, libro 650.
- 25 CANO PAVON [1993, pp. 101-102].
- 26 AHUS, libro 1855, escrito del director de la Escuela Industrial sevillana al gobernador civil de la provincia (2 de junio de 1860).
- 27 AHUS, libro 1855, escrito de 4 de febrero de 1860.
- 28 AHUS, legajo 569, expediente de varios alumnos (Luís Casaubon Coig, José del Castillo Ordóñez y Miguel Barón Mora).
- 29 AHUS, libro 982, escrito de la Dirección General de Instrucción Pública al rector de la Universidad de Sevilla (16 de agosto de 1866).
- 30 Archivo Municipal de Sevilla, actas capitulares, sesiones de 30 de agosto y 4 de octubre de 1866.
- 31 CANO PAVON [1992].
- 32 CANO PAVON [1993, pp. 98-99].
- 33 AHUS, legajo 1150, historial de Ramón Manjarrés y Bofarull.
- 34 MANJARRES [1860].
- 35 MANJARRES [1861].
- 36 MANJARRES [1871].
- 37 MANJARRES [1877].
- 38 MANJARRES [1879].
- 39 MANJARRES [1896].
- 40 MANJARRES [1877b].

- 41 AHUS, legajo 1150, historial de Emilio Márquez Villarroel.
- 42 MARQUEZ [1865].
- 43 RUBINI [1855].
- 44 RUBINI [1882].
- 45 AHUS, legajo 583, relación de ayudantes de la Escuela Industrial sevillana (1865).
- 46 AHUS, libro 651, programas de las asignaturas que se imparten en la Escuela Industrial de Sevilla (1861).
- 47 AHUS, libro 1855, escrito del director de la Escuela Industrial de Sevilla al jefe de la sección de Fomento de la provincia (5 de septiembre de 1859).
- 48 Archivo General de la Administración de Alcalá de Henares (AGA), legajo 6538, catálogo de instrumentos y aparatos de mecánica industrial de la Escuela Industrial de Sevilla (mayo de 1856).
- 49 AGA, legajo 6538, instrumentos adquiridos para el gabinete de física de la Escuela Industrial de Sevilla (mayo de 1856).
- 50 AGA, legajo 6538, presupuesto del material adquirido para el laboratorio de química de la Escuela Industrial de Sevilla (1859).
- 51 AHUS, legajo 582, inventario (incompleto) del laboratorio de química de la Escuela Industrial sevillana (1863).
- 52 Véase a este respecto los datos sobre la Escuela sevillana contenidos en GOMEZ ZARZUELA [1866, pp. 194-195].
- 53 AHUS, legajo 581, inventario de los libros de la Escuela Industrial de Sevilla (1857).
- 54 VALDES [1859].
- 55 PECKET [1847].
- 56 ADHEMAR [1846].
- 57 TREDGOLD [1838].
- 58 FRESENIUS [1847].
- 59 PAYEN [1859].
- 60 DUMAS [1847].
- 61 ALONSO VIGUERA [1961, pp. 84-85].
- 62 Ibidem, pp. 85-87.
- 63 *Gaceta de Madrid* de 28 de abril de 1861.
- 64 ALONSO VIGUERA [1961, pp. 83-84].
- 65 Ibidem, pp. 67-77.
- 66 Ibidem, pp. 31-64.

BIBLIOGRAFIA

- ADHEMAR, J. (1846) *Traité de Géometrie descriptive*. París.
- ALONSO VIGUERA, J.M. (1961) *La Ingeniería Industrial Española en el siglo XIX*. Madrid, Servicio de Publicaciones de la ETSII. Existe una edición facsímil editada por la Asociación de Ingenieros Industriales de Andalucía, Sevilla, 1993, con prólogo de J. Aracil.

BEJARANO, F. (1947) *Historia del Consulado y de la Junta de Comercio de Málaga*. Málaga, Ciudad de Málaga [edición facsímil de 1991].

CANO PAVON, J.M. (1987) *La ciencia experimental y la Universidad de Sevilla*. Sevilla, Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

CANO PAVON, J.M. (1992) "La enseñanza científica libre en Sevilla durante el sexenio revolucionario (1868-1874)". *Archivo Hispalense*, 229, 25-39.

CANO PAVON, J.M. (1993) *La ciencia en Sevilla*. Sevilla, Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

DUMAS, J.A.B. (1847) *Traité de Chimie appliquée aux arts*. Liège.

ESCOLANO BENITO, A. (1988) *Educación y economía en la España ilustrada*. Madrid, MEC.

FRESENIUS, R. (1845) *Precis d'analyse chimique qualitative*. París, Fortin Masson.

GARCIA MONTORO, C. (1978) *Málaga en los comienzos de la industrialización: Manuel Agustín Heredia (1786-1846)*. Córdoba, Instituto de Historia de Andalucía, Universidad de Córdoba.

GOMEZ ZARZUELA, V. (1866) *Guía de Sevilla, su Provincia, Arzobispado, Capitanía General y Distrito Universitario para 1866*. Sevilla.

GRANA GIL, I. (1989) "El Consulado Marítimo y Terrestre, promotor de la educación en Málaga (último tercio del siglo XVIII y primera mitad del XIX)". En: *Libro homenaje al profesor Alexandre Sanvisens*. Barcelona, PPV.

LOPEZ PIÑERO, J.M. et al (1983) *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*. Madrid, Península.

MANJARRES, R. (1860) *Lecciones de química industrial inorgánica*. Sevilla.

MANJARRES, R. (1862) *Influencia de los fosfatos térreos sobre la vegetación y procedimientos más económicos para utilizarlos en la producción de cereales de la Península*. Sevilla.

MANJARRES, R. (1871) *Memoria acerca del mejoramiento de nuestros aceites*. Barcelona, Imp. de Brusi.

MANJARRES, R. (1877) *Fabricación, clasificación y mejora de los aceites*. Barcelona, Est. tipográfico de N. Ramírez y Cia.

MANJARRES, R. (1877b) *Memoria de los medios empleados fraudulentamente para dar color al vino*. Barcelona, Imp. Barcelonesa.

MANJARRES, R. (1896) *El aceite de oliva. Su extracción, clasificación y refinación*. Madrid, Vda. de García.

MARQUEZ, E. (1865) *Tratado de mecánica industrial*. Sevilla, Agricultura Española.

MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA. Secretaría General Técnica (1985) *Historia de la Educación en España. II: De las Cortes de Cádiz a la revolución de 1868*. Madrid, Colección Breviarios de Educación.

PAYEN, A. (1859) *Precis de chimie industrielle*. París.

PECLET, E. (1847) *Traité élémentaire de Physique*. París.

RUBINI, R. (1882) *Tratado de Algebra*. Sevilla, Rafael Tarasco y Lassa. Traducción de Emilio Márquez Villarroel.

RUBINI, R. (1885) *Teoría de las formas en general y principalmente de las binarias*. Sevilla, Imp. de Salvador Acuña. Traducción de E. Márquez Villarroel.

RUMEU DE ARMAS, A. (1990) *El Real Gabinete de Máquinas del Buen Retiro*. Madrid, Castalia.

TREDGOLD, T. (1838) *Traité des machines à vapeur et de leur application*. Bruxelles, Imp. Meline. Traducción de F.N. Mellet.

VALDES, N. (1859) *Manual del Ingeniero*. París, Imp. Cosse.