

## Ingeniería Química en España: los orígenes (1850–1936) (I)

**Resumen:** La Ingeniería Química fue una más entre las diversas disciplinas relacionadas con la industria química que surgieron desde finales del siglo XIX, y que no alcanzó reconocimiento académico oficial en nuestro país hasta la última década del siglo XX. Hasta entonces, otras disciplinas ocuparon su lugar en Escuelas y Facultades españolas, en sintonía con lo que había sucedido en países de nuestro entorno. Intentaremos mostrar en dos artículos cuales fueron los orígenes de la formación en química industrial en España. En este primero veremos cual fue el contexto europeo y norteamericano en el que se desarrolló y cómo algunas de estas enseñanzas se organizaron en nuestro país entre 1850 y los primeros años del siglo XX.

### Química para la industria: la formación en Estados Unidos, Reino Unido, Francia y Alemania

El final del siglo XIX fue el escenario de una masiva difusión de nueva tecnología asociada a dos ramas industriales, protagonistas de lo que ha venido en denominarse Segunda Revolución Industrial: la eléctrica y la química. Ante el cúmulo de novedades tecnológicas que fueron apareciendo, los directivos y empresarios de las grandes compañías sintieron la necesidad de disponer de especialistas capaces de hacer funcionar las nuevas fábricas. En el caso de la química hubo otros factores que hicieron más perentoria esta necesidad: el aumento en la demanda de ácidos, álcalis o fertilizantes; el traslado a planta de novedades en forma de nuevos productos, obtenidos tanto en laboratorios académicos como industriales y la sustitución de los antiguos procedimientos de producción discontinuos por nuevos métodos en continuo, capaces de suministrar al mercado la cantidad de productos que demandaba. Las distintas respuestas que desde el mundo académico se dieron a esta necesidad variaron de unos países a otros. Analicemos brevemente lo sucedido en Estados Unidos y Reino Unido, cuna de lo que ha venido en denominarse modernamente Ingeniería Química, al mismo tiempo que atenderemos a la pluralidad de disciplinas que surgieron en Francia y Alemania, principalmente porque ellos determinaron el modelo europeo que finalmente se implantó en nuestro país.

Desde el último cuarto del siglo XIX, los químicos formados en las facultades de ciencias de Estados Unidos y Reino Unido fueron incorporándose al mundo industrial de manera masiva.<sup>[1]</sup> Para cubrir sus carencias formativas a escala industrial, las principales universidades americanas comenzaron a ofrecer diversos cursos con un marcado carácter práctico. Se trataba de que adquiriesen fundamentos de ingeniería mecánica, aderezados con el estudio de las aplicaciones de la química a las artes industriales.<sup>[2]</sup> Al mismo tiempo, químicos que posteriormente protagonizarían el desarrollo de la ingeniería química en los Estados Unidos como Walker, Coolidge, Whitney y A.A. Noyes, realizaban sus estudios de doctorado en Alemania, especializándose en la emergente disciplina de la Química Física.<sup>[3]</sup> La herramienta conceptual, que permitió la construcción de la ingeniería química como disciplina independiente, fue creada por A. D. Little a comienzos de la



Ángel Toca

segunda década del siglo XX. Consultor técnico y fundador de la *School of Chemical Engineering Practice*, consideraba que la ingeniería química podría alcanzar el estatus académico si su corpus de conocimientos se basaba en el uso adecuado de las operaciones básicas (*unit operations*), "...las cuales, secuenciadas y coordinadas correctamente constituyen el proceso químico conducido a escala industrial".<sup>[4]</sup> El éxito que las operaciones básicas alcanzaron en la definición de la nueva disciplina, puede explicarse por la conjunción de varios factores. En primer lugar, porque al desmenuzar los procedimientos de producción en operaciones físicas y mecánicas, fue capaz de crear un campo exclusivo de estudio para el ingeniero químico. En segundo lugar, porque definió el campo profesional del ingeniero a escala industrial, al ser él el encargado del diseño, construcción y funcionamiento de los distintos aparatos. La formación en Química Física que los principales protagonistas habían adquirido en Alemania, permitió que los departamentos de Ingeniería Química se organizaran en el interior de las propias facultades de ciencias. El triunfo definitivo de la nueva disciplina tuvo que ver también con un delicado proceso de negociación a lo largo del primer tercio del siglo XX entre académicos, asociaciones de ingenieros y productores americanos.

Las diversas Exposiciones Universales, que venían organizándose regularmente desde 1851, pusieron de manifiesto la continua decadencia que la industria química británica venía sufriendo. Ello se debía en parte a la tradicional manera de entender la formación técnica en el Reino Unido, basada primordialmente en el aprendizaje autónomo del aprendiz en el puesto de trabajo. Desde el tercer cuarto de siglo, algunas instituciones privadas y empresas pusieron a disposición de obreros y técnicos los medios necesarios (laboratorios, aulas, bibliotecas, etc.) para que pudiesen adquirir instrucción formal en Matemáticas, Física y Química.<sup>[5]</sup> En la década de los 90 estas instituciones comenzaron a interesarse por adaptar el trabajo de químicos e ingenieros, los cuales deberían poseer los conocimientos adecuados para desarrollar su trabajo eficazmente en el interior de las factorías. Entre los promotores de este nuevo tipo de formación se encontraba George E. Davis, consultor químico, inspector gubernamental de la *Alkali Act* e impulsor de la *Society of Chemical Industry*, el cual venía impartiendo este tipo de cursos en la *Manchester Technical School* desde 1887. Su experiencia como consultor le llevó a desmenuzar las operaciones químicas en pequeñas unidades, de una manera similar a lo que en Estados Unidos se había hecho con las operaciones básicas. Su "*Handbook of Chemical Engineering*" ha sido considerado el primer ma-

Departamento de Ingeniería Química y Química Inorgánica, ETSIIT, Universidad de Cantabria, Avenida de los Castros, s/n., 39005 Santander  
C-e: [angel.toca@unican.es](mailto:angel.toca@unican.es)  
Recibido 05/06/2006. Aceptado 19/01/2007

nual de Ingeniería Química en sentido moderno.<sup>[6]</sup> A pesar de todos los esfuerzos realizados por Davis y sus colaboradores durante los primeros años, la Ingeniería Química no terminó de afianzarse en Gran Bretaña hasta el final de la I Guerra Mundial. El esfuerzo bélico realizado por el país, fruto de la colaboración entre el mundo industrial y académico, fue el trampolín que permitió a la Ingeniería Química alcanzar rango académico. El nacimiento de la *Institution of Chemical Engineers* (IChemE) en 1922, a imagen y semejanza de lo que catorce años antes habían hecho los químicos americanos con la *American Institute of Chemical Engineers* (AIChE), y la creación de la primera plaza de profesor de Ingeniería Química en el interior del University College de Londres en 1923, fueron los hitos más significativos de la incorporación de la Ingeniería Química al mundo académico británico a comienzos de la década de los años 20.

La respuesta que el resto de la Europa industrializada dio a la demanda de especialistas para la industria química, varió de un país a otro. La química no tuvo cabida en el interior de las grandes escuelas decimonónicas francesas de ingeniería. Los grandes empresarios industriales comenzaron a promocionar escuelas especiales a finales del XIX, para que en ellas se impartiesen conocimientos con un mayor contenido tecnológico y práctico (Escuela Central, Escuela de Física y Química de País, la de Electricidad o la de Aeronáutica). En el caso de la química, estos intentos se limitaron a desarrollar y sistematizar el trabajo en el laboratorio y a crear una nueva disciplina denominada Química Industrial, muy descriptiva en procesos y aparatos. Ante esta situación y con la idea de promocionar la colocación industrial de sus titulados, las facultades de ciencias comenzaron a impartir cursos con un carácter fuertemente aplicado. Ligados administrativamente a estas facultades surgieron los denominados Institutos Anexos, centros en los cuales se impartieron enseñanzas que permanecieron muy atentos a las necesidades industriales de cada región.<sup>[7]</sup> Estos centros llegaron a convertirse en centros de referencia para la formación industrial química francesa.

La diversidad de programas industriales ofertados en estos Institutos a lo largo de las dos primeras décadas del siglo XX, obligó a las asociaciones francesas de químicos a reclamar la unificación de currículos y la concesión de un diploma específico para todos aquellos que siguiesen cursos con orientación industrial. Al mismo tiempo las facultades de ciencias comenzaron a introducir contenidos de termodinámica y cinética química, tanto en sus orientaciones industriales como científicas. Entre los promotores de estos cambios en el currículo destacan Paul Sabatier y Henry Le Chatelier. Este último utilizó el aspecto práctico de muchas de sus investigaciones sobre el equilibrio químico para constituirse como interlocutor entre la industria química, la industria metalúrgica y el mundo académico.<sup>[8]</sup> Este tipo de orientaciones hicieron que la Química Industrial abandonase los aspectos puramente descriptivos y comenzase a utilizar los contenidos teóricos de la Química Física. Por esta razón, las operaciones básicas no fueron introducidas en la formación de químicos e ingenieros franceses hasta después de terminada la II Guerra Mundial.

Lo que sucedió en Alemania tuvo una dimensión completamente distinta. Entre 1878 y 1902 abrieron sus puertas once escuelas técnicas (similares a nuestras escuelas de ingeniería industrial), las cuales pusieron anualmente una media de 3.000 titulados a disposición de la industria alemana. Al mismo tiempo, las veintidós universidades alemanas aco-

gieron en sus aulas a unos 15.000 alumnos dedicados al estudio de disciplinas científicas.<sup>[6]</sup> Este enorme potencial humano fue aprovechado por las industrias química y eléctrica alemanas. La naturaleza de la industria química germana, basada en el desarrollo intensivo de la Química Orgánica, condicionó el trabajo y la función de científicos y técnicos en su interior. La utilización de escalas de producción reducidas y la apuesta de las compañías por una producción con un acentuada orientación científica, propiciaron que se optase por la separación de funciones entre químicos e ingenieros mecánicos. En palabras de Carl Duisberg, director técnico de la compañía Bayer, "...el químico no tiene ninguna necesidad de aprender ingeniería. Nada, en mi opinión, es peor que convertir al químico en un ingénieur-chimiste como se hace en Francia o en un chemical engineer como a menudo se hace en Inglaterra. (...) La división del trabajo se hace pues absolutamente necesaria".<sup>[6]</sup>

Desde el comienzo de la década de los veinte, profesores de las escuelas técnicas superiores (*Technischen Hochschulen*) reclamaron un cambio sustancial en la formación de los ingenieros, con una orientación más acentuada hacia la práctica industrial. Esta necesidad era especialmente relevante para la gran industria química inorgánica, la de los ácidos, álcalis y fertilizantes que desde comienzos de siglo trabajaban con grandes volúmenes de producción. Nuevos procedimientos productivos como la obtención del ácido sulfúrico por el método de contacto, las síntesis catalíticas de amoníaco, caucho o combustibles, y la influencia que la IG Farben alcanzó en el mundo académico, obligaron a abordar de manera diferente la formación de especialistas para la industria química alemana.<sup>[9]</sup> Una de las primeras disciplinas que modificó su orientación fue la Química Industrial, abandonando la descripción de los procesos de producción como unidades individuales e independientes e incorporando diversas disciplinas auxiliares como el análisis químico, las técnicas de medida y control, los materiales de construcción, etc. Coincidente en el tiempo con este cambio de orientación de la Química Industrial, surgió una nueva disciplina que pugnaba por agrupar los aspectos técnicos y económicos del procedimiento industrial, utilizando los elementos teóricos más relevantes de la Química Física.<sup>[10]</sup> La Tecnología Química, nacida a comienzos de la década de los treinta, tuvo como contribución más importante la generalización del uso de balances de materia y energía y la aplicación sistemática de los principios de la termodinámica y de la cinética química. En su promoción destaca el papel jugado por Arnold Eucken, profesor de la universidad de Göttingen. Además de institucionalizar la disciplina en el interior de las escuelas técnicas superiores, la promocionó en el entorno industrial a través de comités, sociedades y revistas especializadas. La aproximación defendida por Eucken perseguía la integración de la Tecnología Química con las ciencias tradicionales, estructurando los procesos productivos bajo las bases de los procesos físicos y químicos que subyacían a ellos. De esta manera, Alemania dispuso durante tiempo de dos disciplinas relacionadas con el mundo químico industrial, al mismo tiempo que los químicos formados en las facultades de ciencias accedían a los laboratorios industriales para realizar trabajos de análisis e investigación. Por esta razón, fue necesario esperar hasta comienzos de los años 60 para que se difundiesen las operaciones básicas en el interior de escuelas y facultades. Este modelo de múltiple convivencia de disci-

plinas para la formación de especialistas de la industria química, tuvo un reflejo significativo en nuestro país.

### Las Escuelas de Ingeniería y las de Artes y Oficios: el comienzo de la enseñanza técnica e industrial en España

Los primeros intentos de introducir enseñanzas de tipo técnico, protagonizados por instituciones como el Conservatorio de Artes de Madrid o la Junta de Comercio de Barcelona, apenas si tuvieron continuidad a lo largo de la primera mitad de siglo XIX. Para entonces el Estado ya había creado algunos cuerpos de ingenieros (Minas, Caminos, Montes, Telecomunicaciones), destinados a servir dentro de la propia administración con una estructura fuertemente jerarquizada.<sup>[11]</sup> Por entonces el Estado no sintió la necesidad de destinar personal especializado a la escasa industria que existía en España, por lo que no fue hasta la segunda mitad del siglo XIX cuando se reguló la formación industrial. Desde el Plan General de Estudios de 1845 hasta la ley Moyano de 1857, una serie de reglamentos y decretos fueron dando forma a este primer intento. Inicialmente se creó el Real Instituto Industrial de Madrid, único establecimiento de todo el territorio nacional donde se podía cursar los tres tipos de enseñanzas en los que se dividió la formación industrial. Tras pasar por la enseñanza primaria, los alumnos que accedían cursaban la denominada enseñanza técnica elemental. Esta consistía en un curso preparatorio y tres más, al final de los cuales se conseguía el certificado de aptitud para el desempeño de las profesiones industriales. En el nivel inmediatamente superior se encontraba la denominada enseñanza de ampliación, de tres años de duración y destinada a la obtención del título de profesor industrial. En el último peldaño estaba la denominada enseñanza superior, la cual habilitaba para la obtención del título de ingeniero de primera clase en sus dos modalidades, ingeniero químico y mecánico.<sup>[12]</sup> El hecho de que la química tuviese una titulación industrial propia, muestra la importancia que los legisladores españoles le concedían, a pesar de la escasa implantación que esta industria tenía en ese momento. La especialidad impartía pocas materias relacionadas con la química: apenas un curso general en el preparatorio, otro de

análisis químico en primero y dos de química industrial en segundo en sus dos vertientes, orgánica e inorgánica. Cada asignatura llevaba los correspondientes trabajos de laboratorio, los cuales rara vez se ejecutaron por falta de espacios y medios.<sup>[13]</sup> Coincidiendo en el tiempo surgieron Escuelas de Ingeniería Industrial en Barcelona, Sevilla, Vergara o Gijón; en todas ellas sólo se cursaban los dos primeros tipos de enseñanza industrial.<sup>[14]</sup>

La creación de la Escuela de Ingeniería Industrial de Barcelona (Figura 1) respondió a la demanda de la burguesía industrial para disponer de mano de obra especializada, siguiendo con la tradición iniciada por las Escuelas de la Junta de Comercio. El cierre progresivo del resto de escuelas a partir de 1860, y el del propio Real Instituto en 1867, convirtió a la Escuela de Barcelona en el único centro de enseñanza industrial que ha mantenido sus puertas abiertas de manera ininterrumpida hasta nuestros días. Esto fue posible gracias al esfuerzo conjunto de la propia burguesía catalana, que asumió a través de la Diputación Provincial una parte importante de los gastos de funcionamiento. Este hecho condicionó la cuantía de dotaciones y personal que recibió hasta comienzos del siglo XX, lo cual supuso un grave problema para el desarrollo práctico de las enseñanzas. Así por ejemplo, los locales destinados a laboratorios de Química sufrieron continuas remodelaciones hasta 1889, mermando siempre la superficie y dotación. Antonio Ferrán Degrie, alumno primero y catedrático de Química Industrial Inorgánica y Análisis Químico después, denunciaba claramente estas limitaciones: "... [La Escuela] carecía de personal suficiente y así han transcurrido varios años con Cátedras servidas interinamente,... El material tampoco se improvisa de momento y menos con los mezzquinos presupuestos que disfrutamos...".<sup>[15]</sup> Hasta 1900 más de 1.000 ingenieros se formaron en sus aulas, las cuales contaron inicialmente con una proporción de artesanos, comerciantes y fabricantes entre su alumnado de más del 60%. Desde 1880 quedó patente en la industria catalana la progresiva incorporación de estos ingenieros, con una presencia destacada en las industrias de la transformación, del agua, el gas y la electricidad, así como en el ejercicio libre de la profesión en distintos tipos de consultorías técnicas.

En el último cuarto de siglo, en un intento por revitalizar las enseñanzas técnicas elementales, el Estado creó las denominadas Escuelas de Artes y Oficios. Su objetivo era el de crear mano de obra especializada para la industria española. Tras su paso por la enseñanza primaria, los alumnos que ingresaban estudiaban, entre otras cosas y a lo largo de dos años, nociones de Física, Química, Matemáticas y Dibujo, con un marcado carácter aplicado. En 1871 abrió sus puertas la Escuela de Artes y Oficios de Madrid; dos años después lo hacía la barcelonesa adscrita a la Escuela de Ingeniería Industrial. Finalmente un decreto de noviembre de 1886 creaba siete escuelas más en las ciudades de Alcoy, Almería, Bejar, Gijón, Logroño, Santiago de Compostela y Vilanova i Geltrú. El objetivo era el de "...instruir maestros de taller, contra maestros, maquinistas y artesanos", así como la de "...crear y promover la instalación de talleres y pequeñas industrias".<sup>[16]</sup> Se intentaba paliar la creciente dependencia que la industria tenía del personal extranjero, en un momento en



Figura 1. Fachada de la primera Escuela de Ingeniería Industrial de Barcelona. Imagen cedida por Guillermo Lusa Monforte, ETSII de Barcelona.

el que funcionaban en España numerosas fábricas de compañías nacionales y europeas. Para hacernos una idea de esta dependencia, basta señalar que a finales del siglo trabajaban más de 1.350 técnicos de unos doce países europeos, los cuales siempre ocupaban los puestos mejor remunerados.<sup>[17]</sup>

### La Química en las Escuelas de Ingeniería e Industriales durante los primeros años del siglo XX

Desde finales del siglo XIX se produjo un intenso crecimiento de la industria química española. Algunas multinacionales europeas como Griesheim-Elektron, Thomson-Houston o Solvay<sup>[18]</sup> decidieron levantar sus propias fábricas, y otras como Bayer o BASF, afianzaron sus canales comerciales con la adquisición de pequeñas factorías. Al mismo tiempo, algunos empresarios españoles apostaron por desarrollar una gran industria nacional, centrada en la fabricación de ácidos, álcalis y fertilizantes, como fue el caso de la compañía Cros o la Compañía de Productos Químicos de Aboño. El resto era pequeña industria instalada principalmente en Cataluña, dedicada a pequeñas transformaciones que ponían en el mercado productos de bajo valor comercial.<sup>[19]</sup> Es por esto que a comienzos de siglo XX se produjo un aumento en la demanda de técnicos para la industria química.

Esta situación convivía con el proverbial pesimismo respecto a nuestra capacidad científica y técnica, fruto de la decepción que supuso la pérdida de las últimas colonias. La percepción del fracaso colonial y la necesidad de buscar soluciones al atraso científico y tecnológico del país, hicieron que durante los primeros años del siglo XX floreciesen diversas iniciativas, como la Sociedad Española de Física y Química, la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias o la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE), dedicadas a la promoción social de la ciencia y de la técnica. Los promotores estaban convencidos que las mejoras debían llegar de la mano del material humano, el cual debía "...seguir de cerca el movimiento científico y pedagógico de las naciones más cultas,...". Así, la JAE estableció una serie de pensiones para que los mejores doctores españoles acudiesen a diversas facultades, escuelas y laboratorios europeos. A su vuelta, la legislación vigente les aseguraba una plaza de profesor auxiliar en facultades y escuelas, con la idea de que trasmitiesen a los nuevos alum-

nos todo el saber aprendido durante su estancia. También promovió la creación de centros como el Laboratorio de Investigaciones Físicas (1910), el cual permitía a los pensionados continuar con las investigaciones iniciadas en el extranjero.<sup>[20]</sup> Uno de los colectivos que disfrutó de mayor número de pensiones, y que con mayor intensidad utilizaron este tipo de instalaciones, fue el de los químicos. La inmensa mayoría de ellos habían elegido Alemania como país para formarse, lo cual implicó que a su vuelta traían consigo los modos de organización y trabajo alemán.

La necesidad de renovación llegó al mundo de la enseñanza técnica en forma de nuevas escuelas de ingeniería industrial, revisión de los planes de estudios existentes y creación de nuevas titulaciones industriales. En el apartado de las nuevas escuelas destacan la creación de las escuelas de Bilbao (1897) y Madrid (1901). La primera debió su origen al apoyo que la burguesía vasca otorgó a las enseñanzas industriales. Una parte importante del intenso proceso industrializador de finales del XIX, se debió al trabajo de técnicos nativos que habían ido a formarse a Barcelona y a las principales escuelas de ingeniería europeas. Sin despreciar el necesario contenido científico que debían tener los ingenieros en su formación, en la nueva escuela de la capital vizcaína intentaron huir del estudio de cuestiones abstractas y apostaron más por los aspectos prácticos. Consecuentes con este planteamiento, desde un primer momento se otorgó una gran importancia al trabajo realizado en el interior de los laboratorios y a la visitas a diversas instalaciones industriales.<sup>[21]</sup> Imbuidos del espíritu que Antoni Roca ha venido en denominar "ingeniería del laboratorio", estos profesores recabaron numerosa información sobre el funcionamiento, objetivos, métodos de enseñanza y materiales de las principales escuelas de ingeniería del momento (Lieja, Zurich, Manchester, Berlín y Massachussets). La enseñanza de la química jugó un papel destacado desde la apertura del centro, destinándose tres laboratorios para cada una de las asignaturas que constituía el plan de estudios: Química General, Análisis Químico y Tecnología Química. El espacio destinado a cada uno de ellos permitía el trabajo conjunto de entre 24 y 36 alumnos, siendo los únicos laboratorios que ya funcionaban regularmente en el curso 1902-03.<sup>[21]</sup>

La apertura de la escuela de Madrid fue consecuencia de ese proceso de renovación de las enseñanzas industriales. En las materias químicas que se impartieron predominaron los aspectos teóricos sobre los prácticos. En 1910, José Martínez Roca, profesor de Química General y Química Industrial Orgánica, se mostraba partidario de dedicar un largo preámbulo teórico-químico al comienzo del estudio de cada industria, destinando el laboratorio "...a realizar todos los ensayos, tanto industriales como completos, de las primeras materias, productos y residuos de las diversas industrias...".<sup>[22]</sup> Sin embargo, este tipo de trabajo sólo pudo desarrollarse a partir de 1910, año en el que abrieron sus puertas algunos de los laboratorios previstos (Figura 2).<sup>[23]</sup> En los apuntes que el propio Martínez Roca publicó en 1921, se observa el predominio de lo descriptivo en



Figura 2. Laboratorios de Química de la Escuela Central de Ingenieros Industriales de Madrid. *Ibérica*, 1915, 2, 379.



Figura 3. Interior del laboratorio de Química de la Escuela de Ingeniería Industrial de Barcelona (años 1920–30). Imagen cedida por Guillermo Lusa Monforte, ETSII de Barcelona.

este tipo de asignaturas, muy en la línea de lo que se hacía en la Química Industrial alemana o francesa anterior a su renovación. Se insistía en la importancia que tenía "...el fundamento científico en que se basan [las] operaciones y métodos [de dichas industrias]".<sup>[24]</sup> Al igual que su homónima bilbaína, la Escuela de Madrid dedicó atención especial a los "...viajes y visitas a talleres y fábricas,..."<sup>[22]</sup> como complemento práctico de la formación del ingeniero industrial. Las tres escuelas de ingeniería mantuvieron, hasta pasada la primera mitad de siglo XX, su carácter extrauniversitario.

Un nuevo plan de estudios surgido en 1902 trajo consigo la supresión de las antiguas especialidades y la implantación del título genérico de ingeniero industrial. Se estableció el acceso a las diversas ramas de la ingeniería desde el bachillerato, siendo necesario aprobar un examen de ingreso. Esta prueba eliminaba al 80% de los candidatos, lo cual creaba entre los alumnos la idea de pertenecer a una élite. Las materias químicas se mantuvieron prácticamente con respecto al plan de 1852, incorporando algunas nuevas como la metalurgia, la siderurgia, la tintorería y la cerámica. Se mantenía el carácter teórico de la mayor parte de los contenidos, con escasa atención a los aspectos prácticos y de laboratorio (Figura 3). Así por ejemplo, el programa de química industrial inorgánica agrupaban los temas por industrias que compartían un mismo elemento: las del carbono, calcio, fósforo, azufre, nitrógeno, etc. Para elaborar el programa de la asignatura, algunos profesores recurrían a los principales manuales franceses y alemanes: los de Payen, Knapp, Lunge, Wagner o Baumer.<sup>[25]</sup> Algunos químicos e ingenieros españoles como Pedro Carré o Santiago Torrontegui, escribieron manuales similares, cuando no tradujeron algunos extranjeros como los de Molinari (José Estalella) o Luigi Gabba (Francisco Novellas). Con este panorama no es de extrañar el excesivo contenido teórico que la química tenía en la formación de los ingenieros industriales españoles. Sin embargo, los ingenieros que alcanzaron una relación directa con la industria sentían la necesidad de emprender nuevas acciones, tanto en el ámbito educativo como en el industrial. El primer congreso de ingeniería industrial celebrado en Madrid en noviembre de 1919, recogió el sentir de estos ingenieros. Entre las necesidades que allí se apuntaron, destacaban la de aumentar el número de laborato-

rios industriales en las grandes empresas del país, así como el compromiso por parte del Estado de crear laboratorios físico-químicos con una clara orientación industrial. Al mismo tiempo pedían al Ministerio de Fomento que se hiciese lo posible por favorecer la implantación de industrias químicas consideradas esenciales en ese momento: las de los derivados de la hulla, las relacionadas con el aprovechamiento de las piritas españolas, la fabricación de perfumes, colorantes artificiales, caucho artificial, o las de productos farmacéuticos entre otras.<sup>[26]</sup>

Un nuevo decreto creaba en 1901 las Escuelas Industriales, establecimientos dedicados a enseñanzas de tipo profesional con un eminente sentido práctico. Un decreto posterior reordenó en 1910 las enseñanzas entre las escuelas industriales

y las de artes y oficios. Se trataba de formar personal apto para ocupar todos los puestos de trabajo en la fábrica, desde el obrero hasta el ingeniero pasando por el capataz, con el fin de conseguir la desaparición progresiva de los técnicos extranjeros en la industria nacional. Las denominadas escuelas industriales fueron creadas en las principales capitales de provincia, con el fin de proporcionar nuevas titulaciones como las de perito mecánico, eléctrico y químico. Después de tres años en la escuela, los alumnos estaban en disposición bien de acceder a la ingeniería industrial superior, bien de ocupar su puesto en la industria. En el caso concreto de los peritos químicos, el carácter aplicado de su formación les permitió recibir una buena preparación de laboratorio, en muchos casos mejor que la que recibían los químicos en las facultades de ciencias. En su interior se impartieron antes que en otros sitios nuevas disciplinas, como fue el caso de la Electroquímica. Paradójicamente, la mayor parte de los profesores encargados de impartir estas nuevas disciplinas fueron químicos, aquellos que por las carencias en su formación se encontraban lejos del enfoque práctico que la ley atribuía a este tipo de enseñanzas.

Un ejemplo singular de este nuevo tipo de profesor lo encontramos en la figura de Antonio Rius Miró. Entre 1913 y 1940 ocupó sucesivamente las plazas de Química General, Electroquímica y Análisis Químico de las escuelas industriales de Béjar (1913–1914), Santander (1914–1922), Zaragoza (1922–1930) y Madrid (1930–1940), en este último caso dentro de la Escuela Superior de Trabajo incluida dentro de la propia escuela industrial. Formado inicialmente como perito químico en la Escuela Industrial de Vilanova i Geltrú, y más tarde como químico en la Facultad de Ciencias de Barcelona, aprovechó su estancia en Santander para realizar su tesis doctoral y disfrutar de dos pensiones de la JAE. Acudió a Basilea y Dresde para formarse como electroquímico en los laboratorio de los profesores Fichter y Müller, respectivamente, entrando al mismo tiempo en contacto con la realidad industrial y la manera de entender la enseñanza práctica de la química en Europa. Durante su estancia en la Escuela Técnica de Dresde pudo seguir cursos de Tecnología Química y Química Física. Su toma de contacto con el mundo técnico no modificó su idea, según la cual la formación científica de

cualquier estudiante debía prevalecer sobre la técnica. Al referirse a determinados procedimientos industriales, señalaba que todos ellos habían "...nacido de antiguas investigaciones, puramente científicas, cuyos autores casi apenas sospecharon la importancia que podrían llegar a tener", demostrando "...el valor práctico de la investigación ejecutada con un fin científico".<sup>[27]</sup> Esta primacía de los conocimientos científicos sobre los técnicos influyó en el modo en el que impartió diferentes disciplinas químicas a lo largo de esos años. Gozó de reconocido prestigio entre los alumnos de escuelas industriales y Facultades de Ciencias de Zaragoza y Madrid, especialmente en las áreas de Electroquímica y Química Física. Durante estos años destinó su tiempo a la elaboración de manuales de carácter técnico, a la dirección de diversas tesis doctorales en el área de la Electroquímica, a la consultoría de tipo técnico entre los industriales de Zaragoza,<sup>[28]</sup> y a la dirección de las fábricas que Abelló tenía en León y Madrid.

La Escuela Industrial de Barcelona fue un ejemplo singular y atípico dentro del panorama educativo. Desde comienzos de siglo XX los ingenieros industriales catalanes venían clamando por introducir mejoras en la enseñanza técnica, orientando la formación hacia lo que hemos venido en denominar "ingeniería del laboratorio". Era necesario que el desarrollo industrial hiciese necesaria "... la intervención técnica del Estado,... [en el sentido de] exigir que al frente de los grandes centros de trabajo, dirigiendo los talleres, se encuentren personas científica y legalmente capacitadas...".<sup>[29]</sup> Con la intención de tener integrado en un sólo centro todos los grados de las enseñanzas técnicas, nació la Escuela Industrial de Barcelona. En su interior convivieron la escuela de artes y oficios, la propia escuela industrial y la de ingeniería industrial. Construida en el interior de la antigua factoría Batlló, la Diputación Provincial de Barcelona destinó para su adecuación más de dos millones de pesetas. Su objetivo era verificar "... los estudios desde los más elementales hasta obtener el título de Ingeniero Industrial de una manera gradual e intensiva".<sup>[29]</sup> La integración de las tres enseñanzas en un mismo edificio permitía construir unos laboratorios suficientes (Figura 4) para todas las asignaturas de tipo químico. Como veremos en un próximo artículo, todos los laboratorios se integraron dentro del Laboratorio de Estudios Superiores de Química. En su interior nacería el Instituto de Química Aplicada, institución académica que aportaría recursos extra a las escuelas gracias a su labor de consultoría y a la realización de cursos especializados para ingenieros y licenciados.

Por último señalar que, aprovechando la promoción de las enseñanzas técnicas y un poco a imagen y semejanza de lo que había hecho la JAE años antes, surgieron las denominadas pensiones para obreros, reguladas posteriormente por la denominada Junta de Pensiones de Ingenieros y Obreros. Desde 1920 los ingenieros industriales y los peritos se incorporaron al disfrute de este tipo de pensiones, que tenían como objetivo permitir estancias en el extranjero para ampliar conocimientos de tipo técnico. También se organizaron cursos de perfeccionamiento profesional dentro del territorio nacional, y los antiguos pensionados dispusieron de un servi-

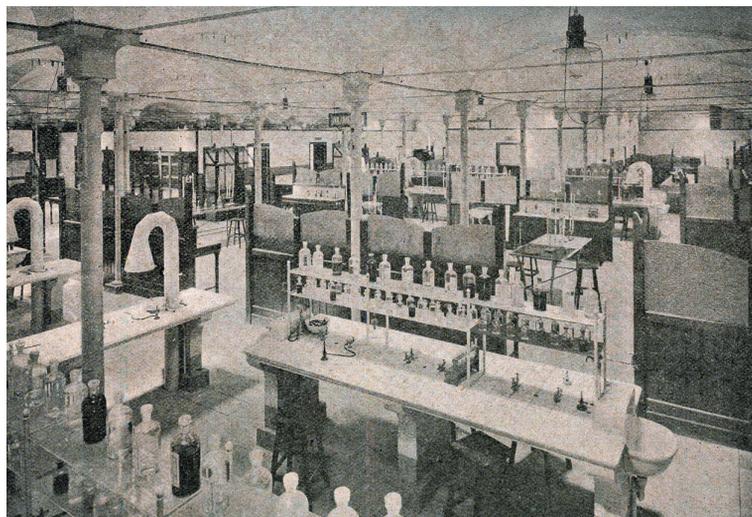


Figura 4. Interior de los laboratorios químicos de la Escuela Industrial de Barcelona.

cio de información bibliográfica técnica, pensado para la adquisición de conocimientos teórico-prácticos de su área y para disponer de las últimas novedades en cuestiones de diseños de aparatos y de patentes.<sup>[17]</sup>

## Bibliografía

- [1] C. A. Russell, N. G. Coley, G. K. Roberts, *Chemistry by Profession: The Origins and Rise of the Royal Institute of Chemistry*, Open University Press, London, **1977**. Para Estados Unidos se puede consultar A. Thackray, J. L. Sturchio, P. T. Carroll y R. Bud, *Chemistry in America, 1876–1976. Historical Indicators*, Reidel, Dordrecht, **1985**.
- [2] Esto es lo que se proclamaba en 1888, en el primer curso de ingeniería química que se impartió en el MIT. J. F. Donnelly, *Ann. of Sci.*, **1988**, *45*, 555–590.
- [3] A su vuelta de Alemania, la mayor parte de los nuevos doctores formados en Química Física comenzaron a ocupar puestos relevantes en Facultades y Escuelas Técnicas. J.W. Servos, *Isis*, **1980**, *71*, 531–549.
- [4] D. F. Noble, *America by Design. Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid, **1987**.
- [5] I. Inkster, *Quad. Hist. Eng.*, **2004**, *6*, 25–50.
- [6] J. C. Guédon en *History of Chemical Engineering*, (Ed. W.F. Furter), American Chemical Society, Washington D. C., **1980**, pp. 45–76.
- [7] M. J. Nye, Science in the Province. *Scientific communities and provincial leadership in France, 1860–1930*, University of California Press, Berkeley, **1986**.
- [8] M. Charpentier-Morize, L. Nekoval-Chikhaoui en *La formation polytechnicienne 1794–1994*, (eds. B. Belhoste, A. D. Dalmedico, A. Picon), Dunod, Paris, **1974**, pp. 357–374. Sobre Henri Le Chatelier se puede consultar: M. Lette, *Henri Le Chatelier (1850–1936). Ou la science appliquée a l'industrie*, Presses Universitaires e Rennes, Rennes, **2005**.
- [9] Hacia mediados de los años veinte, la gran corporación alemana de la I.G. Farben controlaba casi el 50% del capital de toda la industria química. La influencia que los dirigentes de esta corporación tenían sobre las autoridades educativas inclinó la balanza en favor de la Química Inorgánica y de la Química Física. J. J. Bonet, *Viaje al reino de Saturno*, Editorial Nívola, Madrid, **2004**.

- [10] K. Buchholz, *Soc. Stud. of Sci.*, **1979**, *9*, 33–62.
- [11] La creación del cuerpo de ingenieros de los ejércitos y plazas data de 1711. Su estructura jerárquica sirvió de modelo a los demás cuerpos de ingenieros, salvo en el caso de los ingenieros industriales nacidos con la Ley Moyano, los cuales apenas consiguieron un reconocimiento similar. H. Capel, J. E. Sánchez, O. Moncada, *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Ediciones del Serbal - CSIC, Madrid, **1988**.
- [12] G. Lusa Monforte, *Quad. Hist. Eng.*, **1996**, *1*, 1–52; J. M. Cano Pavón, *Llull*, **2002**, *25*, 595–620.
- [13] *Datos sobre la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona*, Imprenta de los Sucesores de N. Ramírez, Barcelona, 1886.
- [14] Sobre la ingeniería industrial en la Escuela de Sevilla, J. M. Cano Pavón, *Llull*, **1996**, *19*, 27–49.
- [15] A. Ferrán Degrie, *El laboratorio de Estudios Superiores de Química de la Escuela Industrial de Barcelona*, Imprenta de Pedro Ortega, Barcelona, **1911**.
- [16] G. Lusa Monforte, *El final de la soledad de la Escuela de Barcelona (1892–1899)*, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial, Barcelona, **2000**. Existen libros y artículos sobre las distintas Escuelas de Artes y Oficios que comenzaron a funcionar durante esos años. Como ejemplo se puede consultar: L. Garrigós i Oltra, G. Blanes i Nadal (eds), *150 Anys de la Consolidació Industrial a Alcoi*, Universitat Politècnica de València, Alcoi, **2001**.
- [17] Así lo señalaba Romanones en 1901, aunque él mismo sospechaba que esa cifra podría incrementarse en un 50% más. F. Villacorta Baños, *Arbor*, **2001**, *CLXX-669*, 127–146.
- [18] A. Toca, *La introducción de la gran industria química en España. Solvay y su planta de Torrelavega (1887–1935)*, Universidad de Cantabria-Ayuntamiento de Torrelavega, Santander, **2005**.
- [19] En los anuarios de industrias químicas de Cataluña podemos encontrar multitud de anuncios referentes a este tipo de industrias. Se dedicaban a la extracción de algunos compuestos orgánicos a partir de la destilación de la hulla, o a la obtención de productos como lejías, productos para el curtido y el blanqueo o colorantes.
- [20] J. M. Sánchez Ron en *La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 80 años después*, (coor. J. M. Sánchez Ron), CSIC, Madrid, **1988**, pp. 1–61.
- [21] Así, los alumnos de Tecnología Química que durante el curso 1902–03 estudiaron a cargo del profesor Oliveras, dedicaron parte de su tiempo a visitar fábricas de Bilbao, Santander y Torrelavega. I. Garaizar Axpe, R. Álvarez Isasi en *Actes de les IV Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, (coor. G. Blanes Nadal, L. Garrigós Oltra), SCHCT, Barcelona, **1997**, pp. 511–518.
- [22] J. Martínez Roca, *Plan pedagógico presentado al concurso-oposición de la cátedra de Química Orgánica, Tintorería y Artes Cerámicas de la Escuela Central de Ingenieros Industriales Madrid*, Madrid, Archivo General de la Administración, sección Educación, legajo 6050, **1910**.
- [23] Anónimo, *Ibérica*, **1915**, *II-1*, 378–380.
- [24] J. Martínez Roca, *Apuntes de Química Industrial Orgánica*, Litografía F. Villagrasa, Madrid, **1921**.
- [25] A. Ferrán Degrie, *Programa de Química Industrial Inorgánica, curso 1908–09*, Librería de Agustín Bosch, Barcelona, s.f. Ferrán Degrie se preocupó por la enseñanza práctica asociada al uso del laboratorio por parte del ingeniero. Por este motivo se involucró a comienzos de la década de los años 1910 en la construcción de diversos laboratorios de química en la escuela industrial barcelonesa, los cuales vieron la luz a mediados de dicha década.
- [26] Instituto de Ingenieros Civiles de España, *Primer congreso nacional de ingeniería, celebrado en Madrid entre el 16 y el 25 de noviembre de 1919, tomo II*, Sucesores de Rivadeneyera, Madrid, **1920**.
- [27] A. Rius Miró, *Cianamida cálcica*, Editorial Calpe, Madrid, **1923**.
- [28] En el interior del Centro de Estudios e Investigaciones Técnicas de Zaragoza. Anónimo, *Ibérica*, **1918**, *V-2*, 131–132.
- [29] Son palabras del entonces ministro de Instrucción Pública, Antonio García Alix, a la Revista Tecnológico-Industrial, órgano oficial de los ingenieros industriales de Barcelona. G. Lusa Monforte, *Inquietudes y reformas de cambio de siglo. El proyecto de nueva Escuela Industrial (1899–1910)*, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial, Barcelona, **2002**.



## The 41st IUPAC World Chemistry Congress

### Turin (Italy) - August 5 – 11, 2007

#### Lingotto Conference Centre

#### IUPAC CONGRESS information:

e-mail: [iupac.2007@unito.it](mailto:iupac.2007@unito.it)

#### Scientific Program Committee

Prof. Giuseppe Della Gatta

e-mail: [iupac-2007.sciprogram@unito.it](mailto:iupac-2007.sciprogram@unito.it)

#### Local Organising Committee

Prof. Claudio Minerò

e-mail: [iupac-2007.organisation@unito.it](mailto:iupac-2007.organisation@unito.it)

#### Young Chemistry

Prof. Roberto Gobetto

e-mail: [iupac-2007.youngchemists@unito.it](mailto:iupac-2007.youngchemists@unito.it)

#### Organizing Secretariat

M.A.F. Servizi s.r.l.

Corso Svizzera, 185,

Centro Pier Della Francesca

10149 Torino (Italy);

Tel.: +39 011 505900

Fax: +39 011 505976

[www.mafservizi.it](http://www.mafservizi.it)