

Física, matemáticas y la derrota de 1898

José Manuel Sánchez Ron

Arbor CLX, 630 (Junio 1998), 279-294 pp.

En este artículo se estudian diversos aspectos de la situación de la física y la matemática a lo largo del siglo XIX, tanto en lo referente a las contribuciones que se hicieron en esos campos, como en el aspecto institucional. Al mismo tiempo se considera la cuestión de si el retraso existente, identificado por algunos como uno de los responsables de la derrota frente a Estados Unidos en 1898, estuvo relacionado con la deficiente situación de la industria y tecnología española.

Introducción

En general, los estudios histórico-críticos que se han dedicado a 1898, a la crisis que generó en España la pérdida de las últimas colonias, han ignorado casi por completo a la ciencia. Parece como si sólo se tratase de política o de literatura. Y sin embargo, cuando se rastrea aquel período se encuentra que la ciencia, o mejor, el retraso científico español, fue identificado como uno de los motivos de la derrota ante Estados Unidos. Así, el 23 de junio de 1899, el diputado Eduardo Vincenti manifestaba en las Cortes ¹:

«Yo no cesaré de repetir que, dejando a un lado un falso patriotismo, debemos inspirarnos en el ejemplo que nos ha dado los Estados Unidos. Este pueblo nos ha vencido no sólo por ser más fuerte, sino también por ser más instruido, más educado; de ningún modo por ser más valiente. Ningún yanqui ha presentado a nuestra escuadra o a nuestro ejército

su pecho, sino una máquina inventada por algún electricista o algún mecánico. No ha habido lucha. Se nos ha vencido en el laboratorio y en las oficinas, pero no en el mar o en la tierra».

Diez años más tarde todavía se repetía la misma idea: en 1909, José Rodríguez Carracido, catedrático desde —precisamente— 1898 de «Química Biológica» en la Universidad Central de Madrid, de la que también fue rector, recordaba que el «problema de la educación científica en España se ha planteado como necesidad apremiante inmediatamente después de la pérdida de los últimos restos de nuestro poderío colonial. Replegada en sus lares solariegos el alma nacional hizo examen de conciencia y vió con toda claridad que había ido a la lucha, y en ella había sido vencida por su ignorancia de aquellos conocimientos que infunden vigor mental positivo en los organismos sociales. Refiriéndose a los títulos de las asignaturas de la segunda enseñanza, alguien dijo donosamente que nuestra derrota era inevitable, por ser los Estados Unidos el pueblo de la Física y la Química, y España el de la Retórica y Poética»².

Ante manifestaciones como éstas, es inevitable plantearse la pregunta de cuál era la situación de las ciencias físico-matemáticas —junto a la química, las, en principio, disciplinas científicas más relevantes a la hora de intentar ocupar un lugar relevante entre las naciones de finales del siglo XIX— en la España del Ochocientos. ¿Es cierto que era tan precaria? En este artículo, pasaré revista a algunos aspectos de esa situación, haciendo referencia únicamente, como acabo de señalar, a la física y a la matemática³.

Una ciencia no original

La situación de la matemática y la física españolas a lo largo del siglo XIX no fue tan desesperada como para que no nos encontremos personajes que se relacionaron, de una u otra manera, con esas ciencias. Ahora bien, si hubiera que caracterizar de alguna manera la actividad, o, mejor, los productos, de tales individuos, probablemente la expresión más adecuada sería: «carencia de originalidad». El ámbito en el que se movieron los físicos y matemáticos españoles de aquella centuria fue, con muy pocas excepciones, el de la enseñanza, una enseñanza en general de carácter poco avanzado. Se trataba, sobre todo, de enseñar, y así las publicaciones de nuestros físicos y matemáticos (y no sólo de éstos) del XIX se limitan en general a textos, compuestos con materiales tomados de diversas fuentes. Ya en nuestro siglo, Blas Cabrera

se refirió en términos bastante duros a lo que él consideraba una enfermedad de la ciencia española: los libros de texto —manifestó el físico canario— «existen en una proporción mucho mayor de la que corresponde a nuestra producción científica, [por lo que] como es lógico, son casi siempre malos ... la publicación de buenos libros elementales corre pareja con la abundancia de los trabajos de investigación. Cuando los primeros son mucho más frecuentes que los segundos, caracterizanse por su falta de originalidad y su manifiesto retraso»⁴. Tal situación llevaba, según Cabrera, a que en la literatura físico-química se confundiese «lo elemental con lo anticuado». Duras palabras, y sin duda injustas en parte, ya que difícilmente los físicos y matemáticos españoles del XIX habrían podido, dada la situación en la que se movían, hacer otra cosa que escribir —de vez en cuando— libros, muchas veces «elementales y anticuados»; pero de todas maneras es indudable que cumplieron una función, y que, además, al ir progresando el siglo se fueron produciendo, especialmente en matemáticas (y dentro de ella en la geometría), no en física, algunas obras, menos elementales y anticuadas.

La otra actividad que, junto a *enseñar*, encontramos en científicos hispanos de la época es la de *informar* acerca de avances realizados en otras naciones. Es representativa en este sentido la *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, que publicó entre 1850 y 1905 la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, institución de, en principio, élite, creada en 1847⁵. Esta revista estaba dedicada a informar, bien traduciendo artículos de científicos extranjeros publicados en otros lugares, bien dando breves noticias; sólo ocasionalmente aparecía algún artículo de un español⁶. Tomemos, por ejemplo, el tomo 12, correspondiente a 1862, de la *Revista*.

En la sección de Ciencias Exactas, salvo tres artículos/notas (uno sobre trigonometría, otro de topografía y el último relativo al «arte militar»), todos tratan de astronomía. Preparados por españoles hay dos de los nueve: una nota sobre una ocultación de Venus, observada desde el Observatorio de Madrid, y una «Nueva determinación de la latitud de Madrid» por Miguel Merino.

En la sección de Ciencias Físicas nos encontramos con doce artículos, más un número elevado de notas sobre observaciones meteorológicas efectuadas en el observatorio de Madrid. De física, propiamente dicha, son cuatro los artículos, todos por extranjeros (dos de física del globo, uno sobre la «imbibición» y el último una «revista de los trabajos de física verificados en Alemania»). Además, apareció uno de topografía.

Existía, por otra parte, una sección de Ciencias Naturales y una de «Variedades», en la que, tomadas en general de revistas, se ofrecían todo tipo de noticias, desde las propias de la vida de la Academia, hasta la «enfermedad de las patatas», pasando por el telégrafo transatlántico, industria de la seda en Mallorca o el discurso del ministro de Instrucción Pública francés.

Facilidades para la enseñanza experimental

Uno de los frutos más notorios del proceso de institucionalización de la física que tuvo lugar a lo largo del siglo XIX, fue el de la sustancial mejora de los gabinetes y laboratorios de física. De hecho, es difícil pensar en que la física hubiera llegado a desarrollarse con la intensidad en que lo hizo en naciones como Alemania o Gran Bretaña sin el apoyo de las facilidades experimentales. En este sentido, cuando se considera el estado de la física en España durante el siglo XIX es imprescindible abordar la cuestión de los laboratorios existentes. Lo haré en esta sección.

Desgraciadamente la unanimidad en este tema es abrumadora. He aquí lo que refiriéndose a 1845 escribía en 1855 el bien informado Gil de Zárate, antiguo director general de Instrucción Pública ⁷:

«Aun menos había que buscar en tales establecimientos [las universidades] esa riqueza de aparatos y colecciones que forma el ornato de las escuelas donde se tributa culto a las ciencias de observación. Despreciadas estas ciencias, o más bien proscriptas, ni aún como objetos de mera curiosidad eran buscados por aquellos a quienes bastaba para enseñar el púlpito y los bancos que con poca seguridad sustentaban a discípulos y maestros. Si en alguna parte se encontraba un imantoso y mal montado, una antigua máquina neumática inservible, u otra eléctrica sin disco, hallábase arrinconado tan inútil aparato como trasto viejo y despreciable. Solo alguna que otra universidad, en los últimos años, y merced al celo de jóvenes rectores, había empezado a adquirir los instrumentos más precisos; pero la mayor parte ni rastro tenían de ellos; y en ninguna había que pedir gabinetes regulares de física, laboratorios, ni menos colecciones de historia natural».

En realidad se efectuaron algunos intentos para remediar semejante situación, dotando a las cátedras de física y química de las Facultades de Filosofía, Medicina y Farmacia de facilidades experimentales. Se nombró una Comisión que redactó una Memoria, donde se especificaba el número y condición de los instrumentos que se debían adquirir,

cifrándose la inversión necesaria en 621.028 reales⁸. Con estos antecedentes, Gil de Zárate, acompañado por el profesor de física Juan Chavarri, se trasladaron en 1845 a París, donde, asesorados por el famoso químico menorquín Mateo Orfila, a la sazón decano de la Facultad de Medicina de la Sorbona, recorrieron los establecimientos de instrumentos científicos más renombrados, adquiriendo material por valor de 45.000 duros, material que quedó distribuido en 11 Gabinetes de Física⁹.

Esta iniciativa no tuvo, sin embargo, continuidad. A pesar de que las exigencias de la ciencia (de la física en especial) iban creciendo, de que el número de enseñanzas experimentales aumentaba en virtud de sucesivas reformas, y de que el material científico adquirido en 1845 exigía ser renovado, en los presupuestos del Estado no se incluía ningún apartado para estos fines. Así, en 1875 Gumersindo Vicuña se expresaba en términos parecidos a cómo lo había hecho Gil de Zárate veinte años antes¹⁰:

«Los medios materiales para la enseñanza de las ciencias en las Universidades son pocos y malos, y antes de entrar en este punto conviene decir que escasean con frecuencia locales bien dispuestos ... Pero donde se nota más este punto es en la enseñanza de la Física ... sobre todo el olvido de la experimentación [es la causa] del gran atraso en que se halla el cultivo de la Física en España, comparado con el de otras ciencias ... la experimentación está reducida a aparatos sencillísimos, que la mayor parte se muestran tan sólo a los alumnos, si es que no están desvencijados y rotos. Instrumentos delicados y de precio, artefactos destinados a probar relaciones naturales complejas, no existen en nuestros gabinetes, o si hay alguno se maneja pocas veces. Jamás los alumnos hacen con ellos lo que tan fructuosamente realizan en nuestros laboratorios químicos, que es ejecutar por sí mismos los experimentos un día y otro, investigar con sus propias fuerzas y valiéndose de estos auxiliares, consagrar, en fin, a las experimentaciones físicas lo que ellas exigen».

También en nuestro siglo, Blas Cabrera, durante su discurso de entrada en la Academia Española, recordaba en los siguientes términos la educación experimental en física que había recibido en Madrid a finales del siglo XIX¹¹:

«Para ofrecer una imagen eficiente del pasado y el presente de la Física española yo traigo a la memoria de aquéllos entre vosotros que lo conocieron el barracón levantado en el patio del viejo convento de la Trinidad, sede del Ministerio de Fomento, donde se alojaba el único laboratorio de Física de que disponía la Universidad Central. Mi ge-

neración fue la última que disfrutó de aquel humilde cobertizo y esta circunstancia nos permite medir todo el progreso que representa la posesión del Instituto, con magníficas instalaciones, que donó a España el International Educational Board de Rockefeller Junior».

Matemáticas y escuelas de ingenieros

Me he estado refiriendo básicamente a las ciencias físicas con relación a las Facultades universitarias; ahora bien, cuando se analiza la historia de las ciencias físico-matemáticas, y sobre todo de la última, la matemática, en la España del siglo XIX, es necesario considerar también las Escuelas de Ingenieros. Así, en el ya citado discurso de inauguración de curso en la Universidad Central pronunciado por Vicuña, éste señalaba que las Escuelas especiales, en particular la de ingenieros de caminos y la de minas, habían ejercido «una grandísima influencia [en el] cultivo de las ciencias en España». Ahora bien, distinguía entre la matemática («el inmenso vuelo que han hecho adquirir a la enseñanza privada de las matemáticas») y la física, que se enseñaba según programas que consideraba anticuados.

En el mismo sentido se expresaba en 1897 un alumno ilustre de la Escuela de Caminos, José Echegaray, que aunque sea más recordado en la actualidad por sus actividades como dramaturgo y político, fue uno de los mejores y más activos matemáticos de la España de la segunda mitad del siglo XIX ¹²:

«En lo que va de siglo, grandes esfuerzos se han hecho en nuestra patria para salir [del] estado tan vergonzoso [en el que estaba la matemática en España] ... En esta obra, que pudiéramos llamar de *regeneración matemática*, la Escuela de Caminos ha tenido una parte importantísima.

Merced a su influjo, a la severidad de sus exámenes de ingreso, y a la preferencia que siempre dio a los estudios matemáticos puros, formóse, en pocos años, un profesorado libre, de matemáticas elementales».

De hecho, los reformadores de 1857 debieron ser conscientes que la matemática se estaba afincando en alojamientos hasta cierto punto no naturales para ella, y así en los reglamentos y programas publicados en 1858 para poner en marcha la ley Moyano, se exigía (art. 76) que los alumnos de las Escuelas Técnicas siguiesen en la Facultad de Ciencias varios cursos de matemáticas, entre ellos los de Complemento de Álgebra, Geometría, Trigonometría rectilínea y esférica y Geometría analítica. Sin embargo, en la práctica estos decretos no llegaron a

implementarse. En 1866, cuando el ministro de Fomento Manuel de Orovio redujo a dos las secciones de la Facultad de Ciencias (Físico-matemáticas y químicas y Naturales), se resucitaron las mismas ideas, para intentar «dar vida a la Facultad de Ciencias». Los ingenieros, no obstante, manifestaron su oposición. En la *Revista de Obras Públicas* y de manera anónima, Echegaray argumentaba que las enseñanzas de Facultades y Escuelas especiales eran «radicalmente distintas» y que lo que iba a ocurrir era que la Facultad de Ciencias no sería «casi otra cosa que la *preparación por el Estado* para el ingreso en las Escuelas de Minas, Montes, Ingenieros Industriales, Arquitectos y Caminos; de suerte que de hoy en adelante enseñará la facultad de ciencias las materias que ayer enseñaban los profesores particulares y algunas otras asignaturas, pero bien pocas»¹³. En realidad, este planteamiento era parcial, puesto que si bien es cierto que una matemática más avanzada y pura podría haber encontrado obstáculos en semejante asociación con las Escuelas especiales, la matemática española no se encontraba todavía en tal estadio de desarrollo, y así el que se continuaran ofreciendo las enseñanzas matemáticas puras en las respectivas Escuelas, y todavía con más frecuencia en escuelas privadas, redundó en perjuicio de las Facultades de Ciencias¹⁴.

Al margen de otras consideraciones, la importante componente matemática en la enseñanza ofrecida en la Escuela de Caminos madrileña es una manifestación del hecho de que en las Escuelas Especiales de Ingeniería españolas de la segunda mitad del siglo XIX la influencia predominante era la de las Escuelas Técnicas francesas, especialmente la *École Centrale des Arts et Manufactures* y la *École Polytechnique*. De hecho, la influencia francesa se mostró asimismo en los libros de texto utilizados. Recurramos, de nuevo, a Echegaray, quien en sus memorias señaló al respecto¹⁵: «por casualidad estudiábamos alguna Memoria en inglés, o alguna del alemán traducido al francés, y esto en los últimos años ... El francés, y siempre el francés, y autores franceses dominaban en la Escuela de Caminos».

De la geometría analítica a la geometría superior

Naturalmente, no es posible hablar de la ciencia en el siglo XIX, o en el periodo que sea, sin intentar decir algo acerca de qué fue lo que realmente se hizo, o intentó hacer, en el ámbito de las ideas. En esta sección, ofreceré algunos ejemplos a propósito de la matemática.

Esbozar siquiera los temas matemáticos que cultivaron los matemáticos españoles del Ochocientos sería una tarea demasiado compleja y, además, cercana a lo puramente enumerativo. Es preferible señalar los campos que se cultivaron con mayor asiduidad, y en este sentido hay que decir que la geometría analítica fue bastante estudiada en España durante el siglo pasado. El que así fuera se debió en mi opinión precisamente a sus evidentes aplicaciones prácticas. Entre los que publicaron obras sobre este tema se encuentran el ingeniero de Puentes y Calzadas, Juan de Cortázar¹⁶, Ignacio Sánchez Solís, sucesor de Cortázar en la Universidad de Madrid, José M. Elizalde, profesor de Geometría descriptiva en la Universidad de Madrid, Santiago Mundi, profesor de la Universidad de Barcelona, José M.^a Villafañé, profesor de la Universidad Central y antes de la de Valencia, y Cecilio Jiménez Rueda de la Universidad de Madrid (*Tratado de las formas geométricas de 1.^a y 2.^a categoría* [1898-1899]).

Hacia la segunda mitad de la década de los 60, la geometría analítica comenzó a verse acompañada por estudios geométricos de mayores pretensiones y modernidad. En 1866, en efecto, Echegaray comenzaba a publicar en la *Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* una serie de artículos sobre la «Geometría superior», que aparecerían en forma de libro el año siguiente bajo el título de *Introducción a la Geometría superior*. En esta obra Echegaray importaba a España el sistema geométrico de Michel Chasles, que por aquellos años gozaba de gran popularidad en Francia y que constituiría más tarde el punto de partida para la «revolución geométrica»¹⁷, operada en España por obra de Eduardo Torroja, quien a partir de 1884 y dentro de sus cursos en la Facultad de Ciencias de Madrid, introdujo en España la geometría proyectiva sintética de Christian von Staudt, a la que también contribuyeron, aunque con menos intensidad que Torroja y sus discípulos¹⁸, Eulogio Giménez, Zoel García de Galdeano, el activo y algo peculiar matemático de la Universidad de Zaragoza¹⁹. Incluso las geometrías no euclidianas encontraron algún seguidor: Ventura Reyes Prosper, catedrático de Matemáticas de Instituto, que en 1887 publicó un artículo «Sur la geometrie non-euclidienne» en el *Mathematische Annalen*²⁰.

Esta evolución de los intereses y trabajos geométricos realizados en España muestra el progreso que se estaba produciendo, ya que se estaba tocando uno de los campos de la matemática que más —y, finalmente, de manera más original— se desarrollaron durante el siglo XIX²¹. Habría que esperar al nuevo siglo para encontrar, con Julio Rey Pastor sobre todo, intereses tan marcados en nuevos campos de punta.

Física, una ciencia de una generación intermedia prolongada

En cuanto a aportaciones con alguna pretensión en la física, no hay duda de que esta disciplina científica fue por detrás de la matemática durante todo el siglo XIX (hay que esperar a la década de 1920 para que, con la escuela de Blas Cabrera y su Laboratorio de Investigaciones Físicas de la Junta para Ampliación Estudios, la situación comenzase a cambiar). De hecho, en más de un sentido el científico que se ocupó de la física de la manera más prominente fue el ingeniero, matemático y dramaturgo, José Echegaray, con el que ya nos hemos encontrado varias veces²².

En 1905 el Gobierno español, tras haber pedido la jubilación Francisco de Paula Rojas, catedrático de Física Matemática en la Universidad Central de Madrid, ofreció la cátedra a Echegaray, con una remuneración compatible con cualquier otra clase de haberes (téngase en cuenta que el año anterior Echegaray había recibido el Premio Nobel de Literatura, y que a partir de ese momento no dejó de recibir homenajes de la España oficial).

Echegaray aceptó, comenzando sus clases en el otoño de 1905. Su curso se titulaba «Conferencias de Física Matemática». Tenía entonces setenta y tres años, y a pesar de tan avanzada edad, todavía tendría arrestos para dictar diez cursos, cuyos correspondientes volúmenes totalizan 4.412 páginas. Se trata de la recopilación de física más completa y «avanzada» producida por un español hasta, como menos, la segunda década del siglo XX. Fue, sin duda, el esfuerzo docente más importante realizado en la física en toda la historia de la ciencia española... pero también fue un monumento a la física del siglo XIX, a una física que pretendió dar acomodo en su estructura y principios a la avalancha de nuevos fenómenos que desde finales del siglo XIX se venían observando. Y como sabemos, aquella física perdió finalmente, clara, rápida e irrevocablemente, la partida frente a una física nueva, la de la relatividad y la mecánica cuántica, aunque continuó, por supuesto, manteniendo un cierto rango de validez (en el que los ingenieros, por ejemplo, se movían y mueven habitualmente).

Como físico-matemático, Echegaray se vió muy influido por los trabajos de Henri Poincaré. Y no es sólo el que constantemente nos encontremos en sus escritos con referencias a las obras del gran matemático francés, es que en Poincaré el polifacético profesor español encontró también un modelo de lo que debía de ser la física, la matemática y la filosofía Científica²³. Aparentemente no fue el único español en

profesar semejante admiración; así, cuando, en 1910, la Academia sueca solicitó al claustro de la Facultad de Ciencias de Madrid que propusiesen candidatos para el Premio Nobel de física, todos, sin excepción, propusieron a Poincaré: Blas Cabrera, José de Castro Pulido, Bartolomé Feliú, Ignacio González Martí, Eduardo Lozano, José Ruiz Castizo, y, naturalmente, Echegaray. (De los 138 «votos» recibidos de todas partes del mundo, 34 correspondieron a Poincaré; fue, con mucho, quien más nominaciones recibió. El Comité Nobel, no obstante, otorgó el Premio de Física de aquel año a van der Waals²⁴). A pesar de su altura como científico, Poincaré no era por entonces el modelo de la física más interesante o avanzada.

Desde esta perspectiva, el curso de Echegaray atestigua el que la física, más concretamente, la física matemática y teórica de finales del XIX y comienzos del XX miraba en España más al pasado que al presente; intentaba comprender aquello que ya perdía, claramente, su validez.

A la vista de lo dicho hasta el momento, surge, inevitable, la pregunta de ¿por qué aquella situación, por qué aquel retraso físico-matemático?

Una, acaso la principal, de las razones que en mi opinión explican tal subdesarrollo: el atraso industrial español y la dependencia del extranjero en importaciones de carácter tecnológico.

Retraso tecnológico y retraso científico

El desarrollo industrial impuso, directa o indirectamente, sus reglas en la ciencia. Ayudó, en las naciones más prósperas, a que se fueran eliminando restos de escolasticismo; a que, en el caso germano, por ejemplo, el ideal neohumanista (con su énfasis en el estudio de culturas y lenguas clásicas, algo que también se daba en Inglaterra) perdiera bastante de su preminencia; se consiguió, por ejemplo, que las Escuelas Politécnicas tuviesen un estatus comparable al de las universidades, aumentando, por consiguiente, las relaciones entre ambas instituciones. Semejante motor, o «purificador», no se encuentra en España, no al menos con la suficiente intensidad, ni a pesar de que algunas Escuelas de Ingenieros gozasen de un sólido prestigio.

España, en efecto, fracasó en sus intentos de tomar parte en la revolución industrial que de manera tan, en muchos aspectos, radical, modificó la situación socioeconómica europea. Cuando, por ejemplo, se desglosa la balanza de pagos española por aranceles durante el periodo 1900-1930²⁵, se observa que en «productos alimenticios, comestibles,

bebidas» el saldo fue siempre positivo, y con mucha frecuencia positivo para «lanas, crines, pelos y sus manufacturas», «minerales, materias ferreas», «maderas y materias vegetales» y «metales y sus manufacturas». Negativo lo fue siempre para «maquinaria, aparatos, vehiculos», además de para «cáñamo, lino, pita y demás fibras» y «sedas y sus manufacturas». En la era de la química moderna, con la avalancha de nuevos productos y materiales, el saldo de los «productos químicos y derivados» fue negativo salvo dos años, 1917 y 1918 (años de guerra mundial, no lo olvidemos, lo que podría haber significado un aumento del mercado extranjero al ser España un país neutral). La consecuencia es clara: la capacidad industrial constituía uno de los grandes problemas nacionales²⁶. En la medida en que capitalismo e industrialización recorren caminos parecidos, la situación de la España durante el Ocho-cientos ha sido razonablemente bien resumida por Miguel Artola²⁷:

«La economía de base agraria que los liberales reorganizaron dio paso con gran rapidez a las manifestaciones de un capitalismo incipiente, que se desarrollará con gran lentitud en todos los sectores, a excepción del ferrocarril, de forma que se ha podido decir con justicia, si se toma en cuenta la importancia del sector capitalista de la economía en la formación de la renta nacional, que la formación del capitalismo es en España un fenómeno del siglo XX».

Y si es cierto, como de hecho estoy sugiriendo, que capitalismo e industrialización son elementos particularmente importantes en la institucionalización y desarrollo de las ciencias físico-químicas durante el siglo XIX, se podría parafrasear a Artola diciendo que «las condiciones necesarias para que se pudiese aspirar a una implantación medianamente satisfactoria de las ciencias físico-químicas, tal y como se fueron configurando a lo largo del siglo XIX, no se dieron en España hasta el siglo XX»; hasta bien entrado el siglo XX, añadiría yo. Era, por consiguiente, difícil, muy difícil aspirar a que el desarrollo científico fuese el motor de la modernización y potenciación tecnológica en España. Más bien, debía ser lo contrario.

Una manifestación del atraso tecnológico que padecía España en el XIX se encuentra en el mercado de trabajo. La escasez de puestos de trabajos afectó incluso a los ingenieros, más prestigiosos y capaces tecnológicamente que los licenciados de las Facultades de Ciencias. Vicuña también señaló este punto²⁸:

«Las [Escuelas especiales civiles], las más brillantes en un tiempo, aquellas a que concurría la flor de nuestra juventud, y cuyos rigurosos estudios produjeron ingenieros de tanto mérito, viven hoy lánguidamente,

sin alumnos entre quienes escoger, sombra pálida y triste reflejo de su antiguo esplendor ... Hoy, los alumnos que pasan al cuerpo, tropiezan con excedencias o falta de ocupación, y tienen que ejercitar su actividad individual luchando con los ingenieros antiguos en nuestra aniquilada producción. Falta el porvenir, languidece la escuela».

Y si esto era así para los ingenieros, ¿qué no ocurriría con los científicos? «[Los] Licenciados y Doctores [de las Facultades de Ciencias] sólo pueden aspirar a cátedras de Instituto o Facultad, modestamente retribuidas, y después de obtenerlas por una oposición con sus compañeros o con los mismos ingenieros, mientras que éstos reclutan su profesorado entre los que el Gobierno cree más aptos sin oposición ninguna. Si quieren entrar en la mayoría de las escuelas civiles de estos ingenieros, o en las militares, no se les abona una sola asignatura de las que han aprobado, y hasta recientemente se ha visto que la Escuela de ingenieros militares ha admitido las ganadas en ciertas Escuelas especiales y no las universitarias análogas, ni las de las Escuelas de Arquitectura e Ingenieros industriales en las que sirven las enseñanzas universitarias»²⁹.

El Instituto Geográfico constituye un buen ejemplo de la penuria laboral de los científicos españoles. Reclutaba su personal superior entre los cuerpos facultativos, militares y civiles, preferentemente entre los primeros, sin conceder un solo puesto a los doctores en Ciencias exactas, que habían cursado la Astronomía y Geodesia en que se supone se basaban los problemas centrales del Instituto, mientras que los facultativos citados no habían tenido que estudiar en sus Escuelas ambas asignaturas con la extensión que se hacía en la Universidad. Los doctores de Ciencias solamente tenían la posibilidad de intentar acceder a las plazas inferiores del Instituto mediante oposiciones.

Semejante panorama explica que las biografías (e intereses) de los físicos españoles del XIX no se pareciesen demasiado a las del investigador profesional que estaba floreciendo por entonces en otras naciones. De hecho, se puede decir que el modelo de las «generaciones intermedias» esbozado por José María López Piñero se debe retocar ligeramente en el caso de la física, prolongándolo hasta comienzos del siglo XX³⁰.

Ciencias físico-matemáticas e ingenieros en la España del XIX

Un argumento que refuerza, creo yo, el argumento que estoy defendiendo, se encuentra en el hecho de que la presencia de numerosos

ingenieros en puestos destacados de la estructura institucional y académica de la ciencia española no fuese suficiente para que ésta mejorase. Es cierto, por supuesto, que podría argumentarse en el sentido de que fue precisamente por semejante presencia que la ciencia no progresó, ya que habría estado demasiado mediatizada por intereses «tecnológicos». Creo que tal enfoque es equivocado, y que es preferible contemplar el hecho al que me estoy refiriendo considerando que si los «ingenieros» (en realidad la frontera entre «ingeniero» y «científico» en el siglo XIX no es tan nítida como se puede presumir un siglo después) hubiesen estado en contacto con, si hubiesen sido requeridos para, problemas tecnológicos —o científico-tecnológicos—, más «modernos», la ciencia hispana hubiese prosperado notablemente. El ejemplo de naciones como Alemania, Estados Unidos o Gran Bretaña, así parece indicarlo ³¹.

Dicho lo cual, pasemos ya al papel desempeñado por los ingenieros en las ciencias físico-matemáticas en la España del siglo XIX, la España que abocó en el desastre del 98.

En la historia de la matemática y la física españolas del siglo XIX y primera mitad del XX es frecuente encontrarse con personajes que, por lo menos, tuvieron el título de ingeniero, como Juan de Cortázar, Francisco Travesedo, Echegaray, Vicuña, Francisco de Paula Rojas, José María de Madariaga, Esteban Terradas o Pedro Puig Adam. Pero el utilizar ejemplos nominales para argumentar en un sentido u otro siempre es peligroso; es preferible intentar emplear algún tipo de índice cuantitativo. Uno posible es el del número de ingenieros que eran miembros de la Academia de Ciencias.

Al crearse la Academia en 1847 se nombraron para la Sección de Ciencias Exactas a los siguientes individuos: Fernando García San Pedro (coronel de ingenieros), Agustín Valera (teniente coronel de Artillería), José García Otero (inspector general de Caminos, Canales y Puertos), José de Odriozola (coronel de Artillería), Juan Subercase (inspector del Cuerpo de ingenieros de Caminos), Pedro Miranda (antiguo director general de Caminos), Celestino del Piélagos (coronel del Cuerpo de ingenieros), Francisco Travesedo (catedrático de Cálculo Sublime y también, como vimos, ingeniero de Caminos), Gerónimo del Campo (ingeniero jefe de primera clase de Caminos), José Sánchez Cerquero (brigadier de la Armada) y Antonio Terrero (brigadier del Estado Mayor del Ejército). Como vemos, militares e ingenieros de Caminos dominaban la sección.

En 1866, por poner otro ejemplo, de las 36 medallas de la corporación 11 estaban asignadas a ingenieros, 2 a astrónomos, 2 a físicos, en-

contrándonos, además, con un, respectivamente, arquitecto, profesor de Agronomía, catedrático de Matemáticas, catedrático de Fitografía y de Geografía botánica, catedrático de Química y un personaje polifacético, Vicente Vázquez Queipo. De todos éstos, los únicos con alguna eminencia en ciencias físico-matemáticas eran: Juan de Cortázar, catedrático de Complementos de Álgebra y de Geometría Analítica, José Echegaray, profesor de la Escuela de Caminos, Venancio González Valledor, catedrático de Física, Antonio Aguilar Vela, catedrático de Astronomía y director durante muchos años del Observatorio Astronómico, y Manuel Rico Sinobas, catedrático de Física Superior (todas las cátedras eran, naturalmente, de la Universidad Central; los residentes fuera de Madrid sólo podían llegar a ser académicos correspondientes). Se puede decir, por consiguiente, que, efectivamente, los ingenieros eran una fuerza importante dentro de la ciencia nacional.

Al encontrarnos con semejante situación, cobran, en mi opinión, una nueva vida, una nueva dimensión, las palabras del diputado Eduardo Vincenti con las que comencé este artículo: «debemos inspirarnos en el ejemplo que nos ha dado los Estados Unidos. Este pueblo nos ha vencido no sólo por ser más fuerte, sino también por ser más instruido, más educado; de ningún modo por ser más valiente... No ha habido lucha. Se nos ha vencido en el laboratorio y en las oficinas, pero no en el mar o en la tierra».

Notas

¹ Eduardo VINCENTI y REGUERRA, *Política pedagógica: Treinta años de vida parlamentaria* (Imprenta Hijos de Hernández, Madrid 1916), citado en YVONNE TURIN, *L'éducation et l'école en Espagne de 1874 a 1902: Libéralisme et tradition* (Presses Universitaires, París 1959), p. 375.

² José RODRÍGUEZ CARRACIDO, respuesta al discurso de entrada de Juan Fages Virgili en la Real Academia de Ciencias: *Los químicos de Vergara y sus obras* (Real Academia de Ciencias, Madrid 1909), p. 113.

³ Más detalles sobre este tema se encuentran en José M. SÁNCHEZ RON, «Las ciencias físico-matemáticas en la España del siglo XIX», *Ayer* 7, 51-84 (1992).

⁴ Blas CABRERA, «La literatura físico-química en España», *Revista de Libros*, n.º 2 (julio 1913), pp. 22-24.

⁵ Algunos datos acerca de esta publicación se encuentran en María Concepción PÉREZ GARCÍA y Fernando MUÑOZ BOX, «La Revista de los Progresos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales», *Estudios sobre Historia de la Ciencia y de la Técnica*, Mariano ESTEBAN PIÑERO y otros, eds. (Junta de Castilla León, Valladolid 1988), pp. 543-552.

⁶ La excepción más importante fue la de José ECHEGARAY, que publicó en esta revista una serie de artículos sobre geometría superior.

⁷ Antonio GIL DE ZÁRATE, *De la Instrucción Pública en España* (Imprenta del Colegio de Sordo-Mudos, Madrid 1855), tomo II, p. 318.

⁸ En Madrid, un catedrático de Universidad de los primeros puestos del escalafón podía llegar a tener un sueldo de 30.000 reales.

⁹ Ver «Real orden por la cual se manifiesta al señor director general de instrucción pública que S. M. ha visto con agrado el buen éxito de la comisión que llevó al extranjero para adquirir máquinas y útiles necesarios en las universidades», *Boletín oficial de Instrucción Pública IX*, año VIII, n.º 5 (1847).

¹⁰ *El cultivo actual de las ciencias físico-matemáticas en España*, discurso pronunciado en la apertura del curso 1875-1876 en la Universidad Central (Imprenta de José M. Ducazal, Madrid 1875), pp. 37-39.

¹¹ Blas CABRERA, *Evolución de los conceptos físicos y lenguaje* (Madrid 1936), p. 12.

¹² José ECHEGARAY, «La Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y las ciencias matemáticas», *Revista de Obras Públicas 44*, tomo I, pág. 2 (1897). Sobre EcheGARAY como científico, ver José Manuel SÁNCHEZ RON, «José EcheGARAY: matemático y físico-matemático», en *Echegaray*, J. M. SÁNCHEZ RON, ed. (Fundación Banco Exterior, Madrid 1990), pp. 11-128.

¹³ «Sobre la reforma de la Facultad de Ciencias y de las Escuelas especiales», *Revista de Obras Públicas 14*, 261-265 (1866).

¹⁴ Ver en este sentido los comentarios de Cecilio JIMÉNEZ RUEDA en «Enseignement de la Géométrie métrique à la Faculté des Sciences», *L'enseignement des mathématiques en Espagne. Memoires présentés au Congrès de Cambridge*, C. Jiménez Rueda, ed. (Madrid 1912), pp. 21-49; pp. 21-23.

¹⁵ José ECHEGARAY, *Recuerdos* (Madrid 1917), tomo II, p. 74.

¹⁶ De Cortázar escribió JIMÉNEZ RUEDA («Enseignement de la Géométrie métrique à la Faculté des Sciences», p. 27): «Las obras de J. de Cortázar muy superiores a otras publicadas en el extranjero en la misma época, han servido a la educación matemática de más de una generación, su Geometría y trigonometría fueron durante mucho tiempo el texto obligado de la enseñanza de la Geometría elemental». Cortázar también publicó textos sobre aritmética y álgebra.

¹⁷ Así la denominó Rey PASTOR, «Echegaray, científico», *España*, año II, n.º 87 (21 de septiembre de 1916), pp. 10-11.

¹⁸ Eduardo TORROJA, *Tratado de la geometría de posición y sus aplicaciones a la geometría de la medida* (Madrid 1899). Antes, en 1884, Torroja había publicado, dactilografiado, un volumen de *Resumen de lecciones de Geometría descriptiva explicadas en la Universidad Central*. Entre los discípulos de Torroja hay que destacar a Miguel VEGAS, profesor de la Universidad de Madrid, quien en 1894 publicó un *Tratado de Geometría analítica*. Sobre Torroja, ver Miguel VEGAS, «M. Torroja et l'évolution de la Géométrie en Espagne», *L'enseignement des mathématiques en Espagne. Memoires présentés au Congrès de Cambridge*, pp. 5-19. Consultar también, Ana MILLÁN, «Los estudios de geometría superior en España en el siglo XIX», *Llull 14*, 117-186 (1991).

¹⁹ Zoel GARCÍA DE GALDEANO, *Geometría general, I. Teoremas, problemas y métodos geométricos* (Zaragoza 1892), *Geometría General, II. Sistematización de la Geometría* (Zaragoza 1896). En lo que se refiere a Eulogio Giménez, un hombre de ideas progresistas, que participó en las luchas de la revolución del 68, tenemos que entre 1878 y 1881 desarrolló un curso dedicado a la «Introducción a la Geometría sintética» (en

la versión, especialmente, de Steiner, enriquecida con puntos de vista de Favaro) en la Institución Libre de Enseñanza (ver los artículos que con el mismo título que su curso publicó en los volúmenes I-V del *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*).

²⁰ Reyes PROSPER, nacido en 1863, es una curiosa mezcla del pasado con el futuro. Se doctoró en 1885 con una tesis sobre la clasificación de las aves de la Península Ibérica. Viajó a Alemania, en donde conoció a Klein y a Lindemann. Ocupó cátedras en diversos Institutos (la primera de Historia Natural, las demás de Matemáticas). Fracásó en sus intentos de conseguir una cátedra universitaria. Publicó artículos (varios en revistas extranjeras), no libros.

²¹ Este progreso también se puede apreciar a través de las iniciativas de creación de revistas: como *El Progreso Matemático* (1891-6 y 1899-1900) de GARCÍA DE GALDEANO, el *Archivo de Matemáticas Puras y Aplicadas* (1896-7) del valenciano Luis G. GASCO, *El Aspirante* de Reyes Prosper (circa 1895) y la *Revista Trimestral de Matemáticas* (1901-6) de José RIUS Y CASAS (Zaragoza).

²² Para más información acerca de esta faceta de la vida de Echegaray, véase además del ya citado, José M. SÁNCHEZ RON, ed., *Echegaray*, J. M. SÁNCHEZ RON, «La física matemática en España: de Echegaray a Rey Pastor», *Arbor*, n.º 532 (abril de 1990), pp. 9-59.

²³ Ver la necrología que ECHEGARAY dedicó a Poincaré: «Poincaré», *Revista de la Sociedad Matemática Española* 2, 33-39 (1912).

²⁴ Todos los datos que he manejado concernientes a nominaciones proceden de E. CRAWFORD, J. L. HEILBRON y R. ULLRICH, *The Nobel Population 1901-1937* (The Office for the History of Science and Technology, Berkeley 1987).

²⁵ Los datos que manejo a continuación aparecen en el tomo séptimo (1920-1930) de José G. CEBALLOS TERESI, *Historia económica, financiera y política de España en el siglo XX* (Talleres Tipográficos «El Financiero», Madrid 1932). Datos más rigurosos y críticos, aunque menos pormenorizados y cubriendo, respectivamente, los períodos (1821-1913) y (1914-1935), aparecen en Leandro PRADOS DE LA ESCOSURA, «Una serie anual del comercio español (1821-1913)», *Revista de Historia Económica* 4, 103-150 (1986) y Antonio TENA JUNGITO, «Una reconstrucción del comercio exterior español, 1914-1935: La rectificación de las estadísticas oficiales», *Revista de Historia Económica* 3, 77-119 (1985).

²⁶ La literatura sobre estos puntos es abundante; véase, por ejemplo, el estudio clásico de Jordi NADAL, *El fracaso de la Revolución industrial en España, 1814-1913* (Ariel, Barcelona 1975) y Leandro PRADOS DE LA ESCOSURA, *De imperio a nación. Crecimiento y atraso económico en España (1780-1930)* (Alianza, Madrid 1988).

²⁷ *La burguesía revolucionaria (1808-1874)*, tomo 5 de la *Historia de España* (Alianza, Madrid 1990), p. 291.

²⁸ *Cultivo actual de las ciencias físico-matemáticas*, pp. 40-41. La propia biografía de Echegaray, que obtuvo el número 1 de su promoción en la Escuela de Caminos, da fe de la penuria en la que también se podían mover muchos ingenieros. Así, hacia finales de la década de 1850 intentó establecer una academia particular de matemáticas para obtener ingresos suplementarios.

²⁹ G. VICUÑA, *ibíd.*

³⁰ José María LÓPEZ PIÑERO, «Introducción histórica» a Pedro GONZÁLEZ BLASCO y José JIMÉNEZ BLANCO, *Historia y sociología de la ciencia en España* (Alianza, Madrid 1979), capítulo 3.

³¹ Ver, por ejemplo, José M. SÁNCHEZ RON, *El poder de la ciencia* (Alianza, Madrid 1992).