

EL DEBATE ACERCA DE LAS MATEMÁTICAS EN LA INGENIERÍA: APORTACIONES DE E. TERRADAS

per

GUILLERMO LUSA MONFORTE

1. LAS MATEMÁTICAS COMO PRETEXTO

Es evidente el interés que presenta, para un profesor de un Departamento de Matemáticas de una Escuela de Ingenieros Industriales, el estudio de las características con que esta materia ha sido impartida, cuál ha sido en cada momento el contenido de los programas, qué textos se han utilizado, con qué ojos eran vistos los profesores de matemáticas por sus compañeros de otras asignaturas, etc.

Pero además de este interés predominantemente “interno”, el asunto de las matemáticas en la Ingeniería constituye un indicador, un elemento de referencia a tener en cuenta a la hora de analizar política, ideológica y profesionalmente las relaciones ciencia-tecnología-educación-sociedad, en un momento dado, y su evolución a lo largo de los tiempos.

Parece definitivamente establecido que España se convierte plenamente en un país industrializado en la década de los sesenta del siglo XX.¹ Lo reciente de esta fecha y lo remoto de los primeros pasos en la industrialización del país han incitado a estudiosos de diversos campos a investigar profusamente las raíces de este proceso, interrogándose acerca de las razones de su no linealidad, de su penoso zigzagueo. Esto implica necesariamente acercarse a la historia (política, económica, científico-técnica..., “total”) de Catalunya, ya que es aquí donde arraigó en primer lugar el proceso industrializador.

Un grupo profesional que ha desempeñado un importante papel en esta historia es el constituido por los Ingenieros Industriales, técnicos que asumieron tanto la tarea de dirigir y mantener las industrias, como la de consolidar unas nuevas relaciones de producción y unos nuevos valores ideológicos: los de la sociedad industrial.²

La carrera de Ingeniería Industrial se crea en 1850 con el objeto de proporcionar al país unos técnicos que “apliquen la ciencia a la industria”, que “potencien la teoría y la ciencia frente a la ciega rutina y el vano empirismo”.³ Pero simultáneamente se espera de estos profesionales que, a pesar de su elevada capacidad teórica, mantengan el contacto con la técnica y la industria, “evitando lucubraciones estériles”.

Aparece así planteada una “dialéctica primitiva” cuyos elementos antitéticos tiran en direcciones opuestas en el momento de establecer el carácter y los contenidos de la enseñanza de la Ingeniería. Y aquí es donde la Matemática juega un papel decisivo, ya que el “cienticismo” y el “teoricismo” de un plan docente vienen indefectiblemente medidos por la cantidad y calidad de las Matemáticas que contiene, más que por el grado de matematización de las restantes disciplinas.

Para el estudio de la evolución de las controversias sobre el carácter de las matemáticas en la Ingeniería establecí en anteriores trabajos una periodización esquemática que permite describir brevemente los rasgos esenciales de las fases de este proceso:

1^{er} período: 1850-1902

a) Influencia predominante de las Escuelas Técnicas francesas (École Centrale des Arts et Manufactures y École Polytechnique): los *resultados* de la ciencia *se aplican* a la industria.

b) Interconexión de los estudios de Ingeniería con los de la Facultad de Ciencias: algunas asignaturas de la carrera de ingeniero (p.e. las matemáticas) deben o pueden ser cursadas en la Facultad.

c) La enseñanza de las Matemáticas está frecuentemente en manos de matemáticos, o de ingenieros que son simultáneamente matemáticos (Prezas, Clariana, Echegaray, Torroja, ...).

d) Inestabilidad de los programas. Pluralidad de libros de texto, mayoritariamente franceses.

2^o período: 1902-1957

a) Influencia de las Escuelas Técnicas alemanas: las enseñanzas para ingenieros requieren una teoría autónoma fuertemente cargada de técnica y de práctica.

b) Separación clara entre las Escuelas de Ingenieros y las Facultades de Ciencias. Existen unas específicas “Matemáticas del Ingeniero”, cualitativamente distintas de las Matemáticas a secas: la matemática es, para el ingeniero, una herramienta de trabajo, por lo que su enseñanza debe limitarse a lo indispensable.

c) Los programas de Matemáticas están muy consolidados y evolucionan muy lentamente. Se tiende hacia el libro de texto único, que frecuentemente son “los apuntes del profesor”.

d) Una parte importante del bagaje matemático de la carrera debe adquirirla el alumno por su cuenta antes de someterse a la prueba de Ingreso en la Escuela de Ingenieros. El resto se cursa en el interior de la Escuela, estando su enseñanza a cargo de profesores ingenieros que habitualmente simulan la docencia con el ejercicio de la profesión.

e) Las matemáticas hacen el “trabajo sucio” de selección en el Ingreso a la Escuela. La enseñanza de las Matemáticas se transforma en el adiestramiento para resolver unos problemas cada vez más retorcidos y casuísticos.

3^{er} período: desde 1957

a) Aproximación de las Escuelas Técnicas a la Universidad. Creación de las Universidades Politécnicas. Aparición de la figura del Doctorado en las Escuelas Técnicas Superiores.

b) Profesionalización de la enseñanza, especialmente en las disciplinas básicas.

c) Aumento espectacular del número de Escuelas Técnicas Superiores, dispersas por toda la geografía española, lo cual implica, entre otras cosas, la necesidad de reclutar mayoritariamente los profesores de Matemáticas en las Facultades de Ciencias.

d) Como consecuencia de todo lo anterior, las cátedras de Matemáticas de las Escuelas de Ingenieros van empezando a parecerse a los Departamentos Universitarios en que se complementan la docencia y la investigación.

2. ALGUNAS OPINIONES DE E. TERRADAS SOBRE LA ENSEÑANZA Y LA INVESTIGACIÓN

E. Terradas (1883-1950)⁴ desarrolla su obra durante ese 2º período en que hemos dividido la historia de las Escuelas de Ingenieros, pero ni sus ideas ni sus trabajos son representativos de los del profesor o técnico “normales” en ese tiempo en nuestro país.

Es indudable que la mejor manera de conocer los puntos de vista de Terradas sobre la investigación o sobre la enseñanza de la técnica, en sus diferentes niveles, es estudiar sus trabajos concretos en el marco de la ciencia y la técnica de su época, y analizar las características de los centros educativos que él contribuyó a crear, y en los que participó como organizador y profesor: la Universidad Industrial, el Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicada, la Escuela Superior de Aeronáutica, el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica...

No existen, o no hemos sabido encontrarlos, trabajos específicos en los que Terradas exponga su declaración de principios acerca de estos puntos, así como del más concreto relativo al papel de las Matemáticas en la formación del Ingeniero. Es, pues, preciso extraer sus opiniones y declaraciones del contenido de alguna de sus obras. Examinaremos algunas de ellas.

2.1. Correspondencia Terradas-Levi-Civita

Gracias al trabajo de A. Roca y T.F. Glick⁵ se conocen las cartas enviadas por E. Terradas a T. Levi-Civita entre 1920 y 1922, con ocasión de la visita efectuada a nuestro país por el matemático italiano en 1921.

En la carta del 22 de marzo de 1922, Terradas se ve a sí mismo como un sembrador, como un predicador de la nueva ciencia, que cada vez más necesita de la matemática:

“Comme il est dommage que chez nous l'intérêt pour la mathématique soit si peu développé! Je fais tout ce que je puis pour l'éveiller, non pas que je ne reconnaisse pas l'insuffisance de mon cerveau, mais pareil à celui qui se ferait un devoir, parmi des gens peu doués pour la musique, de leur faire comprendre les merveilles raffinées d'un Brahms, je m'efforce de jeter la semence pour qu'un avenir pas trop lointain se paiera de la floraison.

Venus au monde dans une époque où l'esprit est enclin à de grandes synthèses, où l'on chercherait en vain dans d'autres champs d'activité mentale la jouissance de l'esprit qu'on prélève de la mathématique et de la physique, comment ne pas chercher à saisir un écho des admirables harmonies qui se forgent dans vos cerveaux? C'est pour cela que, presque à la déroboé, mais toujours avec la ferveur de l'enthousiasme, je m'efforce de prêcher la parole des maîtres et je tâche de l'écouter de ses lèvres directement.”

Esta imagen de sembrador será frecuentemente utilizada por Terradas: volveremos a encontrarla en el discurso académico de 1933. De hecho es una imagen que fue (muy probablemente) lanzada por Gino Loria en 1915 y que fue repetida por un buen número de científicos españoles de la época (Rey Pastor, Plans...).

2.2. El discurso inaugural del curso 1930-31

En septiembre de 1930 Terradas pronuncia el discurso que abre el curso académico 1930-31 en la Universidad de Madrid: “Integrales de Fourier-Stieltjes. (Examen de estudios recientes)”. Diseminadas a lo largo de la completa exposición sobre el tema que da título al discurso, aparecen frecuentes reflexiones y declaraciones de principios en torno al asunto que nos ocupa.

En el párrafo IV del discurso impreso (págs. 14 a 18) Terradas alude a la conferencia “Sobre el método de cálculo de Heaviside”, pronunciada por

él unos meses antes en la Asociación Española de Ingenieros y Técnicos de Telecomunicación. Señala Terradas la necesaria complementación entre el “génio universitario” (personificado, en este caso, por Maxwell) y el “genio empírico” (encarnado aquí por Heaviside), advirtiendo del peligro de la “inducción atrevida” que, olvidando las condiciones particulares de validez, conduce frecuentemente a resultados no aceptables. Corresponde a los matemáticos, dice Terradas, esclarecer rigurosamente la aplicabilidad del nuevo método, efectuando así fructíferamente la síntesis de ambos tipos de “genio”.⁶

El párrafo concluye con la exhortación dirigida por Terradas a los “Ingenieros dotados de espíritu universitario”, animándolos a estudiar los trabajos recientes sobre la teoría de las series de Fourier, las integrales de Fourier y Laplace y los desarrollos asintóticos, ya que al desconocer estas materias “se exponen a mal andar lo andado por otros y a pretender el descubrimiento de una parcela que fue reconocida en unión de sus vecindades hasta límites insospechados y alejadísimos.”

El párrafo XII (págs. 38 a 42) contiene algunas de las ideas fundamentales de Terradas acerca de la nueva época que alborea. La “cultura superior universitaria”, representada por Fourier, está desembocando, ya desde mediados del siglo XIX, en “una cultura nueva, material y especializada”, cuyo “elemento característico es la cooperación de varios individuos en la consecución de un fin. (...). Esa colaboración entraña la división del trabajo, la especialización y concreción de la tarea, la Técnica dignifica la vida (...).”

¿Es “el espíritu de la Técnica” diferente del “espíritu universitario”? se pregunta Terradas. Algunos así lo han creído –se responde Terradas, aludiendo sin duda a los “practicistas” dominantes– y se han propuesto oponerlos, ridiculizando el viejo espíritu de cultura universal, pretendiendo que excluye el “espíritu práctico” que, “como la zorra de la fábula, declara verde la uva sabrosa de la Teoría, inútil el razonamiento sintético, locura la investigación hasta en aquello de que va a servirse la generación futura para enriquecerse o levantar el pedestal de toda influencia.”

No hay tal oposición, declara Terradas, ilustrándolo con una imagen muy del gusto de la época: “A la manera como no difieren entre sí las aguas de los ríos que tienen sus orígenes en la misma divisoria, aunque corran luego a mares distintos. Su origen meteorológico es el mismo, aunque sus trabajos y condiciones difieren a medida que se alejan de los manantiales. El espíritu universitario es comparable a la condensación del vapor en la nube o en el ventisquero. Se forma en las alturas y de ella desciende el agua fecunda que es la Técnica. No habría Técnica sin espíritu universitario. (...). El Técnico (...) es persona que debe necesariamente estar dotada de espíritu universitario; merced a él investiga, gracias a él su inteligencia se esfuerza en la resolución de un problema, y su ataque y su método son aislados y ponen a

contribución conocimientos universales, para él “There is no mathematical weapon that an engineer may not learn to use’.”

El párrafo termina con unas disquisiciones de Terradas en torno a las diferencias e interrelaciones de dos categorías de personas a las que él califica de “artífices”, o de “artistas”:

“Al modo como un ejército contribuye a la victoria, una legión de obreros a la construcción de una obra de arquitectura o de ingeniería, y en una fábrica el trabajo de hombres y mujeres a la obtención de productos varios, los técnicos trabajan según normas de Electricidad o de Mecánica o de fuerzas de Afinidad entre diversas sustancias y elaboran planos y proyectos o arrancan virutas, o arrollan carretes o vigilan el desarrollo de cartones y el vaivén de lanzaderas y las densas llamas multicolores en hornos que funden los metales. Cuando así trabajan, según normas establecidas y medidas concertadas, son los *hombres técnicos, artesanos, artífices*. Pero cuando descubren el arranque de electrones, sus oscilaciones junto a una rejilla metálica, y calculan por vez primera sus masas y obtienen sus velocidades; cuando se hallan métodos sumatorios que permiten dar un valor al algoritmo de cálculo a sucesiones numéricas tengan o no valor de aplicación física (vg. al cálculo de placas de hormigón), cuando se ocupan de los números y sus leyes, y de toda clase de armonías, los hombres están poseídos del espíritu universitario, son artistas.

No hay oposición, antes al contrario. No hay artífice sin artista. Aquél es la popularización de éste, el elemento de propagación, la vía, la onda de influencia. Por el artífice el artista se democratiza y llega a las masas y domina”.

Es fácil observar que “el Ingeniero dotado de espíritu universitario”, especie que ya ha aparecido en párrafos anteriores y que Terradas encarna paradigmáticamente, es un ejemplo privilegiado del tipo “artista”, que se caracteriza, entre otras cosas, por estar dotado de las cualidades de “precisión, claridad y síntesis”, que le hacen apto para descollar tanto en el campo de la abstracción como en el de las aplicaciones. Por el contrario, “la especialización es siempre elemental y debe ser patrimonio del artífice.”

2.3. *El discurso de recepción en la Academia de Ciencias de Madrid (1933)*

El discurso de Terradas, titulado “Programa de un curso sobre ecuaciones diferenciales”, es mucho más que “una breve relación de métodos, horizontes y problemas” relativos a las Ecuaciones Diferenciales: se trata de un estudio histórico profundo que abarca desde la invención del Cálculo infinitesimal en el siglo XVII hasta los resultados más recientes en el momento. (Así hay, por ejemplo, referencias al famoso “Methoden der Mathematischen Physik” de Courant, que es de 1931, y a numerosos trabajos publicados en 1932 por primeras figuras como Bochner, Veblen, V. Neumann, etc.)

Espigando a lo largo de las 150 páginas del discurso pueden encontrarse algunas declaraciones de Terradas en la línea del discurso de 1930. Así, en la

página 50 reaparece el tópico del sembrador: “Sería de desear que las conferencias del egregio profesor Volterra, a quien se debe lo más y mejor del cálculo funcional, pronunciadas en Madrid en 1925, fueran objeto de especial estudio y conocimiento entre españoles para que pueda esperarse algún fruto de la semilla lanzada en el campo, ¡ay!, casi en barbecho, de nuestra cultura matemática.”

El binomio “artesano-artista” vuelve a aparecer más adelante (página 102), en unos párrafos en los que Terradas describe las características fundamentales del investigador matemático:

“En Matemática es necesario presentar lo que se ignora, casi descubrir, con el resultado, el modo de obtenerlo. Poseer, innato, el método, para recorrer casi instantáneamente, intuitivamente, el proceso. Cuando no se posee esa intuición, se puede pretender poco más que la esperanza de que el fomento de la curiosidad, la admiración y el entusiasmo hagan fructificar en lo futuro flora tan extraordinaria en nuestro campo. Por ello es preciso interesar los mejores cerebros, fomentar el estímulo y hasta los honores, valorizar el esfuerzo y el mérito, trabajar de consuno, todos con nuestro esfuerzo y potencia; del círculo de artesanos que formemos surgirá el artista, surgirá espontáneo, como el escultor en los lugares donde se elaboran estatuas, como el pintor donde hay artífices decoradores, como el poeta donde se ensalza el culto a la palabra, expresión humana del afecto y de la idea”.

Páginas más adelante (pág. 144) Terradas justifica la inclusión en su Programa de unos capítulos dedicados a la “Matemática de aplicación”.

“Dada la necesidad que del conocimiento de la Matemática de aplicación tienen físicos, economistas, ingenieros, etc. y la convicción de ser precisamente la Matemática que más han de necesitar en la práctica y que, por lo tanto, conviene mucho contribuir a su divulgación y desarrollo, me ha parecido indispensable insistir en ese tema. Es de esperar que el manejo de los métodos numéricos y del cálculo gráfico y mecánico se extienda cada día más entre nosotros, que hemos tenido la fortuna de contar con un Torres Quevedo, cuyo nombre perdurará en la historia de los métodos mecánicos de resolución algebraica de ecuaciones, y que con tanto elogio es mencionado en multitud de obras extranjeras.”

Casi al final del discurso (páginas 147 a 149) se aborda el problema del enorme crecimiento de la producción matemática. Terradas declara que “el estudio de las vías del saber y caminos de investigación que van abriéndose en el campo de la Ciencia Matemática, me han llevado a adquirir cierto conocimiento del plan general de comunicaciones”, única manera de evitar que “la extensión reduzca la profundidad”; “la contemplación de la enorme cantidad de revistas, textos, conferencias, cursos, coloquios, laboratorios y teorías” le hace preguntarse a Terradas si no habría en todo ello “un aparato monstruoso de formalismo, en desproporción inadecuada para la investigación de nuevos conceptos”. Este “exceso de producción matemática, acaso sostenido alguna vez por móviles económicos” tiene, afortunadamente, remedio ya que “la Ciencia consiste también en reconocer las analogías de he-

chos y conceptos fundiéndolos en una unidad superior, que, a veces, y por serlo, resulta de mayor claridad y sencillez.

Esta unidad —concluye Terradas— exige nuevos conceptos, los descubre ella misma en su fuerza de síntesis; me atrevo a decir que los crea.”

La respuesta de J. Rey Pastor, en nombre de la Academia, al discurso de Terradas, está fuertemente cargada de “coyunturalidad” (planea constantemente el “affaire” de las recientes oposiciones a la Cátedra de Ecuaciones Diferenciales), pero contiene unos párrafos muy interesantes donde se discuten las dos diferentes vías para sacar a España de su atraso científico, incorporándola a las naciones cultas. Estas dos vías están encarnadas precisamente por Terradas y Rey Pastor:

“Refiriéndonos muy particularmente a los estudios físico-matemáticos, ¿qué orientación convendría seguir, compatible con la modestia de nuestra economía? Dos rumbos cardinales se ofrecen a nuestra perspectiva, y en este punto de encrucijada asoma nuestra amistosa discrepancia con el querido compañero.

¿Debemos consagrar todos nuestros esfuerzos a la previa tarea de asimilar la Matemática y la Física enteras y a difundirlas mediante cursos y conferencias, dilatando así nuestro escaso patrimonio hasta dominar todo el actual imperio físico-matemático antes de pensar en extenderlo?

¿Será preciso, por el contrario, renunciar a esta grandiosa aspiración y conformarnos modestamente con preparar reducidos equipos de estudiosos que a marchas forzadas por estrechas sendas y despreocupados del resto del paisaje alcancen siquiera algunos puntos fronterizos con la terra incógnita, y hasta logren hacer en ella incursiones y pequeñas conquistas?

Es el primer rumbo el elegido por mi admirado compañero de viaje [Terradas], como cuadra a sus extraordinarias aptitudes y a su insaciable sed de sabiduría. La segunda orientación, la única que consienten mis escasas fuerzas, ha sido la ensayada en tierras lejanas, por no consentirlo aquí, según dicen, nuestra rígida y arcaica legislación.

He aquí, frente a frente, dos concepciones de la ciencia y de la vida.

La primera es un amor platónico y contemplativo, con arrebatos de éxtasis y rayano en el misticismo, la otra es el amor prolífico que nos impele con interior ímpetu irresistible, con verdadero apetito carnal, aun a sabiendas de que serán raquíticos los seres engendrados, a perpetuarnos en la ciencia. De un lado está el gran señor, que se complace en mostrar a los visitantes las estancias de sus castillos y los inmensos feudos conquistados por antepasados, remotos en el tiempo y lejanos en el espacio; posesiones tan valiosas y tan extensas, que el conocerlas exige incansable actividad; y esfuerzos muy duros el conservarlas decorosamente.

Al otro lado el modesto artesano que a costa de sacrificios heroicos construye con sus propias manos humilísima casita en el menguado solar a que alcanzaron sus recursos.”

2.4. Una entrevista periodística (Argentina, 1927)

En un recorte de diario (pendiente de identificación) existente en el “Fondo Terradas” del Institut d’Estudis Catalans aparece, debajo del titular “España ha realizado grandes progresos en las Ciencias Físicas”, una entrevista realizada a Terradas. Reproducimos los párrafos relativos a la organización de las enseñanzas técnicas:

“En España se hallan desglosados los estudios de Ciencias Físicas y Naturales, que constituyen una facultad independiente, y los de Ingeniería. Estos últimos han sido organizados según el plan francés. Siguiéron estos estudios al principio el plan politécnico; después éste fue abandonado y ahora tenemos en España escuelas especiales que corresponden exactamente a sus modelos de Ponts et Chaussées (que es la nuestra de Caminos, Canales y Puertos), des Arts et Manufactures, de Forestiers, du Génie Naval, Génie Civil y Génie Militaire, a los que agregamos los estudios de la Artillería, equivalente a curso de ingenieros.

Tan idénticas son las escuelas españolas y francesas de ingenieros, que entre las de análoga especialidad se ha establecido un estrecho compañerismo que rebasa las fronteras y que casi se convierte en espíritu de cuerpo.

El saber científico y el profesionalismo

Se me ocurre que esta subdivisión sea quizás, en parte, errónea. La enseñanza de los pormenores, de la rutina, debe confiarse a las escuelas de tipo elemental; en las escuelas de índole superior debe impartirse una enseñanza más bien enciclopédica. A estas últimas instituciones deben ir los cerebros privilegiados; los que han de resultar una gloria para su país; y ¿a qué recargar su instrucción de enseñanzas detalladas y rutinarias si su inteligencia privilegiada les hará dominar, en cuestión de horas, casi a simple vista, los problemas de ejecución que la realidad les suscite, quitándoles en cambio extensión e intensidad a sus estudios verdaderamente intelectuales? Un verdadero técnico superior debe abarcar la generalidad de las cosas; su misión es sobre todo directriz, es decir coordinadora; debe estar por encima de la subdivisión de las especialidades; dotado para las grandes concepciones, para las grandes ideas, no debe esterilizarse en las pequeñeces, sentirse restringido por una limitación excesiva de su jurisdicción docente o profesional.

En cambio, yo fundé en Barcelona una escuela de estudios técnicos en grado elemental que ha desarrollado una misión muy útil. Ocurría en España que las sociedades extranjeras, en general, traían a los técnicos de los países respectivos; examinados, resultaban muy deficientes los conocimientos de estos peritos importados, pero en cambio, sabían manejar admirablemente bien la parte mecánica, material de su trabajo: el utillaje. En la Escuela que fundé se impartió enseñanza práctica a los alumnos, llegándose a substituir en breves años casi todo el personal extranjero por personal español. Y ahí sí cupo subdivisión, no en cinco o seis especialidades, sino en cuarenta o cincuenta. No se crea que se trataba sólo de una escuela práctica. Se tendía, ante todo, a enseñar

a los alumnos la rutina especial de su vocación, pero impartiendo la instrucción a fondo; a esto se agregaba la enseñanza superior y teórica necesaria, picando algunas veces muy alto. Los alumnos, al ser diplomados en esa escuela, tendrían los cerebros ágiles y disciplinados; la erudición técnica necesaria; los indispensables conocimientos generales; pero también, y eso es muy importante, las manos callosas.

Eso es lo que entiendo por escuela elemental, y ahí caben como digo numerosas subdivisiones; mientras más, mejor. En cambio, deben crearse centros de altos estudios técnicos, seleccionarse con un escrúpulo feroz el ingreso de aspirantes, y luego impartirles una enseñanza amplia, desprovista de rutinas innecesarias y matizada, en cambio, de un elevado programa de humanidades.”

2.5. *Un homenaje de los estudiantes argentinos (1927)*

Otro recorte de un diario⁷ que se encuentra en el mencionado fondo monográfico del Institut d'Estudis Catalans recoge el homenaje rendido a Terradas por los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la capital argentina.

Terradas menciona este acontecimiento (especialmente el contenido del parlamento del dirigente estudiantil) en numerosas ocasiones, tanto en discursos y escritos públicos como en su correspondencia privada, lo cual hace suponer que Terradas se reconoce en el fiel retrato que el líder estudiantil hace de sus ideas y de su proyecto científico.

He aquí el artículo completo:

“LA VISITA DEL INGENIERO ESPAÑOL ESTEBAN TERRADAS

Los estudiantes de ingeniería le ofrecieron anoche una comida en la Asociación C. de Jóvenes.

Demostración llena de cálido afecto fue la realizada anoche por los estudiantes de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en honor del Ingeniero español Esteban Terradas. El local de la Asociación Cristiana de Jóvenes, donde se sirvió la comida, reunió a numerosos alumnos de aquella casa de estudios y a un número de profesores universitarios.

En el momento oportuno, el presidente del Centro Estudiantes de Ingeniería, señor Jorge Christensen, ofreció la demostración al Dr. Terradas, de cuya actuación en esta capital hemos dado cuenta oportunamente.

Discurso del presidente del Centro Estudiantes de Ingeniería: Doctor Terradas: Es esta la segunda vez que el Centro Estudiantes de Ingeniería ha creído oportuno invitar a los alumnos de la Facultad a concretar en un homenaje colectivo un sentimiento de admiración y respeto latente en cada uno, homenaje que nos toca ofrecer con esta sencilla cuanto sincera demostración.

Fue en el año 1924 cuando con motivo de la visita de un sabio entre los sabios, Einstein, nos reunimos para presentarle el tributo de la admiración que palpitaba en todos hacia la personalidad vigorosa y alentadora del eminente físico. Hoy es más nuestro aún el depositario de este homenaje; más nuestro por sus actividades y también por su sangre, como enviado de la madre patria que sentimos vibrar tan profundamente nuestra en cada pedazo de su tierra y en cada uno de sus hijos.

Señores profesores: Compañeros: Hondos son el alcance y el significado de esta demostración, pese a su sencillez exterior, pues la visita del doctor Terradas nos brinda una valiosa oportunidad para efectuar una definición precisa de ideales y aspiraciones. Y al agradecer a la Asociación Cultural Española sus gestiones, tan felizmente coronadas por el éxito, nos congratulamos íntimamente de que los resultados efectivos de esa visita no se hayan limitado a las enseñanzas que impartiera en el curso del ciclo de conferencias que dicta aún en nuestra casa, sino que obrando en cierto modo catalíticamente, por su solo acto de presencia, haya planteado una vez más el viejo problema sobre las mejores orientaciones de la enseñanza de la ingeniería.

Pues el doctor Terradas, matemático eminente y físico ilustre, al unir al hombre de ciencia el hombre de acción, y con su actuación múltiple y fecunda en los campos más diversos de la ingeniería, sintetiza el mejor argumento contra tendencias retrógradas que debemos combatir con todas nuestras energías, y es al mismo tiempo la mejor demostración de lo que puede el proteísmo de una cultura general vastísima unida a conocimientos especializados con amplitud de miras.

En efecto, el pujante ingeniero que conocíamos a través de sus obras y que conocemos ahora como profesor y como maestro, es con su actuación y personalidad mismas, la prueba evidente de la mayor eficiencia final de los conocimientos científicos generales y de rendimiento sólo mediato, sobre el casillero enciclopédico, recetario de detalles y soluciones empíricas, que parece ser el ideal de algunos practicones y pseudoingenieros. Constituye asimismo la réplica más terminante para los que reniegan del ilustre origen de nuestra casa de estudios, que naciendo de una Facultad de Matemáticas proporcionará a matemáticos que supieron ser ingenieros; pero de donde nunca sería posible obtener ingenieros de hombres recetarios a los que se administrara, sólo descripciones de detalles, o soluciones locales; aún con aparentes fines inmediatos.

Es también muy útil recordar el ejemplo del Dr. Terradas a los que abogan por una especialización decididamente prematura de nuestros estudios y que sólo podría ser hija de una aplicación parcial de conocimientos generales; y es un poderoso auxilio para los que no pretenden medir desproporciones entre el objeto perseguido y los medios para conseguirlo: para los que no sienten la necesidad imperiosa del nexo inmediato entre el estudio y la aplicación directa. Su dualidad de actividades y sus frutos deben ser para nosotros la prueba concluyente de la necesidad de afrontar estudios amplios y generales para evitar esas soluciones frías, hijas de criterios estrechos y desvinculados de su medio: que obtenidas con medios seudotécnicos al prescindir del ambiente, olvidan todo lo que, por ser ajeno al problema mismo, constituye en realidad su razón de ser.

Cultura general amplia, como marco de conocimientos especializados, de objetivos técnicos, no necesariamente inmediatos: este es el "substractum" de la mejor organización de los estudios por que debemos abogar. Y esas aspiraciones nuestras hallan realización concreta en las enseñanzas que con su obra y vida activa nos proporciona el ingeniero Terradas.

Maestro: tal el espíritu íntimo de este homenaje: os pedimos que nos permitáis erigir vuestra obra y vuestro ejemplo en nuestra bandera de combate.

Acallados los aplausos con que fueron acogidas las últimas palabras del señor Christensen, se puso de pie para agradecer la demostración el distinguido profesor español. Con palabra elocuente señaló las satisfacciones que le ha producido su visita al país, en el cual ha encontrado buenos maestros y estudiantes de positivas condiciones. Su improvisación fue largamente aplaudida. Luego, a pedido de los presentes, hicieron uso de la palabra el doctor Julio Rey Pastor y los ingenieros Enrique Butty, Guillermo Céspedes y Julio R. Castiñeyras, quienes tuvieron palabras de elogio para la actuación del doctor Terradas."

3. TERRADAS Y LAS MATEMÁTICAS. ESQUEMA DE TRABAJO

Está por hacer un estudio completo que comprenda tanto las aportaciones originales de Terradas a las Matemáticas como el análisis de la utilización que hace de las mismas en sus trabajos científicos y técnicos.

Este estudio, que dejamos para futura ocasión, podría realizarse según el siguiente esquema:

a) Cursos ordinarios de Matemáticas impartidos en la Universidad: Ecuaciones Diferenciales (Facultad de Ciencias de Madrid, 1928-1932); Estadística Matemática (id. id., 1935-1936), etc.⁸

b) Cursos extraordinarios de Matemáticas: Funciones elípticas (Universidad de Zaragoza, 1906-07); Ecuaciones Integrales (Universidad de Barcelona, 1909); Estadística Matemática (Facultad de Derecho de Madrid, 1933-34); Probabilidad en cadena, Principio ergódico (Universidad de Verano de Santander, 1934); Equacions Diferencials Lineals Ordinàries i el problema de Riemann, Càlcul de Probabilitats (Institut d'Estudis Catalans, 1934); Processos estocàstics de cadena (id. id., 1935),...

c) Cursos ordinarios de Física impartidos en la Universidad: Mecánica Racional (Facultad de Ciencias de Zaragoza, 1906); Acústica y Óptica (Facultad de Ciencias de Barcelona desde 1907); Electricidad y Magnetismo (id. id., acumulada a la anterior); Física Matemática (Universidad de Madrid, desde 1941); Mecánica Racional (Escuela de Ingenieros Aeronáuticos de Madrid, 1941), etc.

d) Cursos ordinarios de asignaturas tecnológicas: Automovilismo (Escuela Elemental de Trabajo de la Universidad Industrial de Barcelona, 1914).

e) Monografías técnico-científicas (algunas de ellas correspondientes a cursos y conferencias), de entre las cuales destacamos: Conferencias sobre corrientes alternas (Universidad de Barcelona, 1908), Sur le mouvement d'un fil (International Congress of Mathematicians, Cambridge 1912); Estabilidad de Estructuras (Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid, 1926); Sobre el método de cálculo de Heaviside (Asociación Española de Ingenieros y Técnicos de Telecomunicación, 1930), etc.

f) Proyectos de Ingeniería: Red Telefónica de Catalunya (1916), Red de Ferrocarriles Secundarios de Catalunya (1918); Metropolitano transversal de Barcelona (1923); Red Telefónica Española (1927); Estudios hidrográficos (Argentina, 1940); Aeropuerto de la Plata (1940-41); Central Térmica de Ponferrada (1944).

g) Artículos en la Enciclopedia Espasa.⁹ El profesor Antoni Roca, que atribuye a Terradas la redacción de más de cien artículos (ver apéndice), ha señalado que algunos de ellos fueron redactados casi inmediatamente después de que Terradas dictase algún curso monográfico, lo cual explica satisfactoriamente dos hechos: la no existencia de publicación del curso o conferencia, por un lado, y la extensión, profundidad y elevado grado de elaboración del artículo de la Enciclopedia, por otro. A estudiar especialmente los artículos específicamente de matemáticas.

4. ¿INFLUENCIA DE TERRADAS SOBRE LOS INGENIEROS? ANTÍTESIS CASTELLS-TERRADAS

Existen numerosos testimonios que prueban que Terradas fue enormemente admirado por sus contemporáneos, admiración que, por supuesto, embargaba también a sus colegas ingenieros industriales.¹⁰

Terradas era visto como un genio fuera de serie al que es natural admirar... pero al que es muy difícil imitar o seguir. De este modo sus opiniones sobre enseñanza e investigación eran contempladas y analizadas a la luz relativizadora de su personalidad excepcional e irreplicable: el ingeniero común ("el artífice", diríamos...) no podía sacar provecho de sus pautas, sólo válidas tal vez para "talentos inmensurables" como el suyo. En resumen, Terradas fue muy admirado, poco escuchado y mucho menos imitado.

En lo que se refiere al debate sobre las matemáticas en la Ingeniería, y más en concreto en la Ingeniería Industrial de Catalunya, la época estuvo ideológicamente hegemonizada por Paulino Castells, profesor de Análisis Matemático en la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona entre 1905 y 1952.

Castells –merecedor de un trabajo monográfico que algún día habrá que hacer– expone sus ideas acerca de las Matemáticas para ingenieros en

múltiples ocasiones, de entre las cuales merece la pena destacar las siguientes:

– “La representación gráfica en la enseñanza de la Matemática”, Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (València, 1910).

El autor comienza señalando la conveniencia de las representaciones gráficas, por su alto valor didáctico. Tras hacer una exposición gráfica de los teoremas de Descartes y de Sturm (verdaderos platos fuertes de la Teoría de Ecuaciones en los programas de la época), Castells llega a dos grandes conclusiones: 1) que la tendencia a elevar el nivel de los estudios matemáticos desde sus comienzos es perjudicial para la enseñanza y 2) que en los estudios de preparación para las Escuelas Especiales debe concederse más importancia al claro concepto de los principios y a la práctica de aplicarlos convenientemente, que al grado de rigor y generalidad en los temas abordados y en las demostraciones. Castells llega incluso a sugerir la sustitución de la demostración por una interpretación gráfica.

– “La preparación Matemática en la Carrera de Ingeniero”, Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (1932).

El autor distribuye el trabajo en tres partes: 1) Extensión y carácter que ha de darse a la base matemática del Ingeniero, 2) Dónde debe adquirirse esa base (en la Escuela o antes de ingresar en ella) y 3) Pruebas de aptitud más adecuadas para seleccionar a los alumnos durante el período de Ingreso. Tras atribuir al ingeniero el papel de enlace entre la ciencia pura y la industria, el autor entra de lleno en la primera parte al determinar el doble fin que debe tener la base matemática de la Carrera: proporcionar al alumno los materiales científicos que sirven de base a la profesión y modular en ellos la facultad de observación, la simplicidad de los métodos y otras cualidades que ha de reunir el ingeniero. A continuación Castells hace un poco de historia de las fluctuaciones experimentadas por la opinión mayoritaria sobre este problema, empezando por el exagerado carácter matemático de la Escuela Politécnica de París, siguiendo por el movimiento de reacción antimatemática encabezado por Perry y finalizando por lo que parecía ser el comienzo de un cambio de oscilación en el péndulo fomentado, entre otros, por los industriales alemanes que solicitaron a las Escuelas Técnicas germanas, hacia 1912, la creación de ingenieros capaces de algo más que aplicar un simple recetario. El autor termina el apartado confiando en que técnicos y matemáticos sienten de nuevo las bases de una profunda y estable colaboración.

Por lo que respecta al lugar donde el futuro ingeniero debe efectuar su preparación matemática, Castells se muestra partidario de que las matemáticas fundamentales se enseñen en las Escuelas Técnicas y las impartan precisamente ingenieros, para tener la garantía de que se expongan con el carác-

ter más apropiado. Tras contemplar la posibilidad de creación de Escuelas Politécnicas “del tipo francés” (como la desaparecida Escuela General Preparatoria de Ingenieros y Arquitectos) el autor reitera que “lo fundamental, a nuestro juicio, es que una parte tan esencial de los estudios como es la base científica de la Carrera, tenga centros apropiados donde cursarse y que sean las verdaderas necesidades de la técnica las que regulen la índole y extensión de dichos estudios.”

– “Aportación al estudio gráfico de la teoría de ecuaciones”, Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (1940).

Tras proceder al estudio gráfico de las ecuaciones de tercer y cuarto grado, el autor dedica unos párrafos a consideraciones generales de tipo científico-didáctico en las que destaca que la interpretación gráfica de un problema en estudio es siempre un complemento útil y a veces algo indispensable para los que se dedican a esa labor.

Castells pasa seguidamente a clasificar a los que orientan los estudios matemáticos en dos grandes tipos: los analistas y los intuitivos. Los primeros (a los que el autor califica de “esclavos de la lógica”) rehusan aceptar elementos que no se desprendan de las definiciones o de los axiomas de partida, por lo que el más leve contacto con la realidad no sólo no les interesa sino que incluso les estorba. Los intuitivos o geómetras no se remontan tan alto como los anteriores, ni definen los conceptos con tanto rigor como ellos, pero llegan a resultados que prácticamente no difieren de los de aquellos. El auxilio de los sentidos y de la imaginación conduce a los intuitivos a imágenes y representaciones materiales claras y simplificadas de indudables ventajas pedagógicas, ya que (siempre según Castells) la mayoría de los estudiantes es más receptiva a la representación intuitiva que a la abstracción.

Estas breves reseñas ponen de manifiesto que Castells es claramente representativo de las ideas dominantes, durante la época que hemos calificado de 2º período, acerca del carácter de las Matemáticas en la Ingeniería. Es evidente que estas ideas son muy diferentes de las que tenía Terradas sobre el asunto, según hemos podido ver. Habrá que esperar al 3º período, el de reencuentro de las Escuelas Técnicas con la Universidad, para que se den algunas de las condiciones mínimas en que puede sobrevivir “el ingeniero dotado de espíritu universitario” que propugnaba Terradas.

Terminamos con un breve comentario:

La antítesis Castells-Terradas que hemos formulado es algo más que un esquema ideológico ficticio: la colisión existió realmente, materializándose en el discurso de ingreso de Castells en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona en 1913. No vamos a entrar hoy en el análisis exhaustivo del discurso, titulado “Las representaciones mecánicas de los fenómenos eléc-

tricos”. Nos conformamos con señalar que el académico encargado de responder, el propio Terradas, desmonta en tres páginas (eso sí, con muy buenas formas, y elogiando las intenciones del nuevo académico) la vana pretensión de Castells, ya que está probada “la imposibilidad de encajar la Electricidad en los moldes sobrado estrechos de la Mecánica clásica”, y que a pesar de las ventajas didácticas que pueda reportar, este empeño conduce frecuentemente a “absurdos” y “disparates”.

NOTAS

1. Véase J. Nadal: *El fracaso de la revolución industrial en España*, Barcelona, Ariel, 1975; M. Izard: *Industrialización y obrerismo*, Barcelona, Ariel, 1973; M. Izard: *Manufactureros, industriales y revolucionarios*, Barcelona, Grijalbo, 1979.
2. Acerca del papel político-ideológico jugado por los ingenieros industriales en la segunda mitad del siglo XIX, véase R. Garrabou: *Enginyers industrials, modernització econòmica i burgesia*, Barcelona, L’Avenç, 1982.
3. He analizado las circunstancias de la creación de la carrera y la evolución de los programas de matemáticas en otros trabajos: *Las Matemáticas y la Ingeniería Industrial 1850-1975*, tesis doctoral, Barcelona, 1975; *Evolución histórica de la enseñanza de las Matemáticas en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales*, publicada por la E.T.S.I.I. de Vigo, 1982; *Las Matemáticas de la Ingeniería: la obra de Rey Pastor*, Simposio sobre Julio Rey Pastor, Logroño, 1983. En lo que sigue resumiré brevemente algunas ideas contenidas en esos trabajos, de modo que la presente ponencia resulte lo más “autónoma” posible de aquéllos.
4. Para conocer la trayectoria de E. Terradas y analizar su contribución al progreso científico-técnico de nuestro país véanse los trabajos de Antoni Roca Rosell: “Esteve Terradas en la renovación de la comunitat científica catalana”, (*Ciència*), vol. 3, maig 1983; *Esteve Terradas i el desenvolupament de la comunitat científica espanyola del segle XX*, comunicación presentada al Simposio sobre Julio Rey Pastor, Logroño, 1983; “La física a Barcelona en el primer terç del segle XX”, (*Ciència*), vol. 4, gener-febrer 1984; “La llegada de la ‘gran ciencia’ a España. Las aportaciones de Esteve Terradas Illa (1883-1950)”, *Mundo Científico*, n° 39, setiembre 1984.
5. A. Roca y T.F. Glick: “Esteve Terradas (1883-1950) i Tullio Levi-Civita (1873-1941): una correspondència”, *Dynamis*, vol. 2, Universidad de Granada, 1982.
6. “Sobre el método de cálculo de Heaviside”. Conferencia pronunciada en la Asociación Española de Ingenieros y Técnicos de Telecomunicación el día 28 de Mayo de 1930. Publicado en la *Revista Matemática Hispano-Americana*, nos. 7-8, Madrid, 1930.
7. Pendiente asimismo de identificación, la página del recorte está encabezada por la inscripción “Año LVIII - Núm. 20.956”.
8. Véase el apéndice contenido en este volumen.
9. Los archivos de la Enciclopedia Espasa no contienen documento alguno que permita identificar con precisión a los redactores de los artículos sin firma. En el fondo Terradas de l’Institut d’Estudis Catalans existen algunas colecciones de separatas de artículos de dicha Enciclopedia, lo cual permite asegurar en esos casos la autoría de Terradas.
10. P. Puig Adam: “En memoria de D. Esteban Terradas”, *Dyna*, 1950.