

# MEMORIAS DE LA ESCUELA DE CAMINOS

## ÉPOCA CONTEMPORÁNEA DEL CRONISTA

POR VICENTE MACHIMBARRENA

### VI

#### LA MATEMÁTICA Y LA INGENIERÍA.

TRADICIÓN MATEMÁTICA DE LA ESCUELA DE CAMINOS. — DISCUSIÓN DE LOS PROGRAMAS DE INGRESO. — MÉTODO DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS.

Las Matemáticas que han de estudiar los Ingenieros constituyen un tema que ha sido muy discutido y bien dilucidado en Congresos y Revistas; así, que no voy a ocuparme de él en términos generales, pero tiene interés, en la historia de nuestra Escuela, saber los criterios que en ella se han sustentado en tan interesante cuestión y cuál ha sido el dominante.

No hay Centro de enseñanza en España que tenga en esta materia tradición más brillante que la Escuela de Caminos.

Oigamos lo que dijo el eminentísimo Catedrático de la Universidad Central y Académico de Ciencias D. Julio Rey Pastor, en la primera sesión del Congreso de Valladolid de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, celebrado en 1915:

“Para la Matemática española, el siglo XIX comienza en 1865, y comienza en Echegaray.”

Y a continuación dijo:

“La semilla de Echegaray no cayó en el vacío, sino que arraigó produciendo un notable renacimiento matemático, que irradió de la Escuela de Caminos, cuya fama llegó a su apogeo en la organización del año 65, enseñándose en sus aulas el Cálculo de Duhamel, con las funciones elípticas, y el Cálculo de Variaciones.”

Y añade más adelante:

“Estimulada quizá por la fama de la Escuela de Caminos, comienza la Facultad a tener vida científica propia, y pronto pasa a ser única en el cultivo de la Matemática pura.”

El rigor en los estudios matemáticos se mantiene en esta Escuela mediante los exámenes de Ingreso, fuertemente eliminatorios y directos, hasta que en el Reglamento de 1900 se aceptan los aprobados de Matemáticas elementales en las Facultades de Ciencias de las Universidades del Estado, reservándose, para el examen de Ingreso hecho en la Escuela, la Geometría descriptiva y sus applica-

ciones a la sombra y a la perspectiva y el Cálculo infinitesimal y sus aplicaciones analíticas y geométricas.

Esta situación dura hasta que en el Reglamento de 1910 se introducen las reformas importantes que he señalado en el capítulo I de estas Memorias.

La Universidad, dentro de su misión, acentuaba la abstracción, lo que es peligroso en el período de formación del espíritu del Ingeniero. No debe olvidarse que dicha ciencia es para él un instrumento necesario para la más fácil conquista de sus conocimientos profesionales, nunca el fin de sus investigaciones. Esto último queda encarecidamente al universitario, que cultiva la Matemática pura.

Acerca de esto decía al final de mi conferencia: “Basta de Matemáticas”, que si las abstracciones matemáticas no son bien asimiladas, caen, a veces, los Ingenieros en confusiones lamentables entre los convencionalismos puramente ideales de la ciencia y su instinto de materializar las cosas. Y decía:

“Me contaron de un Ingeniero de fama que, en cierta ocasión, recibió el encargo de averiguar las causas que habían determinado la caída de un muro, y, después de estudios muy minuciosos de todas las particularidades que ofrecía la obra y de calcular los esfuerzos a que había estado sometida, sacó la consecuencia de que la ruina del muro fué debida a que la curva de presiones pasaba por una junta.

“De esto a tratar de suprimir el peso de los cuerpos extrayéndoles con un sacacorchos el centro de gravedad, no hay más que un paso.”

De acuerdo con este tema, Bertrand había dicho “que las Matemáticas no deben degenerar en un desenfreno de lógica”, y Poincaré ha escrito “que la lógica no basta: la ciencia de la demostración no es toda la ciencia, y la intuición debe conservar su papel como complemento; mejor dicho, como contrapeso o como contraveneno de la lógica”.

\* \* \*

La modificación en el Ingreso introducida en el Reglamento de 1910 requirió la publicación del

programa correspondiente de Matemáticas, que se caracterizó por ser, más que programa, un cuestionario conciso, dentro del cual habían de practicar los aspirantes los ejercicios por escrito propuestos por la Comisión de Admisión, formada por cinco Profesores de la Escuela.

Este cuestionario fué modificado por otro análogo para ponerlo de acuerdo con las ideas que Gaztelu sustentó en su Memoria acerca de la enseñanza en las Escuelas técnicas de Inglaterra, que la Comisión ejecutiva de la Junta de Profesores ensalzó, proponiendo que sus conclusiones tuvieran inmediata aplicación en la Escuela de Caminos.

Este nuevo cuestionario, conciso como el anterior, y en el que también se entremezclan las diversas ramas de las Matemáticas, para indicar que los alumnos deben avanzar simultáneamente en todas, introdujo la novedad de llevar a él nociones muy elementales de Cálculo infinitesimal, para facilitar el estudio de las cuestiones de Álgebra y Geometría elemental; de dar importancia a las representaciones gráficas en papel cuadriculado y de simplificar todo lo posible el cuestionario, suprimiendo teorías y reglas que, no debiéndose aplicar posteriormente, se olvidan pronto.

La reforma de los estudios matemáticos no se limitaba al Ingreso, sino que se extendía a los de Cálculo y Descriptiva del curso preparatorio, para los que se proponía que dos comisiones de Profesores estudiasen los programas respectivos, teniendo en cuenta las indicaciones de que en Cálculo se suprimieran o redujesen las teorías de escasa aplicación y, en cambio, se introdujeran otras de uso constante en la parte de física matemática que al Ingeniero interesa, y que en Geometría descriptiva se prescindiera de la resolución de problemas singulares de ninguna aplicación, como cuando eran la piedra de toque para la admisión en la Escuela, en los que, artificiosamente, se buscaban combinaciones especiales con el exclusivo objeto de complicarlos. En cambio, incluso en los ejercicios gráficos del Ingreso, se debía exigir el dibujo de plantas, alzados y cortes de objetos reales de los que previamente se tomen directamente croquis acotados. Así se pone al alumno en contacto con la realidad, en vez de distraerlo en la resolución de problemas abstractos.

Al programa de Matemáticas propuesto por la Comisión ejecutiva para el Ingreso, se opusieron otros criterios de distinta orientación pedagógica, lo que dió origen en la Junta de Profesores a

una discusión muy interesante y de elevado tono.

Defendió Gaztelu la simplificación de los programas para desterrar el sistema memorista, gran defecto de toda la enseñanza española.

Intervine en esta discusión para apoyar a Gaztelu. Detallar y extender los cuestionarios de Matemáticas me pareció improcedente. El error nace de creer, que lo que se enseña en un programa extenso, queda para siempre grabado en la mente, principalmente en la memoria, y la realidad demuestra, que los conocimientos así adquiridos se borran con rapidez. Lo interesante es averiguar si resulta más conveniente haber sabido a medias una vez, por ejemplo, la regla de la extracción de la raíz cúbica, la fórmula de las cotangentes y el caso dudoso de la trigonometría esférica, etc., o conocer a fondo el mecanismo del Álgebra y las fórmulas más fundamentales y sencillas de la Trigonometría y con ellas la esencia de esta asignatura, para deducir en cualquier momento cuantas fórmulas se puedan necesitar, consultando incluso los libros de Trigonometría.

En esto discreparamos esencialmente de algunos Profesores los partidarios de simplificar, cuanto más mejor, los cuestionarios, y lo hicimos, no como equivocadamente se cree al decir "Basta de Matemáticas", para quitar importancia a estos conocimientos, sino, por el contrario, con la idea de hacerlos más intensos, al asimilar mejor lo que se aprende, dejando un rastro más profundo en la inteligencia.

Por mucho que se detallen los programas, no desaparece la incertidumbre que así se pretende evitar, a menos que se vaya a parar al cauce estrecho de señalar un libro de texto, que a su vez conduce al sistema memorista, execrable en toda enseñanza, sobre todo en la de las Matemáticas.

En votación nominal fué admitido, por 13 votos contra 7, el criterio de Gaztelu.

Posteriormente, se han introducido modificaciones de escasa transcendencia en estos programas, alguna tan acertada, como incluir, a propuesta también de Gaztelu, unas nociones muy someras de Física y Mecánica, con el objeto de que los ejercicios de Matemáticas puedan versar sobre materia concreta y de índole adecuada a los estudios de Ingeniería.

Más tarde, se han dividido estos ejercicios de Ingreso en dos grupos; uno, exclusivo de Matemáticas, y otro, llamado de Cultura, en el que se reúnen la Gramática y composición castellana, los

Dibujos e Idiomas, sistema que rige aún en los exámenes de Ingreso.

\* \* \*

En un artículo que escribí para la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS en 15 de abril de 1925, hice la apología de este sistema que sigue la Escuela de Caminos en la selección de sus alumnos. Transforma radicalmente el modo de enseñar la Matemática del Ingeniero, que tenía ya copiosa bibliografía, y tiene en su favor como voto de calidad el de Rey Pastor, que en cuanto se vió en Buenos Aires en una Universidad técnica escribió su *Curso cíclico de Matemáticas*, en el que nunca se pierden de vista las aplicaciones prácticas Mecánicas, Físicas, Químicas y de Ingeniería. Los conceptos de velocidad, aceleración, fuerza, trabajo, peso específico, cantidad de calor, etc., son fáciles de adquirir con las nociones de Cálculo diferencial e integral incluidas en este programa de Ingreso.

Las Academias de preparación variaron sus métodos de enseñanza, quitando importancia al oral, en que el profesor tomaba desde su mesa la lección dada por el alumno junto al encerado, al recitar lo que había estudiado en el libro de texto, invirtiendo los papeles de ambos en una enseñanza racional.

El buen Profesor de Matemáticas explica, con gran concisión y claridad, las teorías indispensables que le sirven para proponer a sus alumnos ejercicios y problemas, y éstos hacen un verdadero trabajo de investigación personal al resolverlos. Al método de trabajar así en el estudio de las Matemáticas se le llama método de laboratorio, por su analogía con el que actualmente se sigue para enseñar las ciencias aplicadas.

El exigir de una vez el variado programa de Ingreso ha sido objeto de críticas infundadas. En mi artículo de la REVISTA antes citado, decía sobre esto lo siguiente:

"Si la materia objeto de los exámenes es extensa y las pruebas consisten en la resolución numérica, literal o gráfica, de los ejercicios relacionados con las teorías contenidas en los programas, necesariamente hay que prescindir de los detalles que apetece la memoria, para asimilar tan sólo los conceptos fundamentales de la ciencia, que sirven después a la inteligencia en la resolución de las cuestiones propuestas.

"Se hace así una mejor selección de capacidades

intelectuales en estos exámenes de verdadera oposición al Ingreso y se orienta convenientemente la enseñanza preparatoria.

"Se habla del riesgo remoto de que esta enseñanza degenera en el aprendizaje de una serie de reglas o recetas para la resolución de ejercicios, con lo que volvería la memoria a tener preponderancia; pero eso se evita fácilmente con el examen oral teórico, en el que se comprueba rápidamente lo excepcional del peligro señalado.

La prueba de que con este sistema queda desterrado el método memorista es que el mejor consejo que se puede dar a los aspirantes es que no estudien los diez días que precedan a estos exámenes, pues lo poco que dejan por eso de asimilar queda compensado con creces con el descanso físico necesario para resistir la fatiga de los días de prueba. En cambio, en los exámenes memoristas, son clásicas las veladas de los días precedentes para tener frescas las materias, intensificando repasos durante el tiempo preciso y luego descansar, con el afán de olvidarlas cuanto antes, pues ideas así adquiridas para nada sirven.

Como los ejercicios y problemas que se proponen en estas pruebas se preparan cuidadosamente por los examinadores, y en ellos siempre hay alguna novedad que obliga a discurrir a los aspirantes en el momento del examen, se les ha tildado de ser cuestiones de feliz idea. No es esto cierto; pero aun cuando en algún ejercicio se extremase tal tendencia, siempre he contestado que los tontos nunca tienen esas felices ideas, y como estos exámenes son de oposición al Ingreso, conviene elegir, tanto o más que gente estudiosa — empollones los llaman gráficamente los alumnos — muchachos inteligentes, para lo cual convendrá, además, limitar el número de veces (dos por ejemplo) que tuvieran derecho a presentarse en estos exámenes.

Lo que es doloroso y desagradable para la Escuela de Caminos es que se haya visto obligada a elegir en algunas convocatorias solamente el 5 por 100 de los presentados, con un derroche de esfuerzos malogrados, pero la culpa de esto ha sido principalmente de la defectuosa enseñanza media que ha venido padeciendo España.

Esto me obliga a hacer una digresión acerca de la enseñanza mal llamada secundaria, pues se presta al equívoco de que no sea, como efectivamente ocurre, la más importante, ya que influye incluso en los destinos de la nación.