REVISTA MATEMÁTICA
HISPANO-AMERICANA

TOMO I — ENERO-FEBRERO DE 1919 — NÚMS. 1-2

# DON EDUARDO TORROJA

Nació en Tarragona, en 1.º de febrero de 1817. Perito agrónomo y Arquitecto, Doctor en Ciencias, Ayudante del Observatorio astronómico, Catedrático en las Universidades de Valencia y Madrid, Miembro de la Real Academia de Ciencias, Comendador de la Orden de Alfonso XII, Consejero de Instrucción pública, Vicepresidente de la S. M. E. y de la Asoc. española para el progreso de las ciencias, etc.

El día 14 de septiembre último pasó a mejor vida el que fué ilustre Catedrático de Geometría descriptiva y Estudios superiores de Geometría en la Universidad de Madrid, D. Eduardo Torroja. Las líneas que siguen están destinadas a examinar la obra científica del maestro, sin pretender que constituyan un estudio completo y acabado, que plumas más autorizadas harán sin duda; nuestro propósito se reduce a mostrar objetivamente el valor de la pérdida sufrida, forma de homenaje que creemos la más digna de quien al cultivo serio de la Matemática dedicó, casi exclusivamente, la vida entera.

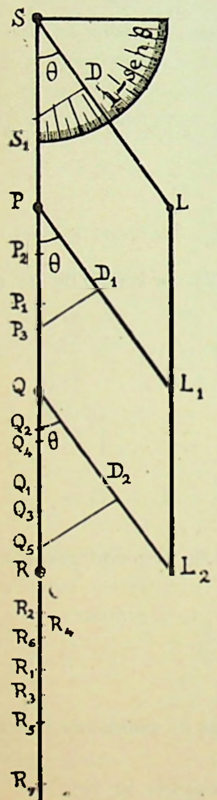
* * *

Poco intensa debió de ser, si existió, la pugna que para adueñarse del alma de Torroja se estableciese en ella, entre la ciencia pura y sus aplicaciones, al terminar, casi simultáneamente, los estudios del Doctorado de la Facultad de Ciencias y los de la carrera de Arquitectura, que con singulares disposición y aprovechamiento siguió en la Escuela de Madrid. Así parece deducirse del discurso que, a poco de ganar la Cátedra de Complementos de Álgebra y Geometría analítica de la Universidad de Valencia, pronunció en ésta al abrirse el curso académico de 1875 a 1876.

Campea en todo él tal entusiasmo por la Matemática y tal deseo de comunicarlo, que quien así se expresa no tiene libertad de opción: está encadenado de por vida—siquiera sean para él cadenas agradables—a dedicar todas sus actividades a la ciencia que de modo tal le ha cautivado.

# UN APARATO PARA RESOLVER UNA ECUACIÓN DE GRADO *n*

Mr. A. L. Candy ha publicado en *The American Mathematical Monthly* un artículo, con el título indicado y del cual vamos a hacer un extracto.




Empieza Mr. Candy por describir el aparato, que en esencia consiste, como indica la figura, en una regla SR, a la cual van unidas otras SD, $PD_1$, $QD_2$, por medio de charnelas, colocadas en S, P, Q, a igual distancia unas de otras.

A lo largo de SP, PQ y QR, así como en los brazos SD, $PD_1$, $QD_2$, se deslizan correderas, cuyo movimiento se regula por escalas, situadas en las partes dichas, y que van provistas de tornillos de presión para poder fijarlas.

Las correderas de los brazos D, $D_1$, $D_2$ llevan unos tambores. con cuerdas flexibles e inelásticas en ellos enrolladas; la cuerda del D pasa por un agujero que lleva el tornillo de la corredera S y va a unirse con la corredera siguiente P; de igual modo se disponen las otras cuerdas. De la última $D_2Q_5R$ cuelga un peso R.

Para que los brazos giren todos al mismo tiempo el mismo ángulo, se hallan conectados por una varilla que une sus extremos libres L, $L_1$, $L_2$.

Lleva además el aparato una escala circular, con centro en S para leer los ángulos que giran los brazos. El aparato se usa en posición vertical.

Para resolver una ecuación cualquiera, por ejemplo, de tercer grado, pues en número de tres son los brazos de la figura adjunta, basta operar como sigue:

Movamos la primera corredera una longitud $SS_1 = a$, siendo $a$ el coeficiente de $x^3$ en la ecuación $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$. Ahora desenrollemos la cuerda primera una longitud igual a $b$. Excusado es decir que todas las correderas se mueven con la primera, en virtud de su peso y del peso adicional, según se desprende de lo dicho antes. De igual modo desenrollemos $c$ unidades la segunda cuerda y luego acortemos $d$ unidades la tercera cuerda, pues, como diremos, el término independiente debe ser negativo para usar este aparato. Haciendo girar los brazos hasta que todas las cuerdas estén tensas, se lee en la escala circular un número correspondiente al ángulo girado, que da la raíz de la ecuación.

Para justificar el procedimiento, supongamos la corredera en $S_1$, siendo $SS_1 = a$; P, Q y R vendrán a $P_1$, $Q_1$ y $R_1$ siendo $PP_1 = QQ_1 = RR_1 = SS_1 = a$. Giremos un ángulo $\theta$ el primer brazo; tomando la corredera la posición D, con la cuerda $S_1D$ perpendicular al brazo SD, como las correderas están ligadas entre sí, $P_1$ vendrá a $P_2$, $Q_1$ a $Q_2$ y $R_1$ a $R_2$ siendo $P_1P_2 = Q_1Q_2 = R_1R_2 = S_1D$. Desenrollemos del primer tambor una longitud $b$, de modo que $P_2$ venga a $P_3$, $Q_2$ a $Q_3$ y $R_2$ a $R_3$. Tendremos: $P_1P_2 = S_1D = a \operatorname{sen} \theta$, $PP_2 = PP_1 - P_1P_2 = a(1 - \operatorname{sen} \theta)$, $PP_3 = QQ_3 = a(1 \operatorname{sen} \theta) + b$.

Girando ahora el segundo brazo el mismo ángulo $\theta$, $Q_3$ viene a $Q_4$ y $R_3$ a $R_4$, siendo $Q_3Q_4 = P_3D_1 = R_3R_4 = PP_3 \operatorname{sen} \theta$, $QQ_4 = QQ_3 - Q_3Q_4 = PP_3(1 - \operatorname{sen} \theta) = a(1 - \operatorname{sen} \theta)^2 + b(1 - \operatorname{sen} \theta)$. Desenrollemos del segundo tambor la longitud $c$; $Q_4$ vendrá a $Q_5$ y $R_4$ a $R_5$ y será $QQ_5 = RR_5 = a(1 - \operatorname{sen} \theta)^2 + b(1 - \operatorname{sen} \theta) + c$. Ahora girando el tercer brazo, $R_5$ vendrá a $R_6$ y será $R_5R_6 = Q_5D_2 = QQ_5 \operatorname{sen} \theta$, $RR_6 = RR_5 - R_5R_6 = QQ_5(1 - \operatorname{sen} \theta) = a(1 - \operatorname{sen} \theta)^3 + b(1 \operatorname{sen} \theta)^2 + c(1 - \operatorname{sen} \theta)$.

Finalmente, desenrollando el tercer tambor una longitud $d$, $R_6$ cae hasta $R_7$ y tendremos $RR_7 = a(1 - \operatorname{sen} \theta)^3 + b(1 - \operatorname{sen} \theta)^2 + c(1 - \operatorname{sen} \theta) + d$. Si el ángulo $\theta$ se escoge tal que $RR_7 = 0$, se ve que $1 - \operatorname{sen} \theta$ es raíz de la ecuación $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$.

Los valores de $1 - \operatorname{sen} \theta$, para $0 \leq \theta \leq 90^0$, son los números marcados en la escala circular. Si hacemos $r = 1 - \operatorname{sen} \theta$, vemos que los valores hallados de $SS_1$, $PP_3$ y $QQ_5$ son precisamente los coeficientes del cociente de dividir la ecuación dada por $x - r$. De modo que este aparato da además de la raíz, el cociente por el binomio $x - r$, de la ecuación.

Como $0 \leq 1 - \operatorname{sen} \theta \leq 1$ vemos que el aparato, sólo da las raíces comprendidas en ese intervalo. Además $SS_1$, $PP_3$ y $QQ_5$ deben ser positivas, pues de otro modo las correderas o al menos uno de los brazos deberían cruzar hacia el otro lado de la regla principal, lo cual es imposible; luego el cociente por $x - r$ debe tener sus coeficientes positivos, lo cual quiere decir que la ecuación a resolver, no debe tener raíces positivas, excepto las correspondientes entre 0 y 1. En resumen, la ecuación debe tener el término constante negativo y los demás positivos, y la suma de éstos debe ser mayor que aquél.

El número de brazos que hay que usar es igual al grado de la ecuación. Teniendo en cuenta el valor de $RR_7$ se ve que con este aparato puede construirse la gráfica de $y = f(x)$ siendo $f(x)$ un polinomio, en el intervalo $0 \leq x \leq 1$.

T. R. B.