

# La nomografía: una ciencia olvidada

José Javier Escribano Benito

## Resumen

En este artículo recordamos los objetivos, métodos, evolución histórica y desarrollo en España de la nomografía: el cálculo de valores de funciones mediante el empleo de tablas gráficas (nomogramas).

Esta ciencia auxiliar fue creada por M. d'Ocagne en 1891 y, tras una rápida difusión, alcanzó su cenit en los años de la Gran Guerra. Cayó en desuso como materia de investigación en los años 50 con el ocaso de los métodos geométricos y la irrupción de los ordenadores.

## Abstract

The purpose of this article is remembering the objectives, methods, historic evolution and development of nomography in Spain: the function value calculus by using graphic tables (nomograms).

This auxiliary science was created by M. d'Ocagne in 1891 and, after a fast diffusion; it reached its top during the First World War. However it was forgotten as subject of investigation in the 50s because of the geometric method end and the computer irruption.

## Introducción

Los diferentes hombres se deleitan con diferentes acciones.

Homero, la *Odisea*.

“En la mayor parte de las ciencias –afirmaba Hermann Hankel– una generación derriba lo que otra había construido, y lo que uno parecía haber demostrado firmemente otro lo deshace. Sólo en las matemáticas cada generación construye un nuevo piso sobre la vieja estructura”. Sin embargo, la matemática no es –en palabras de Poincaré– un templo o un edificio único, la matemática es una ciudad con sus avenidas, sus barrios modernos y en expansión, y sus zonas viejas y abandonadas. Entre las materias que, en otra época centraron el interés de los científicos técnicos, y hoy están olvidadas, se encuentra la *nomografía*: el cálculo de valores de funciones mediante el empleo de tablas gráficas llamadas *nomogramas*.

Esta ciencia auxiliar fue creada por el ingeniero francés Maurice d'Ocagne en 1891 y, tras una rápida difusión, alcanzó su cenit en los años de la Gran Guerra. Cayó en desuso como materia de investigación en los años 50 con el ocaso de los métodos geométricos (que le sirven de base teórica) y sus aplicaciones fueron diluyéndose con la irrupción de las nuevas tecnologías y la generalización del uso de ordenadores.

### Objetivo y métodos de la nomografía.

Consideremos, para centrar ideas, el *Teorema de las tangentes* que relaciona los lados y los ángulos de un triángulo

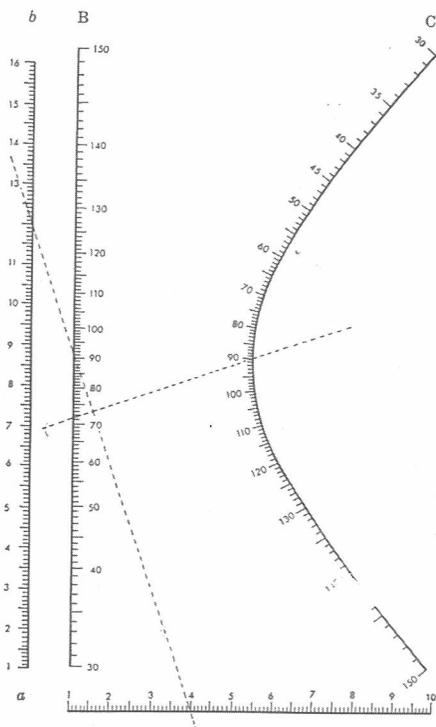
$$\frac{a-b}{a+b} = \frac{\operatorname{tg} \frac{A-B}{2}}{\operatorname{tg} \frac{A+B}{2}} \quad \text{ó} \quad \frac{a-b}{a+b} = \frac{\operatorname{ctg} B - \operatorname{tg} \frac{1}{2} C}{\operatorname{ctg} B + \operatorname{tg} \frac{1}{2} C}$$

y supongamos conocidos tres de los cuatro datos ( $a$ ,  $b$ ,  $B$ ,  $C$ ) que intervienen en la fórmula. Para calcular el cuarto podemos recurrir a un nomograma como el que muestra la figura<sup>1</sup>.

Naturalmente, la construcción de un nomograma requiere mayor esfuerzo que la resolución directa, mediante el cálculo numérico, de un único problema. Pero una vez construido, podemos resolver cualquier problema de este tipo mediante simples interpolaciones visuales (la figura muestra que un triángulo rectángulo,  $C=90^\circ$ , de catetos 4 y 12 tiene un ángulo agudo de  $71^\circ 30'$  aproximadamente).

Contemplados desde la era de las nuevas tecnologías, los nomogramas nos parecen instrumentos de cálculo de construcción laboriosa y prestaciones reducidas: sólo pueden utilizarse para una determinada relación y para un determinado campo de variación de las variables y su precisión es limitada. Sin embargo, para los militares o los ingenieros que, en los inicios del siglo XX, debían realizar de forma reiterada cálculos costosos, los nomogramas eran unos instrumentos muy prácticos.

<sup>1</sup> Este nomograma está tomado de Babini (1955, p. 523).



## Apuntes históricos<sup>2</sup>

He decidido abandonar la geometría abstracta, es decir, la consideración de cuestiones que sólo sirven para ejercitar la mente, para estudiar otro tipo de geometría que tiene por objeto la explicación de los fenómenos de la naturaleza.

Descartes

La representación gráfica de las ecuaciones de 1 ó 2 variables está implícita en el sistema de coordenadas de Descartes. En 1795 un militar francés, llamado Pouchet, presentó, en el artículo *Arithmétique linéaire (Echelles graphiques des nouveaux poids, mesures et monnaies de la République française, Rouen et Paris, 1795)*, el primer nomograma para resolver una ecuación de tres variables, dibujando las curvas de nivel respecto de una de ellas (en realidad este método sirve para representar cualquier ecuación de tres variables). Pouchet no llegó a generalizar esta idea, pero su tabla gráfica para efectuar operaciones con números reales resultó un buen

<sup>2</sup> Sobre la introducción histórica de la nomografía puede consultarse Pasquier (1899), Pesci (1905-1908), Soreau (1921) y Ortiz (1991) (este último incluye referencias sobre la introducción de la nomografía en España).

acicate para otros técnicos civiles y militares. Entre éstos, podemos citar al teniente de navío José Luyando que, en 1806, publicó en Madrid cuatro tablas grabadas en bronce para facilitar la navegación: *Tablas lineales para reducir la distancia aparente a verdadera*; y a d'Obenheim, otro militar francés, que utilizó unas gráficas análogas a las Pouchet para resolver problemas de balística (*Mémoires sur la planchette du canonnier*). En 1846 Lalanne empleó por primera vez el nombre de "ábaco" ("*Mémoire sur les tables graphiques et sur la Géométrie anamorphique*", *Annales des ponts et chaussés*, 1846) para remarcar el carácter universal de estas representaciones. A medida que avanzaba el siglo, el uso de nomogramas se hacía cada vez más frecuente (Piobert, Bellencontre, d'Allix, Terquen, Massau, Lallemand...) con el fin de resolver problemas concretos de lo que entonces se denominaba "matemática aplicada: Navegación astronómica, la Balística y la Ingeniería".

A pesar de esta proliferación de ábacos y, paralelamente, de la sucesiva generalización de los métodos de construcción, el nacimiento de la nomografía como ciencia independiente y homogénea hay que situarla en 1891. Fecha en la que el ingeniero Maurice d'Ocagne (1862-1938) reunió en una única obra *Nomographie (Les Calculs usuels effectués au moyen des abaques. Essai d'une théorie générale)*, los resultados que se habían ido obteniendo de forma aislada, y juntándolos con sus propias investigaciones desarrolló, por primera vez, una teoría general para la construcción de ábacos que denominó nomografía. El mismo autor publicó en 1899 la primera edición de su *Traité de Nomographie* que constituye la referencia fundamental de esta ciencia. En su introducción hace un repaso de los antecedentes históricos de la nomografía y marca su objetivo y ámbito:

"Réduire à de simples lectures sur des tableaux graphiques, construits une fois pour toutes, les calculs qui interviennent nécessairement dans la pratique des divers arts techniques, tel est le but que se propose la *Nomographie*...

C'est la théorie des abaques, c'est-à-dire celle de la représentation graphique cotée des lois mathématiques définies par des équations à un nombre quelconque de variables, qui est désignée aujourd'hui sous le nom de *Nomographie*" [OCAGNE, 1899, p. V]<sup>3</sup>.

---

3 "Reducir a simples lecturas sobre tablas gráficas, construidas de una vez por todas, los cálculos que intervienen necesariamente en la práctica de las diversas disciplinas técnicas, éste es el objetivo que se propone la *Nomografía*...

Ésta es la teoría de los ábacos, es decir la de la representación gráfica acotada de las leyes matemáticas definidas por ecuaciones con un numero cualquiera de incógnitas, que se designa hoy con el nombre de *Nomografía*".

Este carácter general es a juicio de M. d'Ocagne fundamental y marca la diferencia entre la nomografía y el cálculo gráfico propiamente dicho. Las aplicaciones prácticas de la nueva ciencia atrajeron la atención de científicos y técnicos, y también de matemáticos como Hilbert quien incluyó un problema, el número 13 (que plantea la imposibilidad de resolver la ecuación general de grado séptimo mediante funciones de dos variables), relacionado con la nomografía entre los veintitrés "Futuros problemas de las matemáticas" presentados en el Congreso de París de 1900<sup>4</sup>. Para entonces, la difusión de esta ciencia auxiliar se había hecho tan significativa que la *Commission Internationale du Répertoire Bibliographique des Sciences Mathématiques* le dedicaba una de las secciones de su *Répertoire*.

### La nomografía en España

En España, la nomografía alcanzó rápidamente una gran difusión entre los militares y los técnicos, que encontraron en la nueva ciencia una ayuda indispensable para sus cálculos aproximados:

"Las ventajas del cálculo gráfico se evidencian, no sólo por evitarse engorrosos cálculos analíticos, sino que en un solo ábaco pueden hallarse, casi simultáneamente, varios elementos que, de otro modo, habrían de obtenerse por medio de fórmulas distintas

De un nomograma no debe esperarse la exactitud del análisis. Con aquél se cometen errores (como en todo instrumento de medida) pero errores despreciables prácticamente..." [CÁMARA, 1912-1913, pp. 169-170].

Conviene recordar que en esta época la figura del "matemático" todavía no se había institucionalizado en nuestro país. La Ley Moyano de 1857 hizo obligatoria la existencia de un Instituto de Bachillerato en cada provincia y creó las Facultades de Ciencias (con tres secciones: ciencias físico-matemáticas, ciencias químicas y ciencias naturales), y el Plan de García Alix de 1900 estableció, por primera vez, la licenciatura en ciencias exactas. Así que la recepción de la nomografía confluye con una evolución en la matemática española, que, paulatinamente, va pasando de manos de militares e ingenieros a las de los matemáticos profesionales.

---

4 Ver Hilbert (1902). En Ortiz (1991, pp. 63-64) puede encontrarse un comentario sobre este problema y sobre la solución negativa que en 1957 dieron al mismo Kolmogorov y Arnold.

Entre nuestros pioneros, debemos destacar al ingeniero Luis de Gatelu<sup>5</sup> que en 1896 utilizó la nomografía para facilitar los cálculos de estructuras: *Práctica usual de los cálculos de estabilidad de los puentes*. Y al artillero Diego Ollero<sup>6</sup> que publicó en 1903 dos aplicaciones de la nomografía a la balística exterior: *Balística gráfica y Nomografía balística*.

En cualquier caso, siguieron siendo los militares los principales cultivadores de la nomografía y así podemos observar que buena parte de los artículos publicados en España en esta época sobre esta materia corresponden a militares y se refieren a la construcción de nomogramas para resolver problemas particulares y a libros para su enseñanza. Entre éstos cabe destacar *Les nomogrammes de l'ingénieur* (1912) -prologado por d'Ocagne- del capitán Ricardo Seco, muy utilizados en la enseñanza dentro y fuera del ejército. Y los *Elementos de Nomografía* (1915) del comandante de ingenieros Nicomedes Alcayde y Carvajal.

El desarrollo posterior de la nomografía se vio impulsado por las actividades del Laboratorio y Seminario Matemático creado por Julio Rey Pastor en 1915. El Seminario, que aspira "*sencillamente a educar en la investigación matemática a los jóvenes que tienen la preparación elemental necesaria*", estructura sus trabajos en diferentes secciones: Investigaciones geométricas; Trabajos de análisis matemático; Trabajos gráficos y nomográficos y Trabajos diversos. Sixto Cámara<sup>7</sup> asume la dirección de la sección de "Trabajos gráficos y nomográficos" en los que participan, además de él mismo, Ángel Saldaña y Rafael Fages. Dos años más tarde, cuando Cámara se traslada a la Universidad de Valencia para ocupar la cátedra de Geometría Analítica, es

---

5 Luis de Gaztelu, marqués de Echandía, fue director de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid y vicepresidente de la Real Sociedad Matemática Española. Se destacó como uno de los defensores de las ideas antieucleideas de John Perry, partidario de enseñar una matemática "experimental" sin demostraciones ni "dificultades filosóficas".

6 El general Diego Ollero y Carmona (Porcuana, 1839; Écija, 1907) es un buen ejemplo de la aportación de los militares a la matemática española decimonónica. A él debemos el primer texto riguroso sobre el cálculo de probabilidades: *Tratado del Cálculo de Probabilidades* (1879) y numerosas memorias sobre balística. En 1898 ingresó en la Academia de Ciencias con un discurso que conjuga muy bien sus dos vocaciones: *Los progresos de las armas de fuego en relación con las ciencias matemáticas*.

7 Durante varios años Sixto Cámara Tecedor (Baños de Rioja, 1878- Castañares de Rioja, 1964) compaginó las actividades de oficial de infantería con el estudio y la docencia de las matemáticas. En 1917 abandonó la carrera militar para ocupar la cátedra de geometría analítica de la Universidad de Valencia (1917-1935) y de la Universidad Central (1935-1948). Para ampliar datos sobre la obra de Sixto Cámara véase Escribano (2000).

el propio Rey Pastor quien se hace cargo de la dirección de la sección de nomografía.

Con todo, no parece que Cámara llegara a realizar ninguna investigación centrada en la nomografía, pero sus trabajos sobre balística, publicados entre 1912 y 1917, contienen numerosas referencias a esta ciencia y las cuatro ediciones de sus *Elementos de Geometría Analítica* (1920, 1941, 1945, 1963), conceden gran importancia y extensión a los temas nomográficos. En sus trabajos, Cámara utiliza la nomografía y los métodos estadísticos junto con elementos de la geometría de la posición y de la geometría analítica, para obtener resultados más generales y, al mismo tiempo, conseguir una exposición más breve y clara. Desde el punto de vista matemático su trabajo más importante es “Estudio gráfico de la curva balística cualquiera que sea la ley de resistencia del aire. Método Pascal” (*Revista de la Sociedad Matemática Española*, 1915) que fue traducido al italiano como ejemplo de uso eficaz de los nomogramas. Desde la perspectiva militar hay que resaltar las numerosas aplicaciones de los “Círculos calculadores del Oficial de Infantería” (*Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Congreso de Valladolid*, 1915) que constituye uno de los numerosos intentos de la época (recordemos las máquinas algebraicas de Torres Quevedo) de construir instrumentos mecánicos, más o menos complicados, capaces de funcionar de manera análoga a los nomogramas.

Tampoco Rey Pastor publicó ninguna investigación propia sobre la nomografía por lo que su contribución se limita a la divulgación de esta ciencia como aplicación de la geometría proyectiva<sup>8</sup>. En esta dirección vulgarizadora podemos señalar el prólogo del Tratado de Nomografía (1953) de Belgrano, donde Rey Pastor aborda la historia y los objetivos de esta materia. También conviene resaltar que en su clásica *Geometría Analítica* (1955) dedica un amplio capítulo a la Nomografía escrito por el ingeniero José Babini “especialista en matemática práctica”.

## Bibliografía

Alcayde y Carvajal, N. (1915): *Elementos de Nomografía*. Madrid.

Babini, J. (1955): “Nomografía”. En: J. Rey Pastor, L. A. Santaló, M. Balanzat *Geometría analítica*. Editorial Kapelusz, 495- 527 (Capítulo XI), Buenos Aire.

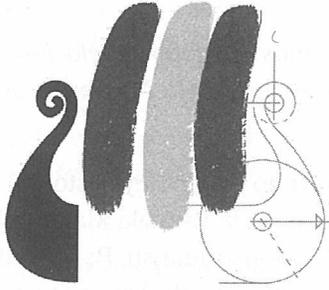
---

8 Ortiz (1991) hace referencia a “Una memoria inédita acerca de Ábacos en Z” que Rey Pastor incluye entre sus trabajos en 1909.

- Cámara, S. (1912-1913): "Aplicaciones de la nomografía elemental al tiro de la infantería". *Memorial de Infantería II (8)*, 169-185; *III (15)*, 241-252; *III (18)*, 559-570.
- Cámara, S. (1915): "Estudio gráfico de la curva balística cualquiera que sea la ley de resistencia del aire. Método Pascal". *Revista de la Sociedad Matemática Española*, 4 (39-40), 249-276.
- Cámara, S. (1916): "Studio grafico della curva balistica qualunque sia la legge di resisttenza dell'aria (metodo di Pascal)". *Giornale di Matematiche de Battaglini*, LIV, (4-5, 1916), 233-248.
- Cámara, S. (1916): "Círculos calculadores del Oficial de Infantería". *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Congreso de Valladolid (1915). Tomo X, Sección 8ª, Ciencias de Aplicación*. Madrid, Imprenta de Fortanet, 161-206.
- Cámara, S. (1920): *Resumen de las lecciones de Geometría Analítica del Espacio explicadas en la Universidad de Valencia por [...] Curso de 1919-1920*. Valencia, s. e., autografiado.
- Cámara, S. (1941): *Elementos de Geometría Analítica por [...]*. 2ª ed., Nuevas Gráficas, Madrid.
- Cámara, S. (1945): *Elementos de Geometría analítica por [...]*. 3ª ed. Talleres de Vda. de C. Bermejo, Madrid.
- Cámara, S. (1963): *Elementos de Geometría analítica por [...]*. 4ª ed. Talleres Vda. de C. Bermejo, Madrid.
- Escribano Benito, J. J. (2000): *Estudio histórico de la obra matemática de Sixto Cámara Tecedor (1878-1964) en el contexto de la matemática española*. Logroño, Universidad de La Rioja (Tesis Doctoral).
- Gaztelu, L. de (1896): *Práctica usual de los cálculos de estabilidad de los puentes: exposición elemental por [...]*. Tipografía Fortanet, Madrid.
- Hilbert, D. (1902): "Sur les problèmes futurs des mathématiques". En: *Compte rendu du Deuxième Congrès International des Mathématiques tenu à Paris du 6 au 12 août 1900*. Paris, Gauthier-Villars, 58-114.
- Ocagne, M. d' (1899): *Traité de Nomographie. Théorie des abaques. Applications pratiques par [...]*. Gauthier-Villars, Paris.

- Ollero, D. (1879): *Tratado de Cálculo de Probabilidades*. Imprenta de Pedro Ondero, Segovia.
- Ollero, D. (1898): *Los progresos de las armas de fuego en relación con las ciencias matemáticas*. Discurso de ingreso en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Ortiz, E. L. (1991): "Leonardo Torres Quevedo y Julio Rey Pastor: El Cálculo Geométrico y el Cálculo Mecánico en la Escuela Matemática Española". En: González de Posada, F.; Alonso Juaristi, P.; González Redondo, A. (eds.) *Actas del II Simposio "Leonardo Torres Quevedo: su vida, su tiempo, su obra"*, 55-81
- Pasquier, E. (1899): "De la nomographie et de la nécessité de l'introduire dans l'enseignement". *L'Enseignement Mathématique*, I, 350-357.
- Pesci, G. (1905): "Sobre Nomografía elemental". *Revista Trimestral de Matemáticas*. V(19), 138-161. Zaragoza.
- Pesci, G. (1908): "Las Tablas gráficas de Luyando, Contribución a la Historia de la Nomografía". *Anales de la Facultad de Ciencias de Zaragoza*, II (7), 153-240; II (8), 233-240.
- Seco de la Garza, R. (1912): *Les nomogrammes de l'ingénieur, avec un préface de Maurice d'Ocagne*. Gauthier-Villars, Paris.
- Soreau, R. (1921): *Nomographie ou Traité des Abaques par [...]*. Tome premier. Etienne Chiron, Paris.

José Javier Escribano Benito (Cervera del Río Alhama, 1955) es Doctor en Ciencias Matemáticas y Catedrático de Matemáticas de Enseñanza Secundaria. Ha publicado diferentes trabajos sobre historia de las matemáticas y teoría de números. Correo electrónico: jesbriba@boj.pntic.mec.es.



I C M E  
1 0  
2 0 0 4

# The 10<sup>th</sup> International Congress on Mathematical Education

Under the auspices of ICMI (International Commission on Mathematical Instruction) the 10<sup>th</sup> International Congress on Mathematical Education, ICME-10, will be held in

**Copenhagen, Denmark. July 4-11, 2004**

The aim of the ICME congresses is to:

- Show what is happening in mathematics education worldwide, in terms of research as well as teaching practices
- Exchange information on the problems of mathematics education around the world
- Learn and benefit from recent advances in mathematics as a discipline

ICME-10 hopes to attract 3000-4000 researchers in mathematics education, mathematics educators, including teachers, and others working within the educational system, from around 100 countries.

<http://www.icme-10.dk/>