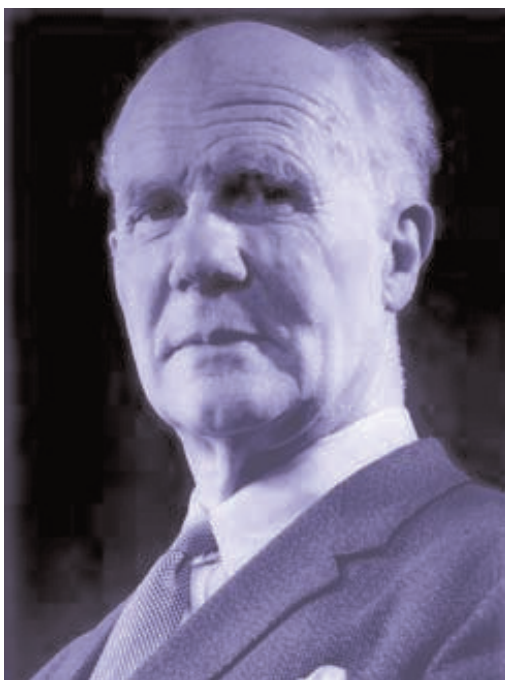


## Los orígenes de la matemática industrial y los métodos estadísticos

**H**ace setenta años, en 1935, veía la luz en Londres el libro *The application of statistical methods to industrial standardisation and quality control* (*La aplicación de los métodos estadísticos a la normalización industrial y al control de calidad*), editado por la British Standards Institution y escrito por Egon Pearson (1895-1980). Su autor era hijo del más famoso Karl Pearson (1857-1936), discípulo predilecto del fundador de la “escuela científica” de biometría, Francis Galton (1822-1911).

Galton, yerno de Darwin, llevó adelante el proyecto de encontrar instrumentos cuantitativos para el estudio de la variabilidad genética. Con ideas como la *correlación* (que consideraba una versión débil de la idea de causa), Galton y sus seguidores consiguieron introducir por primera vez el pensamiento numérico en un campo refractario a él hasta entonces, la historia natural. Pero en realidad, fueron mucho más allá, puesto que los instrumentos matemáticos introducidos por los biómetras —las técnicas de inferencia estadística— demostraron pronto que eran potencialmente aplicables más allá de las ciencias de la vida, a todos los campos de la ciencia experimental y de la técnica. Precisamente hace 80 años fue publicado *Statistical methods for the research worker* (1925), un hito de la historia de la ciencia, el libro que difundió al conjunto de la comunidad científica los logros de los biómetras, escrito por el más joven y brillante discípulo, Ronald Fisher (1890-1962).



Egon Pearson (1895-1980)

Fisher desarrolló una nueva disciplina, la genética de las poblaciones, cuya motivación de fondo era lograr una síntesis entre la teoría de la selección natural de Darwin y los descubrimientos de Mendel en el campo de la herencia genética. Durante su carrera, se ocupó también de problemas aplicados de agronomía, mostrando así la utilidad de estos nuevos instrumentos, no sólo en la investigación de algunos relevantes problemas científicos teóricos sino también en las aplicaciones prácticas de interés económico de la biología. La obra de Fisher nos acerca así a dos aspectos (uno genuinamente teórico, otro de carácter metodológico) de la ciencia del siglo XX, que mantienen hoy plena actualidad y son muy controvertidas: por una parte, las bases de la teoría de la evolución y su confirmación empírica y, por otra, el uso y abuso de la estadística en campos

como la agricultura, la medicina y la investigación biotecnológica. Sin embargo, preferimos en esta ocasión recordar una obra semidesconocida y aparentemente marginal en el campo de la matemática: ¿dónde reside su interés?

---

Ana Millán Gasca  
hace.suma@fespm.org

Pues bien, la publicación del libro de Pearson hijo es un evento que nos permite sondear los orígenes de la “matemática industrial”. Es éste un aspecto de la cultura matemática típico del mundo del siglo XX y que sigue mostrando una gran vitalidad en Estados Unidos y en otros países industrializados, en términos de salida profesional de los licenciados y doctores en matemáticas, en términos de amplitud de los instrumentos matemáticos aplicados y de problemas abarcados y —dejando libre el terreno de prejuicios sobre lo que son “verdaderas” matemáticas— en términos de estímulo y motivación de progresos teóricos en matemáticas.

### Estadística y control de calidad

El libro de Pearson se ocupa de un tema cuya importancia no ha cesado de aumentar en el mundo industrial y que, hoy en día, no sólo está en el centro de la vida de empresa sino que tiene un papel cultural mucho más amplio: se trata de las ideas de *calidad* y de *control de calidad*, que son consideradas una medida de la eficiencia y de la racionalidad entendidas en sentido “moderno”,

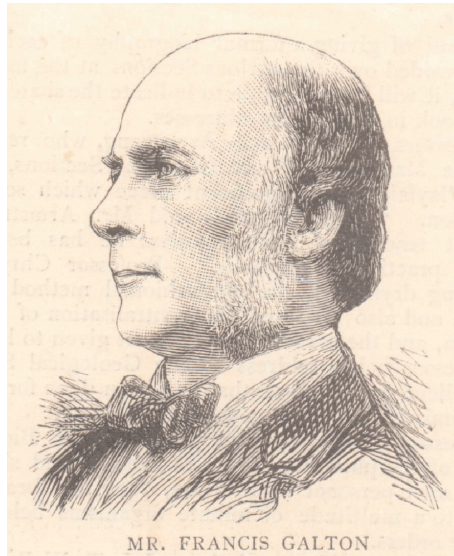
La aplicación de los métodos estadísticos a la normalización industrial y al control de calidad de Pearson se ocupa de un tema cuya importancia no ha cesado de aumentar: se trata de las ideas de calidad y de control de calidad, que, hoy en día son consideradas una medida de la eficiencia y de la racionalidad.

es decir, según un punto de vista que marca una ruptura con la concepción de la empresa clásica de las relaciones productor-cliente y directivo/propietario-trabajador. La fe desmedida en este enfoque —que hoy se quiere aplicar a la administración pública, a los hospitales y hasta a los centros de enseñanza— se debe, no exclusivamente, pero sí fuertemente a la existencia de los métodos estadísticos de control de calidad.

De hecho, y quizá pueda resultar chocante, el problema del control de calidad en las fábricas fue una motivación importante en los primeros pasos de la estadística. Un asiduo participante en las discusiones en el laboratorio de Karl Pearson en Londres a principios del siglo XX era William Gosset (1876-1937), mejor conocido bajo el pseudónimo Student que usaba para firmar sus memorias científicas, un químico y matemático inglés que trabajaba para la empresa cervecera Arthur Guinness Son and Company (inicialmente en Dublín y luego en la capital británica). Gosset, que se ocupaba de analizar en el laboratorio muestras de cerveza para controlar el producto, deseaba simplificar su trabajo desarrollando a tal fin criterios científicos. En este sentido, aunque iniciara sus investigaciones en solitario, era hijo de su época: en torno al cambio de siglo era cada vez más evidente que la industria, la distribución,

los sistemas de transporte y las redes de comunicación presentaban problemas de control de proceso, de configuración, de sistema, que debían ser analizados independientemente de los aspectos mecánicos, químicos o eléctricos.

En los mismos años, en Estados Unidos, entre los científicos e ingenieros empleados en los laboratorios industriales de la empresa de telégrafos y teléfonos AT&T (American Telegraph and Telephone Company) y de la Western Electric (que manufacturaba los productos para los clientes AT&T), que en 1925 fueron reorganizados bajo el nombre de Bell Telephone Laboratories, se desarrolló una precoz comprensión de la importancia que revestían los aspectos que podríamos llamar *operativos* o *económico-organizativos* para garantizar el éxito empresarial. Los ingenieros se ocupaban de tendido de cables y del desarrollo técnico, los empleados y dirigentes de contabilidad y problemas financieros, pero existían otros problemas en los que se jugaban el futuro de la empresa: la gestión del tráfico telefónico, la medida del rendimiento y de la calidad, la satisfacción del cliente. En particular, en los Laboratorios Bell fueron desarrollados algunos de los primeros estudios de teoría de colas, por parte de Edward C. Molina (n. 1877), que estudió el papel de la distribución de Poisson en este ámbito, y de Thornton C. Fry (n. 1892), autor de *Probability and its engineering uses* (1928). Además fue desarrollada en términos generales la concepción moderna del control estadístico de calidad, presentada en varios artículos en la revista «Bell System Technical Journal» y en el libro *Economic control of quality of manufactured products* (1931) del físico Walter A. Shewhart (1891-1967).



La carrera de Pearson se había desarrollado al inicio bajo la sombra del gran prestigio y fuerte personalidad del padre, y había sufrido además a causa de la controversia entre este último y Fisher. Sin embargo, a partir de mediados de los años veinte, gracias a su trabajo en colaboración con el especialista polaco Jerzy Newman (1894-1981) sobre los test de hipótesis (desarrollado en parte bajo la influencia de las ideas Gosset, con quien mantenía una estrecha correspondencia), había conquistado una gran reputación como estadístico teórico. En 1931 hizo un viaje a los Estados Unidos y visitó a Shewhart en Nueva York; y Shewhart

acudió al año siguiente a Londres. En los años sucesivos el problema del control de calidad en la producción industrial de material bélico fue la motivación de nuevos estudios, que culminaron en los famosos trabajos sobre el análisis secuencia de Abraham Wald (1902-1950), un científico austriaco emigrado a los Estados Unidos.

### Otros escenarios y puntos de vista en la matemática industrial anterior a la Segunda Guerra Mundial

El interés por las aplicaciones industriales de la probabilidad y de la estadística no era una exclusiva del mundo anglosajón. El ingeniero francés Émile Cheysson (1836-1910), primer profesor de economía industrial de la Escuela de Ingenieros de Minas de París, fue uno de los primeros que había pensado que este tipo de métodos resultarían útiles para resolver problemas como la determinación de tarifas o la determinación de salarios, los llamamos problemas de decisión en terminología actual. Cheysson era consciente de que la estadística descriptiva no bastaba e intentó poner a punto técnicas gráficas que permitieran pasar de la estadística del “estado pasivo” a la del “estado activo”, usando sus palabras. En lenguaje moderno, se planteaba la exigencia de construir una inferencia estadística, precisamente el proble-

### Estadística matemática y control de proceso

La “verificación” de los productos defectuosos es un problema clásico de las fábricas mecanizadas, e incluso en la manufactura militar pre-industrial se exploró la posibilidad del uso del muestreo a este fin. La originalidad de Shewhart reside en el hecho de haber introducido una visión abstracta del problema general, basado sobre la idea de que cualquier sistema de producción —un conjunto integrado de máquinas en un proceso que lleva a obtener un cierto artículo— es un sistema aleatorio, esto es, más allá de la sofisticación tecnológica, existe una inevitable variabilidad de las diferentes características del producto. Sobre estos supuestos introducía una idea de “control” en el sentido típico del mundo de la técnica de “plegar” a los objetivos humanos (funcionales o económicos) un proceso; en este caso, no pretender eliminar la variabilidad, sino mantener estables las características estadísticas de un artículo, de manera que sólo en el caso de que se registre una variabilidad anómala se puede decidir una intervención técnica para encontrar y eliminar la causa física que compromete la calidad del producto. A este tipo de enfoque se sumó en periodos sucesivos otros elementos, como por ejemplo el interés no sólo por el punto de vista del productor-ingeniero, sino también del cliente-consumidor.

ma resuelto con gran éxito por los biómetras.

Iniciado el siglo XX, algunas contribuciones a la teoría de colas y al control estadístico de calidad aparecieron en revistas matemáticas en Alemania y en la Unión Soviética. En ambos países, como es bien sabido, se trabajaba en aquella época en la axiomatización del cálculo de probabilidades. Un interés cultural por este tema venía en ambos casos al encuentro de la realidad industrial y técnica: extraordinariamente avanzada en Alemania, en pleno fermento en la Unión Soviética donde se afrontaba el desafío del desarrollo industrial y la organización cientí-

fica del trabajo. Entre los trabajos pioneros de la teoría de colas se cuentan los de la matemática alemana Hilda Geiringer (1893-1973) y de Aleksandr Y. Khinchin (1894-1959), del 1932. En Alemania fue publicado en 1927 el libro *Aplicaciones de la estadística a los problemas de la producción de masa*, escrito por Richard Becker, Hubert Plaut e Iris Runge.

Sin embargo, como han observado los historiadores franceses Denis Bayart e Pierre Crépel (1994), en el mundo industrial “continental” existía una menor apertura a la “visión estocástica de los procesos industriales”, porque ésta chocaba con la visión mecánica de los ingenieros industriales de tradición europea, que eran ingenieros mecánicos con una formación matemática y científica que condicionaba su *forma mentis*. Es interesante citar el ejemplo de Henri Le Chatelier (1850-1936), un líder de la ingeniería francesa de aquellos años. Defensor decidido de las ideas innovadoras del taylorismo y de la ingeniería mecánica estadounidense, sostenía la necesidad de enriquecer la formación teórica de los ingenieros franceses con un acercamiento a la realidad concreta de las empresas. Sin embargo, rechazaba radicalmente la idea de recurrir a explicaciones basadas sobre el aleatorio tanto en la esfera práctico-técnica como en la esfera científica.

Por otra parte, diferencias de punto de vista similares se registra en aquellos años también en otros sectores de aplicación

de las matemáticas, como la biomatemática. Así, por ejemplo, en un artículo publicado en la revista *Biometrica* en 1927 Egon Pearson criticó los estudios matemáticos de Vito Volterra (1860-1940) sobre la dinámica de poblaciones analizando la correspondencia entre los datos estadísticos sobre la pesca en el Adriático que los habían motivado y la ley sobre la oscilación de las poblaciones establecida por Volterra a partir de un sistema de ecuaciones diferenciales no lineales. En lo que se refiere específicamente a la matemática industrial, probablemente estaban menos condicionados por el punto de vista tradicional los ingenieros industriales eléctricos (una especialidad en pleno desarrollo), como los ingenieros de los Laboratorios Bell y, en Europa, el holandés Baltasar van der Pol (1889-1959), director de los laboratorios de la Philips), así como los matemáticos de la generación siguiente a Volterra.

Estos profesionales se mostraban más abiertos y libres de prejuicios respecto a los instrumentos matemáticos que podían ser usados en las aplicaciones.

El desarrollo de la matemática industrial en la Unión Soviética es un caso de extremo interés y poco estudiado. Retomaremos el tema en otra ocasión, pues tiene que ver con otro filón de la matemática industrial, es decir, el de la optimización, que aunque cuenta con algunos precursores

históricos notables como Gaspard Monge, se ha desarrollado esencialmente en el siglo XX (hemos hecho una breve

referencia a estas cuestiones en *Suma* 46 “Las matemáticas entre la paz y la guerra”). Pero no queremos acabar aquí sin subrayar que, entre los matemáticos que hemos citado, aparecen dos mujeres. La primera, Geiringer, discípula y futura mujer de Richard von Mises (1883-1953), se ocupó de la teoría de colas porque trabajó un tiempo para la empresa pública de Correos y telégrafos alemana. La segunda era hija del famoso matemático Carl Runge (1856-1927), estudioso de análisis numérico (que en 1904 ocupó la primera cátedra alemana de matemática aplicada, creada en Göttingen por iniciativa de Felix Klein); uno de sus artículos sobre la “verificación” de calidad en los artículos de la producción en serie fue publicado en la revista técnica del consorcio Osram GmbH (fundado en



Hilda Geiringer (1893-1973)

1919 por tres empresas que producían bombillas, la Siemens, la AEG y la Auer; el nombre deriva de osmio y wolframio). Geiringer, que era una judía austriaca, emigró con su marido a los Estados Unidos en 1933, el año de la subida al poder de Hitler. El nazismo, lo sabemos, aniquiló la cultura científica y técnica del área alemana; menos se suele pensar en el paso atrás que supuso para la carrera científica de mujeres como las dos citadas y, en general, para el acceso de las mujeres a la investigación matemática. ■