

## El día en que Bernoulli y [d'Alembert](#) se pelearon por el modelo matemático de una pandemia

[Corría el siglo XVIII y la viruela causaba estragos en la población. Tanto así, que se calcula que era la causa directa de 1 de cada 12 muertes en Europa. Las vacunas aún no existían y poco se entendía de las enfermedades en general. Sobrevivir a la viruela era más bien un asunto de "suerte": alrededor de 1 de cada 8 personas contagiadas moría. Una de las escasas esperanzas era la variolización, un procedimiento rústico de inoculación de la infección -especialmente a los recién nacidos- que se practicaba en algunas regiones de Oriente, particularmente en la India y en China. A Europa fue importado desde Constantinopla, y tenía cierta popularidad entre las clases sociales más privilegiadas.](#)

[Si era exitosa, la variolización aseguraba inmunidad ante la viruela por toda la vida. El problema era que 1 de cada 200 personas variolizadas desarrollaban la enfermedad y terminaban muriendo por su causa. ¿Qué hacer, entonces: variolizar masivamente a la población, condenando a la muerte casi inmediata a un porcentaje no despreciable de ella, o esperar el "curso natural de las cosas" y atenerse a un número posiblemente aún mayor de muertes?](#)

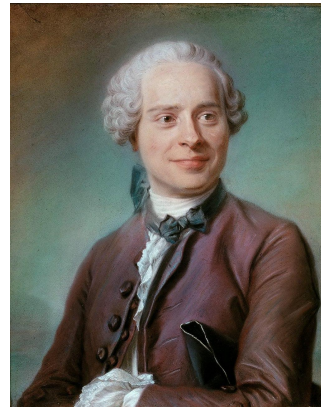
[El suizo Daniel Bernoulli se abocó a este problema. Si bien los aportes más reconocidos de su extraordinaria familia de científicos tienen relación con la física y las matemáticas, Daniel también tenía intereses en fisiología y medicina. Nadie más apropiado que él, entonces, para resolver el dilema.](#)

[En la época, los censos de población eran casi inexistentes. Bernoulli recurrió, entonces, a un documento muy especial: un registro completo de nacimientos y muertes en la ciudad polaca de Breslavia elaborado por otro célebre y multifacético científico. Se trata nada menos que de Edmund Halley, universalmente conocido por sus observaciones de un cometa que hoy lleva su nombre \(y que pasará nuevamente cerca de la Tierra en 2061\).](#)

[Pero los datos de que disponía Bernoulli eran apenas esos: nacimientos y muertes, sin alusión alguna a las causas de estas \(la palabra "viruela" no aparece mencionada en ninguna parte del documento de Halley\). Visionariamente, Bernoulli tomó conciencia de que no necesitaba nada más y, tras un arduo trabajo, llegó a una conclusión sorprendente: si se procedía a una variolización masiva, la esperanza de vida aumentaba de](#)

27 años y 3 meses a 29 años y 3 meses. ¡Una ganancia de más de 10%! A modo de comparación, tan solo imagine que alguien hoy nos dijera que es posible aumentar de golpe la esperanza de vida en Chile en varios años, ¡y que la receta consiste en una estrategia ligada a resolver bien una ecuación!

¿Cómo llegó Bernoulli a su conclusión? Para ello, trabajó en los fundamentos de dos teorías que recién maduraban: las probabilidades y las ecuaciones diferenciales. Desarrolló el conocimiento básico que le permitió lograr el milagro que la matemática ha posibilitado a lo largo de toda la historia: adelantarse mediante el razonamiento y el cálculo a circunstancias que incluso pueden estar fuera de nuestro alcance. En su contexto, sus ecuaciones le permitieron reconstruir a grandes rasgos el censo poblacional de Breslavia para el caso en que todas las personas se hubiesen variolizado.



Bernoulli presentó su trabajo a la Academia de Ciencias de París en 1760 y obtuvo una aclamación casi unánime. Sin embargo, por extrañas razones, este no fue del agrado del gran enciclopedista Jean le Rond d'Alembert, quien opuso una visión de corte más bien individualista a la perspectiva social y de salud pública de Bernoulli. Aunque el francés hizo algunos alcances justificados, también parecía no entender del todo los argumentos matemáticos del suizo, especialmente aquellos de orden probabilístico. Sin embargo, como d'Alembert tenía un gran peso político en la academia, se encargó de mantener archivado el trabajo de Bernoulli por casi una década. En el intertanto, publicó un trabajo de su autoría que contenía conclusiones casi opuestas a las de aquel.

La petición de Bernoulli de variolizar al grueso de la población nunca se aplicó, primero por la conducta de d'Alembert, y luego porque algunas décadas después el inglés Edward Jenner desarrolló la vacuna contra la

viruela. Pese a esto, su texto sirvió de inspiración para que, a fines del siglo XIX e inicios del XX, la epidemiología matemática se estableciera como una disciplina sólida. Esto se dio particularmente tras los trabajos de R. Ross sobre la malaria (por los cuales fue galardonado con el Premio Nobel de Medicina en 1902), que luego modelaría matemáticamente en conjunto con Hilda Hudson (célebre, además, por sus trabajos en álgebra y geometría). Pero la consagración definitiva se dio entre 1927 y 1932 con el surgimiento de los modelos epidemiológicos de los escoceses W. Kermack y A. McKendrick, que hoy permiten guiar nuestras estrategias frente a brotes infecciosos como los de COVID-19.

La realidad actual es muy diferente a la del siglo XVIII. En ese entonces, el debate sobre la aplicabilidad de la variolización era perfectamente válido, más allá de los cálculos de Bernoulli. Sin embargo, en el mundo contemporáneo, en que estos aspectos éticos están fuertemente regulados, cuesta entender la resistencia de un porcentaje no despreciable de la población a la vacunación. Por lo demás, actualmente, una buena parte de este rechazo proviene de un histórico artículo de 1998 en contra de una vacuna específica (la triple vírica, que protege contra el sarampión, la rubéola y las paperas), el que fue posteriormente reconocido como altamente fraudulento y por el cual su autor principal, Andrew Wakefield, fue expulsado de la Agencia Médica General del Reino Unido.

La ciencia siempre ha estado dispuesta a aportar soluciones a nuestros problemas, al mismo tiempo que ha estado abierta para señalar sus propias limitaciones e incluso sus errores. Es gracias a ella que la humanidad ha logrado contener y erradicar numerosas enfermedades en el pasado, entre ellas la viruela. Una vez más, será la ciencia rigurosa y transparente la que nos permitirá comenzar a superar la epidemia que hoy nos afecta.

Bibliografía complementaria:

Sobre los cálculos de Bernoulli:

Daniel Bernoulli, pionero de los modelos matemáticos en medicina, por Pierre de la Harpe.

<https://images.math.cnrs.fr/Daniel-Bernoulli-pionero-de-los-modelos-matematicos-en-medicina.html?lang=es>

Sobre el caso Wakefield:

La supuesta asociación entre la vacuna triple vírica y el autismo y el rechazo a la vacunación, por Andreu Segura Benedicto.

Disponibile en <http://scielo.isciii.es/pdf/gsv/v26n4/especial1.pdf>