

LOS BERNOULLI

¿Naturaleza o Educación?

*Estos hombres desarrollaron ciertamente
una gran labor y alcanzaron admirablemente
la meta que se habían fijado.
Johannes Bernoulli*

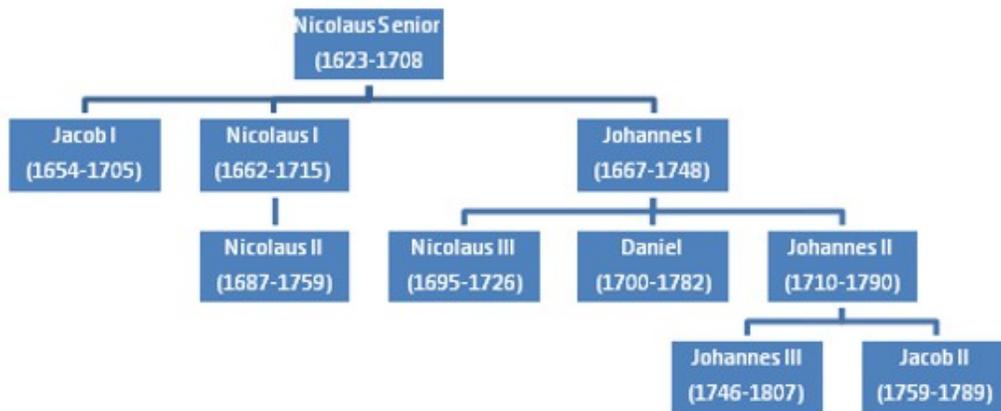
Desde que la gran depresión comenzó a derrumbar la civilización occidental, los eugenistas, los genetistas, los psicólogos, los políticos, y los dictadores, por muy diferentes razones, han prestado renovado interés en la controversia aun no resuelta, de la herencia frente al medio. En un extremo, el cien por cien de los proletarios mantiene que cualquiera puede ser genio si se le da la oportunidad, mientras el otro extremo, los *tories*, afirman que el genio es innato y que puede darse en los bajos fondos de Londres. Entre los dos extremos existen todos los matices de pensamiento. La opinión media mantiene que la naturaleza, y no la educación, es el factor dominante para que surja el genio, pero sin una asistencia deliberada o accidental el genio perece. La historia de la Matemática ofrece abundante material para un estudio de este interesante problema. Sin tomar partido, hacerlo así actualmente sería prematuro, podemos decir que la prueba proporcionada por la vida de los matemáticos parece estar en favor de la opinión mencionada.

Probablemente el caso más notable es el de la familia Bernoulli, que en tres generaciones produjo ocho matemáticos, varios de ellos sobresalientes, que a su vez dieron lugar a numerosos descendientes, de los cuales la mitad eran hombres de talento superior al tipo medio, y casi todos ellos, hasta el presente, han sido individuos superiores. No menos de 120 miembros entre los descendientes de los matemáticos Bernoulli han sido seguidos genealógicamente, y de esta considerable descendencia la mayoría alcanzó posición distinguida, algunas veces eminente, en las leyes, profesorado, ciencia, literatura, administración y artes. Ninguno fracasó. El hecho más significativo observado en numerosos miembros matemáticos de esta

familia de la segunda y tercera generación es que no eligieron deliberadamente la Matemática como una profesión, sino que se vieron atraídos hacia ella a pesar de sí mismos, como un dipsómano vuelve al alcohol.

Como la familia Bernoulli desempeñó un papel esencial en el desarrollo del Cálculo y de sus aplicaciones en los siglos XVII y XVIII, merece algo más que una rápida mención, aunque este libro sea simplemente una breve exposición de la evolución de la Matemática moderna. Los Bernoulli y Euler fueron, en efecto, los matemáticos que perfeccionaron el Cálculo hasta el punto de que un hombre común puede utilizarlo para obtener resultados a que no podrían llegar los más famosos sabios griegos. Pero el volumen de la labor de la familia Bernoulli es demasiado grande para que pueda hacerse una descripción detallada, en una obra como esta, y por ello nos ocuparemos de estos matemáticos conjuntamente.

Familia Bernoulli



Los Bernoulli fueron una de las muchas familias protestantes que huyeron de Amberes en 1583 para escapar de la matanza de los católicos (como en las vísperas de San Bartolomé) en su prolongada persecución de los hugonotes. La familia buscó primeramente refugio en Francfort, y luego pasó a Suiza estableciéndose en Basilea. El fundador de la dinastía Bernoulli se casó con una mujer perteneciente a una de

las más antiguas familias de Basilea, y fue un gran comerciante. Nicolaus senior, que encabeza el árbol genealógico, fue también un gran comerciante, como lo habían sido su abuelo y su bisabuelo. Todos estos hombres se casaron con hijas de comerciantes, y salvo una excepción, el bisabuelo mencionado, acumularon grandes fortunas. La excepción muestra la primera desviación de la tradición familiar por el comercio, al seguir la profesión de medicina. El talento matemático estuvo probablemente latente durante generaciones en esta astuta familia de comerciantes y surgió de un modo explosivo.

Refiriéndonos ahora al árbol genealógico haremos un breve resumen de las principales actividades científicas de los ocho matemáticos descendientes de Nicolaus senior, antes de continuar con la herencia.

Jacob I estudió por sí mismo la forma del Cálculo ideada por Leibniz. Desde 1687 hasta su muerte fue profesor de Matemáticas en Basilea. Jacob I fue uno de los primeros en desarrollar el Cálculo más allá del estado en que lo dejaron Newton y Leibniz y en aplicarlo a nuevos problemas difíciles e importantes. Sus contribuciones a la Geometría analítica a la teoría de probabilidades y al cálculo de variaciones, fueron de extraordinaria importancia. Como hemos de mencionar repetidamente este último (en la obra de Euler, Lagrange, y Hamilton) será útil describir la naturaleza de algunos de los problemas abordados por Jacobo I en esta cuestión. Tenemos ya una muestra del tipo del problema tratado por el cálculo de variaciones en el teorema de Fermat sobre el tiempo mínimo.

El cálculo de variaciones es de origen muy antiguo. Según la leyenda¹, cuando Cartago fue fundada, la ciudad estaba asentada en un terreno tan pequeño que un hombre podía arar un surco que la rodeara en un solo día. ¿Qué forma debería tener este surco, o, en forma matemática, cuál es la forma que tiene el área máxima entre todas las figuras que poseen perímetros iguales? Este es un problema de *isoperímetros*, y su respuesta, en este caso, es un círculo. Parece natural que así sea, pero no es fácil de probar. (Las pruebas dadas algunas veces en las Geometrías elementales son falsas). La matemática del problema se reduce a hacer que una

¹ Realmente he combinado aquí dos leyendas. Se le dio a la reina Dido una piel de toro para que abarcara el área máxima. La reina la cortó en tiras y formó un semicírculo.

cierta integral tome un valor máximo sometido a una condición restrictiva. Jacob I resolvió este problema y lo generalizó².

El descubrimiento del que la braquistócrona es una cicloide ha sido ya mencionado en los capítulos precedentes. Este hecho de que la cicloide es la curva de más rápido descenso fue descubierto por los hermanos Jacob I y Johannes I, en 1697, y casi simultáneamente por varios autores. Pero la cicloide es también tautócrona. Esto le pareció a Johannes I algo maravilloso y admirable: "Con justicia podemos admirar a Huygens, por haber descubierto que una partícula pesada, describe una cicloide siempre en el mismo tiempo, cualquiera que sea el punto de partida. Pero quedaréis petrificados de asombro cuando diga que exactamente esta misma cicloide, la tautócrona de Huygens, es la braquistócrona que estamos buscando" (Bliss, loc. cit., p. 54). Jacob también quedó entusiasmado. Estos son ejemplos del tipo de problema abordado por el cálculo de variaciones. Aunque parezca trivial, repetiremos una vez más que toda una parte de la física matemática es frecuentemente tratada con un simple *principio de variación*, igual que ocurre con el teorema de Fermat sobre el tiempo mínimo en óptica, o con el de Hamilton en dinámica.

Después de la muerte de Jacob fue publicado, en 1713, su gran tratado sobre la teoría de probabilidades, el *Ars Conjectandi*. Esta obra tiene muchos datos que son aún de máxima utilidad en la teoría de probabilidades y en sus aplicaciones para los seguros y las estadísticas, y para el estudio matemático de la herencia.

Otra investigación de Jacob muestra hasta qué punto desarrolló el Cálculo diferencial e integral. Continuando la obra de Leibniz, Jacob hizo un estudio muy completo de la catenaria, la curva que forma una cadena uniforme suspendida por dos puntos. Esto no es una simple curiosidad. Actualmente, la Matemática desarrollada por Jacob I a este respecto, encuentra su uso en las aplicaciones a los puentes colgantes y a las líneas de transmisión de alto voltaje. Cuando Jacob realizó estos estudios todo era nuevo y difícil; en la actualidad, es un ejercicio del primer curso de Cálculo infinitesimal o de mecánica tradicional.

Jacob I y su hermano Johannes I no siempre se llevaron bien.

² Notas históricas respecto a éste y a otros problemas del cálculo de variaciones, se encontrarán en el libro de G. A. Bliss, *Calculus of Variations*, Chicago. 1925.

Johannes parece haber sido el más pendenciero de los dos, y seguramente no trató a su hermano con excesiva probidad en el problema de los isoperímetros. Los Bernoulli tomaban en una forma muy seria sus matemáticas. Algunas de sus cartas acerca de los problemas matemáticos utilizan un lenguaje tan fuerte que parece más propio de los cuatreros. En efecto, Johannes I, no sólo intentó robar las ideas de su hermano, sino que también lanzó a su propio hijo de la casa por haber obtenido un premio en la Academia francesa de Ciencias, para el cual Johannes mismo se había presentado. Al fin y al cabo, si los seres humanos racionales se excitan en un juego de naipes, ¿por qué no ha de ocurrir lo mismo con la Matemática que es infinitamente más interesante?

Jacob I tenía una predisposición mística, cosa que posee cierta significación para el estudio de la herencia de los Bernoulli, y que afloró en una forma interesante hacia el fin de su vida. Existe, cierta espiral (la logarítmica o equiángula) que se reproduce en una espiral análoga después de cada una de sus muchas transformaciones geométricas. Jacob estaba fascinado por esta repetición de la espiral, varias de cuyas propiedades descubrió, y dispuso que una espiral fuera grabada sobre su lápida con la inscripción *Eadem mutata resurjo* (Aunque cambiada, surjo la misma).

El lema de Jacob fue *Invito patre sidera verso* (contra la voluntad de mi padre estudio las estrellas), un recuerdo irónico a la vana oposición de su padre a que Jacob dedicara sus talentos a la Matemática y a la Astronomía. Estas particularidades están en favor del concepto de la herencia del genio, y no de la educación. Si su padre hubiera vencido, Jacob hubiese sido un teólogo.

Johannes I, hermano de Jacob I, no se inició como matemático, sino como doctor en medicina. Su disputa con el hermano, que generosamente le enseñó Matemática, ha sido ya mencionada. Johannes era un hombre de violentas simpatías y antipatías. Leibniz y Euler eran sus dioses; Newton era odiado y estimado en menos. El obstinado padre intentó llevar a su hijo menor hacia los negocios familiares, pero Johannes I, siguiendo las lecciones de su hermano Jacob I, se reveló, dedicándose a la medicina y a los estudios humanistas, sin darse cuenta de que estaba luchando contra su herencia. Teniendo 18 años recibió el grado de *Magister artium*. Mucho antes se dio cuenta de su error al haber elegido la

medicina, y se dedicó a la Matemática. Su primer cargo académico lo obtuvo en Groninga, en 1695, como profesor de Matemática, y a la muerte de Jacob I, en 1705, Johannes le sucedió en la cátedra de Basilea.

Johannes I fue todavía más prolífico que su hermano en el campo de la Matemática, y difundió el Cálculo en Europa. Sus estudios abarcan la Física, la Química, y la Astronomía, aparte de la Matemática. En las ciencias aplicadas Johannes I contribuyó notablemente a los estudios de la óptica, escribió sobre la teoría de las mareas, y sobre la teoría matemática de las velas de los barcos, y enunció el principio de los desplazamientos virtuales en la mecánica. Johannes I fue un hombre de extraordinario vigor físico e intelectual, permaneciendo activo hasta pocos días antes de su muerte a la edad de 80 años.

Nicolaus I, el hermano de Jacob I y Johannes I, también tenía talento matemático. Igual que sus hermanos, se inició falsamente. Teniendo 16 años recibió su título de doctor en filosofía en la Universidad de Basilea, y a los 20 años obtuvo el grado superior en Leyes. Fue primero, profesor de Leyes en Berna antes de ser miembro de la Facultad de Matemática en la Academia de San Petersburgo. Al morir, su fama era tanta que la Emperatriz Catalina hizo celebrar un funeral a expensas del Estado. La herencia aparece curiosamente en la segunda generación. Johannes I intentó dedicar a los negocios a su hijo segundo, Daniel, pero Daniel pensó que prefería la medicina y fue médico antes dedicarse, a pesar suyo, a la Matemática. Teniendo 11 años Daniel comenzó a recibir lecciones de Matemática de su hermano Nicolaus III, que tenía cinco años más que él. Daniel y el gran Euler fueron íntimos amigos y a veces rivales cordiales. Igual que Euler, Daniel Bernoulli obtuvo el premio de la Academia Francesa 10 veces (en pocas ocasiones este premio ha sido compartido con otros aspirantes). Algunos de los trabajos mejores de Daniel se refieren a la hidrodinámica, que desarrolló partiendo del principio único que más tarde vino a ser llamada la conservación de la energía. Todos los que hoy se dedican al movimiento de los fluidos, en su estudio puro o aplicado, conocen el nombre de Daniel Bernoulli. En 1725 (teniendo 25 años) Daniel fue nombrado profesor de Matemática en San Petersburgo, donde la relativa dureza de la vida le cansó tanto que volvió a la primera oportunidad, ocho años más tarde, a Basilea, donde fue profesor de anatomía y botánica, y finalmente de física. Sus trabajos matemáticos abarcan el

Cálculo, las ecuaciones diferenciales, las probabilidades, la teoría de las cuerdas vibrantes, un ensayo de una teoría cinética de los gases y muchos otros problemas de Matemática aplicada. Daniel Bernoulli ha sido llamado el fundador de la Física matemática.

Desde el punto de vista de la herencia es interesante observar que Daniel tenía, en su naturaleza, una marcada vena de filosofía especulativa, posiblemente una sublimación refinada de la religión hugonote de sus antepasados. Esa naturaleza aflora en numerosos descendientes posteriores de los ilustres refugiados víctimas de la intolerancia religiosa.

El tercer matemático de la segunda generación, Johannes II, hermano de Nicolaus III y de Daniel, también tuvo una iniciación equivocada, siendo conducido hacia su verdadera vocación por su herencia, o posiblemente por sus hermanos. Comenzó estudiando leyes, y llegó a ser profesor de elocuencia en Basilea antes de ser el continuador de su padre en la cátedra de Matemática. Sus trabajos se refieren principalmente a la física, y se distinguió hasta el punto de obtener el premio París en tres ocasiones (una vez basta para satisfacer a cualquier buen matemático).

Johannes, III, un hijo de Johannes II, repitió la tradición de la familia, al errar en su iniciación, y al igual que su padre comenzó estudiando leyes. A la edad de 13 años se doctoró en filosofía. Teniendo 19 años, Johannes III encontró su verdadera vocación, y fue nombrado astrónomo real en Berlín. Sus estudios abarcan la astronomía, la geografía y la Matemática.

Jacob II, otro hijo de Johannes II, cometió el mismo error familiar al estudiar leyes, que subsanó cuando tenía 21 años al dedicarse a la física experimental. Se dedicó también a la Matemática, siendo miembro de la Sección de Matemática y Física en la Academia de San Petersburgo. Su muerte prematura (a la edad de 30 años) puso fin a su promisoriosa carrera, y en realidad no se sabe lo que Jacob II hubiera producido. Se casó con una nieta de Euler.

La lista de los Bernoulli dotados de talento matemático no queda agotada con esto, pero los otros miembros se distinguieron menos. Se suele afirmar que las cepas se agotan, pero en este caso parece lo contrario. Cuando la Matemática era el campo que más prometía a los talentos superiores, como ocurrió inmediatamente después de la invención del Cálculo, los Bernoulli de talento cultivaron la Matemática. Pero la

Matemática y la ciencia son tan sólo dos de los innumerables campos de la actividad humana, y para un hombre de talento constituiría una falta de sentido práctico querer cultivar campos superhabitados. El talento de los Bernoulli no se gastó; simplemente se empleó en cosas de igual o hasta de más importancia social que la Matemática cuando el campo matemático era comparable al hipódromo de Epsom el día del Derby.

Quienes se interesen en los problemas de la herencia encontrarán abundante material en la historia de las familias Darwin y Dalton. El caso de Francis Dalton (un primo de Charles Darwin) es particularmente interesante, ya que el estudio matemático de la herencia fue fundado por él. Sería totalmente necio no valorar a los descendientes de Charles Dalton por el hecho de que hayan llegado a ocupar puestos eminentes en la Matemática o en la física-matemática y no en la biología. El genio palpitaba en ellos, y una expresión no es necesariamente mejor" o "superior" a las otras, a no ser que seamos unos fanáticos, y afirmemos que la única ocupación digna es la Matemática, la biología, la sociología, el bridge o el golf. Puede ser que el abandono de la Matemática por la familia Bernoulli sea justamente un ejemplo más de su genio.

Muchas leyendas y anécdotas se cuentan respecto a los famosos Bernoulli, cosa natural tratándose de una familia de miembros tan inteligentes y tan violentos en su lenguaje como ellos eran algunas veces. Una de las frases más conocidas, cuyos auténticos ejemplos deben ser tan antiguos, al menos, como el antiguo Egipto, y que con variantes se ha puesto en boca de toda clase de individuos eminentes, se ha atribuido también a uno de los Bernoulli. En cierta ocasión, viajando Daniel en compañía de un muchacho joven, se presentó él mismo a su simpático compañero de viaje. "Soy Daniel Bernoulli", a lo que el joven contestó sarcásticamente "Y yo soy Isaac Newton". Daniel, hacia el fin de sus días, encontró en estas palabras el más sincero tributo que hasta entonces había recibido.