



Jacob es el primero de [los Bernoulli](#) en estudiar en una universidad, el primero en investigar en las ciencias matemáticas, el primero en recibir un título de doctor y el primero de la familia en ser aceptado como catedrático de matemáticas en la Universidad de Basilea. Jacob pronto se convirtió en guía espiritual y en ejemplo de todos los demás magníficos geómetras Bernoulli que le sucedieron. Era de un humor colérico, muy susceptible. Gustaba de desafiar intelectualmente a los demás, de consagrarse a la resolución de problemas y de polemizar sobre las soluciones. Nunca pudo aceptar que [Johann](#), su hermano menor y más brillante, lo pudiera aventajar como geómetra. Su vida científica giró alrededor del núcleo fuerte del estudio de las curvas con el uso del nuevo cálculo.

El deseo de su padre lo llevó a realizar estudios filosóficos, teológicos y de idiomas en la Universidad de Basilea. Se graduó con el grado de magíster en filosofía a los 17 años, y 5 años más tarde era doctor en teología. Dominaba los idiomas alemán, francés, inglés, latín y griego. Pero Jacob sentía una gran inclinación hacia las matemáticas y, a escondidas, estudiaba diferentes aspectos de ellas, sin maestro alguno y casi sin libros adecuados. No obstante, a los 18 años, ya resolvía correctamente algunos problemas matemáticos difíciles, en especial los relacionados con la astronomía.

Como era costumbre en la época, al término de sus estudios comenzó un largo periplo de cuatro años por Suiza, Francia e Italia. De regreso en Basilea, inspirado por la aparición de un gran cometa en 1680, Jacob publica su primer trabajo científico, lo dedicó a la teoría de los cometas. Aquí propone las leyes que gobiernan el comportamiento de estos cuerpos celestes y en particular afirmó que sus trayectorias, podían ser predichas con suficiente antelación. La teoría elaborada por Jacob no era totalmente correcta, pero constituyó un pronunciamiento contra la creencia de la época según la cual los cometas estaban regidos por la voluntad divina. Este trabajo atrajo fuertes críticas de los teólogos.

En el período de su viaje por Francia e Italia, Jacob comenzó a llevar una libreta de notas donde incluía diferentes comentarios de carácter científico. Un lugar fundamental en estas notas lo ocupa la resolución de problemas matemáticos. Por estos puede juzgarse el interés de Jacob por las aplicaciones. Realizó importantes trabajos en física, tales como la determinación del centro de oscilación de cuerpos sólidos y el cálculo de la resistencia de los cuerpos que se mueven en un líquido. Estas notas revelan cómo, de forma paulatina, Jacob se comenzó a interesar primero por los métodos matemáticos conocidos en su época y más tarde por los

métodos infinitesimales, a cuyo desarrollo y perfeccionamiento contribuyó significativamente.

---

Como era costumbre en la época, al término de sus estudios comenzó un largo periplo de cuatro años por Suiza, Francia e Italia. De regreso en Basilea, inspirado por la aparición de un gran cometa en 1680, Jacob publica su primer trabajo científico, lo dedicó a la teoría de los cometas. Aquí propone las leyes que gobiernan el comportamiento de estos cuerpos celestes y en particular afirmó que sus trayectorias, podían ser predichas con suficiente antelación. La teoría elaborada por Jacob no era totalmente correcta, pero constituyó un pronunciamiento contra la creencia de la época según la cual los cometas estaban regidos por la voluntad divina. Este trabajo atrajo fuertes críticas de los teólogos.

En el período de su viaje por Francia e Italia, Jacob comenzó a llevar una libreta de notas donde incluía diferentes comentarios de carácter científico. Un lugar fundamental en estas notas lo ocupa la resolución de problemas matemáticos. Por estos puede juzgarse el interés de Jacob por las aplicaciones. Realizó importantes trabajos en física, tales como la determinación del centro de oscilación de cuerpos sólidos y el cálculo de la resistencia de los cuerpos que se mueven en un líquido. Estas notas revelan cómo, de forma paulatina, Jacob se comenzó a interesar primero por los métodos matemáticos conocidos en su época y más tarde por los métodos infinitesimales, a cuyo desarrollo y perfeccionamiento contribuyó significativamente.

Cuando Jacob comenzó a interesarse en problemas matemáticos, los trabajos de Newton y Leibniz eran todavía desconocidos. Realizó sus estudios con algunas de las obras matemáticas más significativas de la época: la Geometría de Descartes, la Arithmetica infinitorum de Wallis y las Lecciones de geometría de Barrow.

Dos años después de su regreso a Basilea, Jacob viajará de nuevo, pero esta vez lo hará a Holanda e Inglaterra. En Amsterdam conoce a Huygens, que, en particular, ejercerá una influencia enorme en su trabajo sobre teoría de probabilidades. En Inglaterra visitará el Observatorio Real de Greenwich, donde será recibido por su fundador y primer director, John Flamsteed, cuyas observaciones lunares suministraron los datos que Newton, utilizaría para verificar su teoría de la gravitación.

Este será el último viaje de estudio y placer que realizará Jacob, pues después de su regreso no salió más de Basilea, excepto para acudir a los sanatorios, cuando enfermó gravemente. Como resultado de sus viajes, estableció relaciones con varios geómetras europeos de primera línea, con los cuales mantuvo una amplia correspondencia durante toda su vida.

Después de rechazar un puesto en los asuntos eclesiásticos, ya que había decidido consagrar su vida a las matemáticas, inició su labor docente profesional en 1683 cuando comenzó a enseñar física experimental en la Universidad de Basilea. Al cumplir 30 años, Jacob Bernoulli se casó y tuvo un hijo, al que llamaron Nicolaus y una hija. Este Nicolaus no se dedicó a las matemáticas y prefirió desarrollar la veta artística de la pintura, muy presente también en la familia Bernoulli.

En octubre de 1686 el senado universitario lo eligió, de forma unánime, para el puesto de profesor de matemáticas en la Universidad de Basilea. Con este acto modesto comenzó un

hecho sin parangón en la historia de esta ciencia: la cátedra de matemáticas de la Universidad de Basilea sería ocupada ininterrumpidamente por algún miembro de la familia Bernoulli durante más de cien años. Aún más, los miembros de esta familia serían profesores de su universidad natal ininterrumpidamente durante un cuarto de milenio, hasta el comienzo de la segunda mitad del siglo XX.

En ese mismo año, Jacob leyó el trabajo pionero de Leibniz sobre el Nuevo Método, donde se publicaban escuetamente las primeras ideas del ahora denominado cálculo diferencial e integral. Jacob le escribió a Leibniz pidiéndole aclaraciones, pero Leibniz se encontraba de viaje y recibiría la carta tres años después de ser escrita, cuando ya para Jacob la consulta no era en absoluto necesaria, pues no sólo lo había comprendido perfectamente, sino que ya había realizado sus primeras aportaciones al desarrollo de esta nueva rama de las matemáticas.

Uno de los episodios más significativos en la vida de Jacob Bernoulli ocurrió cuando su hermano menor Johann comenzó a estudiar matemática bajo su tutoría. Johann, 13 años más joven que Jacob, al tiempo que estudiaba la carrera de medicina, quiso que su hermano le enseñara los misterios de las matemáticas. Y así ambos hermanos comenzaron a estudiar el cálculo de Leibniz. Los hermanos no solo llegaron a dominar el cálculo diferencial e integral, sino que, ellos mismos contribuyeron significativamente a su desarrollo.

---

El primer trabajo relacionado con el análisis de los infinitesimales publicado por Jacob fue en 1690 en el *Acta Eruditorum*. En él resolvió un problema que había sido propuesto por Leibniz tres años antes y que Jacob Bernoulli redujo a la resolución de una ecuación diferencial. Este trabajo es particularmente importante para la historia del cálculo, ya que la denominación integral aparece por vez primera con su significado actual de proceso inverso al de la diferenciación.

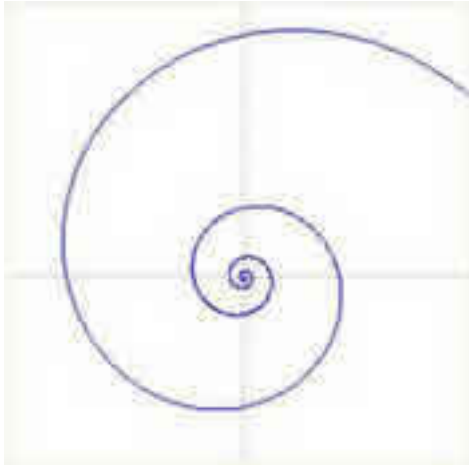
Al final de este trabajo Jacob propuso como un reto el conocido como problema de la catenaria:

*Encontrar la forma que toma una cuerda (o cadena), perfectamente flexible y homogénea, por la acción sólo de su peso, si sus extremos son fijos.*

Este era un viejo problema que los geómetras más eminentes de épocas anteriores no habían sido capaces de resolver satisfactoriamente. La forma que toma la cuerda tiene un gran parecido con una parábola y precisamente ésta fue la primera conjetura formulada por varios matemáticos, Galileo entre ellos. Con solo 17 años Huygens había demostrado que la curva no era una parábola, aunque no pudo precisar cuál era la curva buscada.

Después de lanzado el reto por Jacob, el problema fue resuelto geoméricamente por Huygens y, mediante el uso de los medios del cálculo infinitesimal, por Johann Bernoulli y Leibniz. Y todos obtuvieron constructivamente la misma curva a la que Huygens denominó catenaria, del vocablo latino catena que significa cadena. Actualmente esta curva se describe a través de la función exponencial, mediante la función conocida como coseno hiperbólico:  $\cosh(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$ , pero en la época que nos ocupa la función exponencial aún no se había introducido.

Uno de los tipos de curvas que más agradaban a Jacob eran las espirales. La primera espiral conocida en la historia de la matemática es la de Arquímedes. Primeramente Jacob introdujo e investigó la llamada espiral parabólica ( $(p - a)^2 = 2ap\theta$ ,  $a$ ,  $p$  constantes). Para ello, Jacob presenta, aunque en forma embrionaria, una idea de lo que hoy conocemos como coordenadas polares. El problema de hallar la longitud de un arco de esta espiral condujo a Jacob a considerar la primera *integral elíptica* en la historia de la matemática, teoría esta que ha sido el motor impulsor de innumerables investigaciones posteriores que llegan hasta nuestros días.



Pero la espiral que recabó la mayor atención de Jacob fue la que actualmente se conoce como *espiral logarítmica*

. Esta curva apareció por primera vez en el siglo XVI, relacionada fundamentalmente con los problemas de la navegación interoceánica.

Jacob analizó una serie de curvas relacionadas con la espiral logarítmica (evoluta, involuta, cáustica...) y el resultado era frecuentemente otra espiral logarítmica. Esta propiedad extraordinaria de reproducirse bajo diversas transformaciones fue lo que motivó que Jacob denominara a esta espiral *spira mirabilis* (espiral milagrosa) y que ordenase que fuera colocada en la lápida de su tumba junto a la inscripción latina *Eadem mutata resurgo*, lo que puede traducirse como:

*n siendo modificada, resurjo*

*Aú*

. Sin embargo, por ironías del destino, la espiral que aparece grabada en su tumba es la de Arquímedes y no la logarítmica, como él había dispuesto.

## Bernoulli, Jacob (1654-1705)

Escrito por Carlos Sánchez y Concepción Valdés (Universidad de la Habana)

---

