

# Newton vs Leibniz

Alejandro García, Lucía Rotger

## 1 Introducción

Siglo XVII, en Europa ha finalizado la época medieval. El final de esta época marca el inicio del pensamiento moderno: la separación entre ciencia y filosofía, una cierta separación entre ciencia y religión. Esto da lugar a un período de confrontaciones entre autores racionalistas, que querían dar un enfoque metafísico a la nueva ciencia que florecía, y los autores empiristas, que concentraban sus esfuerzos en la experimentación.

Entre estas confrontaciones nos encontramos la que mantuvieron Newton y Leibniz, el primero un físico con mentalidad empirista, y el segundo un filósofo matemático más racionalista. Se trata de un conflicto sobre la autoría de los inicios del cálculo diferencial debido a los resultados similares a los que llegaron coetáneamente, pero del cual sólo conocemos los hechos y no sus fundamentos.

En este trabajo explicaremos los fundamentos a partir de los hechos: cual fue el desencadenante del conflicto, si hubo motivaciones personales o de terceras personas, entre otros. Todo esto para concluir que el conflicto entre Newton y Leibniz pudo ser evitable.

## 2 El conflicto

Dos importantes pensadores de finales del siglo XVII y principios del XVIII fueron Newton y Leibniz. Cada uno trabajó en otros campos diferentes a las matemáticas. Newton es un conocido científico que hizo grandes descubrimientos en los campos de física y matemáticas. Por otra parte Leibniz destacó en las matemáticas y la filosofía. Los dos son personajes destacados en la historia de las matemáticas, ahora nos centraremos en explicar los antecedentes que condujeron al conflicto que mantuvieron por defender la autoría de la invención y desarrollo del cálculo.

Newton empezó a desarrollar su cálculo diferencial hacia el 1665, dio un enfoque geométrico y analítico a las derivadas. Su principal aplicación era para calcular tangentes, curvaturas y áreas. Para Newton un *fluente*  $x$  era la cantidad de movimiento continuo de un punto que traza una curva y una *fluxión*  $\dot{x}$  su velocidad. El problema se basa en hallar la relación entre las fluxiones (valores) dadas una relación de fluentes. Se trataba de un conjunto de reglas para poder calcular máximos, mínimos y tangentes. El mismo Newton reconoció que su interpretación era algo dificultosa y la perfeccionó en trabajos posteriores.

Newton no solía publicar sus trabajos inmediatamente. De hecho su investigación sobre las derivadas las escribió en un tratado informal, *De Analysi* en 1669, que compartió con sus compañeros del *Trinity College*. Este manuscrito contenía una introducción al cálculo diferencial e integral que desarrolló más tarde. No se llegó a publicar, en una obra propia de Newton, hasta después de su muerte en *De Methodis Serierum et Fluxionum* escrito en 1671 y publicado en 1673.

El propio Newton escribió dos cartas enunciando sus descubrimientos para que fueran remitidas a Leibniz. Newton desarrolló y perfeccionó la serie del binomio hacia el año 1664. En particular se podía usar para exponentes que sean fracciones o números negativos, por lo que una aplicación práctica era el cálculo de raíces cuadradas. Las cartas, que detallaban este método y citaban algunos ejemplos, las mandó a la *Royal Society of London* para que se encargaran de hacerlas llegar a Leibniz.

Mientras tanto Leibniz también había estado trabajando en esta materia pero de forma independiente a Newton. Leibniz trabajaba con sumas de sucesiones para aproximar la cuadratura de una curva, de forma que cuanto más pequeña fuera la distancia entre dos números de la sucesión mejor aproximación sería a la curva. De esta manera también se aproxima la tangente como la diferencia entre dos puntos. Por tanto Leibniz observa que la integración y la derivación son operaciones inversas.

Leibniz fue desarrollando su notación hasta encontrar una que le permitiera trabajar más intuitivamente. Leibniz consideraba una curva como infinitas porciones de recta donde  $dx$  es la diferencia infinitesimal de dos puntos consecutivos del eje de abscisas. Por tanto  $\int y dx$  es la suma de rectángulos infinitesimales  $ydx$ , el símbolo  $\int$  es la alargación de una  $S$  que significa suma. Esta notación es la que aun usamos en la actualidad.

En 1684 Leibniz publica en la revista *Acta Eruditorum* su trabajo sobre el cálculo diferencial sin hacer ninguna referencia a Newton, aun-

que estaba al tanto de sus descubrimientos. Este hecho se puede considerar como el principio del famoso conflicto que mantuvieron Newton y Leibniz. Leibniz no consideró necesario hacer ninguna referencia a los trabajos de Newton ya que él mismo había obtenido sus resultados de forma independiente, aunque nunca se llegará a saber si el hecho de conocerlos fue determinante para que Leibniz llegara a sus conclusiones y a sus propios resultados. A partir de la publicación, muchos matemáticos ingleses le acusaron de plagio, ya que sabían del trabajo de Newton, y lo único que admitían era el cambio de notación, como el propio Newton remarcó en su *Principia* en 1687.

Este primer roce entre ambos se agraba cuando un matemático suizo, en 1699, se sitúa a favor de Newton, considerándolo como el descubridor del cálculo infinitesimal, lo cual provoca la respuesta de Leibniz. A raíz de la controversia en cuanto a la prioridad del descubrimiento, la *Royal Society* abre una investigación en 1711 para aclarar los hechos. Finalmente, en 1713, dieron la razón a Newton, añadiendo que Leibniz no había definido su cálculo hasta 1677 después de haber recibido las cartas de Newton y leer sus manuscritos. Sin embargo el veredicto no parecía objetivo, ya que en aquella época, Newton presidía la *Royal Society*.

Poco después por Europa circuló un manifiesto anónimo en contra de Newton que resultó haber escrito Leibniz. En tal folleto llamado *Charta Volans*, Leibniz fijaba su posición, a la que respondió la *Royal Society* mediante Keill, un discípulo de Newton. Ante tal contestación, Leibniz decidió contestar diciendo que no podía responderle a un idiota. Sin embargo, cuando Newton le escribió directamente, Leibniz le contestó describiéndole detalladamente su descubrimiento del cálculo diferencial.

Por tanto los matemáticos de la época se dividieron en dos grupos. Los que defendían a Newton, que eran mayoritariamente los matemáticos ingleses, y los que apoyaban a Leibniz. Estos dos grupos siguieron enfrentados incluso después de la muerte de ambos, primero Leibniz en 1716, y luego Newton en 1727. Johann Bernoulli se situó en el bando de Leibniz, y tras la muerte de Leibniz, tuvo que enfrentarse solo a todas las acusaciones inglesas, los cuales rápidamente se retiraron ante las duras ofensas de Bernoulli.

¿Este intercambio de acusaciones estaba inducido por motivos personales de los dos implicados, Newton y Leibniz, o había motivos personales de terceras personas, que movían los hilos detrás para que existiera el conflicto? Se puede pensar que en verdad los precursores del conflicto eran Newton y Leibniz, los dos implicados. Ambos podían querer el reconocimiento de la comunidad matemática como el padre

del Cálculo, es decir, tener motivos puramente "académicos", y para ello necesitaban apoyos, personalidades que respaldasen su posición, de forma que el conflicto fue adquiriendo mayor trascendencia, implicándose la Royal Society.

Otra hipótesis, que aunque suene más novelesca no debemos descartar, es la posibilidad de que en verdad fuese una lucha provocada por terceras personas, del entorno de ambos, que querían aprovecharse de la situación. Vemos como tiene un papel importante la Royal Society en el desarrollo de los acontecimientos. A través de ella se acusa a Leibniz de plagio y es ella la que abre una investigación para aclarar los hechos. Por otra parte está el entorno de Leibniz, con el incondicional apoyo de Johann Bernoulli, contestaba a las provocaciones de la Royal Society con duras ofensas.

Entonces se podía pensar que en verdad lo que había era una lucha entre la escuela británica y la escuela germánica. En esa época las matemáticas británicas disfrutaban de un momento dulce, estaban en su punto de mayor esplendor, mientras que las germánicas todavía estaban por florecer. A partir de esta dispuesta, las matemáticas británicas entraron en declive, mientras que las germánicas se convirtieron en la referencia de la época.

Como se puede ver, no es tan simple como decir que hubo un conflicto de intereses, sino que pudo incluso darse un conjunto de intereses personales en todo un entorno de matemáticos ingleses y germánicos junto a los personales de Newton y Leibniz. También se comenta que en verdad Newton y Leibniz no querían avivar las llamas del conflicto y se mantenían en un segundo plano, aunque en el fondo serían ambos quienes alimentaban la tensión.

Aunque después de la muerte de ambos bajase de intensidad, la discusión seguía en el aire. Después de Newton, las matemáticas británicas entraron en declive, mientras que las matemáticas "alemanas" prosperaron, hasta tal punto que en 1813, jóvenes matemáticos ingleses fundan la *Analytical Society* y adoptan la notación leibniziana en sustitución de la newtoniana, notación que ya Newton en su día reconocía como claramente superior, ya que Leibniz, como filósofo, tenía una mente más simbólica acostumbrada al empleo de signos y abstracciones, mientras que Newton era más empírico.

## 2.1 Comparación

Newton consideraba las variables en función del tiempo, en cambio Leibniz tenía un enfoque diferente. Él pensaba que las variables toma-

ban secuencias de valores infinitamente cercanos, de aquí las notaciones  $dx$  y  $dy$  (donde  $x$ ,  $y$  son variables) que representan las diferencias entre valores consecutivos de las secuencias. También dedujo que el cociente  $\frac{dx}{dy}$  da la tangente.

Sobre la integración, para Newton se basaba en encontrar la relación entre lo que denomina fluxiones, es decir, las derivadas. De esta forma implica que la integración es la operación inversa a la derivación. Leibniz usa la integral como una suma de infinitesimales, en cambio Newton usaba velocidades finitas. Aunque ninguno de los usaba las funciones tal como se usan actualmente, más bien pensaban en términos de gráficas.

### 3 Conclusión

A pesar de que el conflicto tenía como finalidad dar la autoría de la invención del Cálculo a uno de los dos, y el reconocimiento que eso conllevaba, la verdad es que ambos acabaron mal parados. Ambos habían cometido errores: Newton, al no publicar formalmente sus descubrimientos, y Leibniz, al no mencionar que había tenido contacto con el trabajo de Newton y no compartir la autoría del descubrimiento.

¿Este conflicto se pudo haber evitado? Según algunas hipótesis, la guerra anglo-alemana que hubo nunca debería haber comenzado, y mucho debería haberse desarrollado como se desarrolló. Aunque ambos pusieron las bases del Cálculo de manera independiente, ni mucho menos fueron los primeros en dar las nociones iniciales de esta rama matemática. El precursor de estas ideas fue Pierre de Fermat.

Leibniz reconocía en una carta a Wallis, un matemático inglés, que le debía mucho a Fermat; y Newton escribió que desarrolló su cálculo diferencial en base al método de trazar tangentes de Fermat, que trataba exactamente los máximos y mínimos de curvas polinómicas.

Actualmente, toda la comunidad científica reconoce a ambos como los descubridores del cálculo, y se sigue utilizando la notación de ambos, con diferencias entre matemáticas y física. En física, se utiliza la notación de Newton para la diferenciación, la cual consiste en un punto sobre el nombre de la función, y que Newton denominó fluxión. Es muy utilizada para la derivada respecto del tiempo.

En la notación de Leibniz se representa la operación de diferenciar mediante el operador  $d/dx$ . Esta notación permite recordar intuitivamente varios conceptos del cálculo como la regla de la cadena, o el de separación de variables en la resolución de ecuaciones diferenciales.

La notación de Leibniz resulta muy útil cuando se trabaja con derivadas parciales de funciones multivariadas y sus operadores derivados, ya que indica que variable de la función es independiente en cada momento.