suma+ 83
Artículos
Noviembre 2016
pp. 9-16

Tomàs Cerdà: introductor de la teoría de fluxiones[1]

Joaquim Berenguer Clarià

Cerdà (1715-1791) fue un jesuita catalán dedicado a la enseñanza de las matemáticas en Barcelona y en Madrid a mediados del siglo xviii, que publicó diversos textos matemáticos y tenía preparados otros muchos para una futura publicación. Uno de estos manuscritos es un tratado sobre cálculo diferencial, el *Tratado de Fluxiones,* que es una adaptación de otro libro, *The Doctrine and Application of Fluxions* (1750) de un matemático inglés, Thomas Simpson (1710-1761). Cerdà dio una determinada orientación al texto de Simpson, pensando fundamentalmente en sus discípulos.

Palabras clave: Tomàs Cerdà, Fluxiones, Cálculo diferencial, Siglo XVIII, España.

Tomàs Cerdà: Introducing the Theory of Fluxions

Cerdà (1715-1791) was a Catalan Jesuit devoted to the teaching of mathematics in Barcelona and Madrid, in the mid-eighteenth century, and who published several mathematicals texts and prepared many others for future publication. One of these manuscripts is a treatise on Differential Calculus, the *Tratado de Fluxiones,* which is an adaptation of another book, *The Doctrine and Application of Fluxions* (1750) by an English mathematician, Thomas Simpson (1710-1761). Cerdà managed Simpson's text into a new shape, basically by thinking of his pupils.

Keywords: Tomàs Cerdà, Fluxions, Differential Calculus, Eighteenth Century, Spain.

Cerdà, enseñante y matemático en Barcelona y Madrid, aparece como actor decisivo en el proceso de transmisión del conocimiento científico durante el siglo xviii, particularmente del cálculo diferencial, en el cual el papel de los docentes resulta determinante. Nuestro primer objetivo, en este artículo, es explicar de qué trata el *Tratado de Fluxiones* de Cerdà, para quién lo escribe y cómo el público al cual va dirigido condiciona el contenido de este. En segundo lugar, un análisis sucinto del contenido matemático del texto de Cerdà permitirá entrever cuáles son las principales aportaciones de este matemático en la introducción del nuevo cálculo en la España del siglo xviii.

La enseñanza de las *nuevas ciencias* en la España de Tomàs Cerdà

Cerdà nació en Tarragona en 1715. Entró en la Compañía de Jesús y en sus primeros años de vida profesional dio clases de teología y filosofía. En 1750 fue enviado a la Universidad de Cervera como profesor de Filosofía hasta 1753, mostrando una particular inclinación hacia las matemáticas y la física experimental durante su estancia en dicha universidad.

Artículo recibido en *Suma* en junio de 2016 y aceptado en julio de 2016

A principios de 1754 la Compañía de Jesús decidió enviar a Cerdà a Marsella, para *ponerse al día* en relación a las nuevas corrientes científicas europeas. Cerdà permaneció alrededor de tres años en el observatorio astronómico de la Marina en Marsella, cuyo director era Esprit Pézenas (1692-1776)[2].

Probablemente durante el tiempo que Cerdà permaneció en Marsella tuvo acceso a diferentes textos matemáticos que en aquel momento circulaban por Europa y, de la mano de Pézenas, entró de lleno en contacto con el cálculo diferencial.

Inmediatamente después de Marsella, Cerdà se incorporó como profesor del Colegio de los jesuitas de Cordelles de Barcelona para ocupar la cátedra pública de matemáticas creada en octubre de 1757 y pensada específicamente para él. Desde este momento y a lo largo de más de un siglo[3], más allá de la misma existencia del colegio jesuita de Cordelles, en Barcelona perdurará esta cátedra de matemáticas.

Durante la estancia en Cordelles Cerdà publicó dos textos que, como él mismo dice, van a ser los manuales que va utilizar en sus clases. El primero de ellos se trata de *Liciones de Mathemática o Elementos Generales de Arithmética y Algebra para el uso de la clase* publicado en 1758, el objetivo del cual es facilitar el aprendizaje de los alumnos, como el mismo Cerdà reconoce. Dos años después, en 1760, Cerdà publicó su segunda obra, *Lecciones de mathematica o Elementos generales de Geometria para el uso de la clase*.

Pero la intención de Cerdà iba más allá de escribir un tratado de álgebra y otro de geometría. En varias ocasiones, Cerdà manifiesta la voluntad de escribir diversos tratados, uno de los cuales es el *Tratado de Fluxiones*. En un borrador de una carta a Simpson, en 1758, Cerdà reconoce al matemático inglés como su guía y su libro *The Doctrine and Application of Fluxions*, que Simpson ha publicado en 1750, es el modelo que va seguir para su propio tratado.

Cerdà, en 1765, se trasladó a Madrid y se convirtió en el primer profesor de matemáticas en el Colegio Imperial de esta ciudad, principal colegio de la Compañía de Jesús en España. Este cargo conllevaba asociado el de Cosmógrafo Mayor de las Indias y probablemente el de preceptor de los príncipes. Cerdà va ocupar estos cargos hasta 1767, cuando se produce la expulsión de los jesuitas de España. Ya en el exilio, Cerdà se instala en la ciudad italiana de Forlí y muere el 18 de marzo de 1791.

la intención de Cerdà iba más allá de escribir un tratado de álgebra y otro de geometría

Reconstruyendo el *Tratado de Fluxiones*

Los manuscritos sobre el Tratado de Fluxiones

Algunos historiadores iniciaron[4], a partir de los años 70 del siglo XX, el análisis de los manuscritos de Cerdà conservados en la Real Academia de Historia de Madrid. A pesar de la labor valiosísima efectuada por estos historiadores, para una investigación centrada en el *Tratado de Fluxiones*, ha sido preciso empezar por una auténtica reconstrucción del tratado. En efecto, los manuscritos de Cerdà relativos a fluxiones están dispersos entre dos legajos de la Real Academia de la Historia, mezclados con otras obras del mismo autor o de otros autores y la tarea de reordenación del *Tratado de Fluxiones* ha consistido básicamente en identificar cada uno de los capítulos de que consta y a partir de aquí ordenarlos según el orden que Cerdà había pensado.

Se trata de 24 capítulos, de los cuales solo aparecen numerados los 13 primeros. Cerdà recoge gran parte del contenido de los capítulos del libro de Simpson, *The Doctrine and Application of Fluxions*, aunque, por un lado, efectúa una selección de los ejercicios del libro de Simpson y, por otro lado, añade texto propiamente suyo. Los primeros capítulos (1-4) están dedicados a las definiciones y reglas generales. Los 4 siguientes (5-8) tratan de las aplicaciones geométricas del método directo de fluxiones. El método inverso de las fluxiones ocupa los capítulos 9 y 10. Las aplicaciones geométricas del método inverso de fluxiones son tratadas del capítulo 11 al 14.

El capítulo 15 aborda el tema de las fluxiones de variables exponenciales. Los capítulos 16, 18, 19, 20 y 21 tratan sobre las diversas técnicas para calcular fluentes y el capítulo 17 sobre ecuaciones fluxionales. Los capítulos 22 y 23 están dedicados a aplicaciones del cálculo fluxional a diversos campos. Y el capítulo 24 trata de las fluxiones en la trigonometría esférica.

En varias ocasiones el discurso de Cerdà es el de un maestro dirigiéndose a sus alumnos

Los primeros capítulos del Tratado de Fluxiones: *un curso para el uso de la clase*

Después de un primer análisis de dichos manuscritos, la primera conclusión que se puede extraer es que, en lo que se refiere a los primeros 14 capítulos, estos están repetidos y corresponden a dos versiones de un mismo texto. La primera versión de estos capítulos, en la que las figuras están poco elaboradas y el texto aparece lleno de tachaduras y anotaciones al margen, sería un borrador de la segunda. Por otro lado la segunda versión de estos primeros 14 capítulos, numerados y perfectamente escritos, sería la que Cerdà tenía lista para ser impresa. Las diferencias entre las dos versiones también se pueden descubrir en el contenido de ambas. Efectivamente, aunque el *Tratado de Fluxiones* sea un tratado de cálculo diferencial bajo la perspectiva newtoniana, en la primera versión aparecen expresiones más típicas de la terminología leibniziana, lo cual no ocurre con la segunda.

En cualquier caso, tanto en una como en la otra versión, se puede concluir que estos primeros 14 capítulos constituyen un texto diferenciado del resto del tratado. En efecto, es en estos capítulos donde Cerdà añade más texto originalmente suyo, particularmente cuando se trata de introducir nuevos conceptos. Por otro lado es solo en estos capítulos que Cerdà incorpora figuras en el texto. Finalmente, en algunos folios en blanco entre los correspondientes a los primeros capítulos de la segunda versión, se puede leer la anotación de «Quadernos de fluxiones para la clase».

Creemos, pues, que los primeros capítulos constituyen un manual para la clase, los principales receptores del cual serían los propios alumnos de Cerdà. Estamos ante unos apuntes que Cerdà utilizó en sus clases, escribió un primer borrador de estos al que añadió correcciones y anotaciones, los reescribió para mejorar la explicación, incorporó las figuras en el texto, mejorándolas notablemente en la segunda versión y todo ello con la intención de imprimirlos. En definitiva, no resulta arriesgado afirmar que los primeros 14 capítulos constituyen el programa de un curso que posiblemente Cerdà impartió en el Colegio de Cordelles de Barcelona y, probablemente más tarde, en el Colegio Imperial de Madrid.[5]

Por otro lado, el mismo lenguaje utilizado por Cerdà en estos primeros capítulos nos muestra hasta qué punto una de las principales motivaciones del matemático era ser didáctico. En varias ocasiones el discurso de Cerdà es el de un maestro dirigiéndose a sus alumnos. Así ocurre, por ejemplo, en la introducción del «Cap 4: De las Fluxiones Superiores» donde podemos leer: «Pregunto ahora, estas pequeñas Líneas, Planos o Sólidos son constantes o son variables?»[6], refiriéndose a la naturaleza de las primeras fluxiones.

El *Tratado de Fluxiones:* hacia unas nuevas matemáticas

Cuando Cerdà escribe su *Tratado de Fluxiones*, el cálculo diferencial e integral se ha desarrollado desde que Isaac Newton (1642-1727), en 1671, ha puesto en práctica su método de fluxiones y Gottfied Wilhelm Leibniz (1646-1716), en 1684, ha publicado el nuevo método para calcular máximos y mínimos y encontrar tangentes a las curvas. Desde este momento, los diferentes hombres de ciencia de Europa han ido adoptando el nuevo cálculo, a partir de dos corrientes paralelas: la newtoniana en Inglaterra y la continental leibniziana. También en España el cálculo diferencial llega a través de estas dos corrientes y Cerdà es uno de los primeros en introducir el cálculo diferencial en la enseñanza, bajo la perspectiva *newtoniana*, concretamente tomando como modelo el texto de Simpson.

La fluxión

Cualquier análisis del concepto de fluxión que aparece en el texto de Cerdà forzosamente tiene que partir de los escritos de Newton. Como todos los contemporáneos de Newton, uno de sus principales intereses es estudiar la naturaleza de las curvas. Tal como aparece en las primeras líneas dedicadas al método de las fluxiones de su *Tractatus de Methodis Serierum et Fluxionum* (1671), estas estarán concebidas, por él, como generadas por un movimiento donde el tiempo juega el papel de variable continua a la cual todas las otras cantidades estarán referidas. Denomina cantidades fluentes a aquellas cantidades que pueden ser aumentadas —o disminuidas— gradualmente e indefinidamente y las fluxiones serán las velocidades con las cuales las fluentes son aumentadas —o disminuidas— por el movimiento que las produce[7]. A continuación introduce el concepto de *momento* como un incremento del espacio infinitamente pequeño, de forma que si la fluxión —velocidad— de x es $\dot{x}$ y o es un intervalo de tiempo infinitamente pequeño el momento vendrá expresado por $\dot{x}o$.

Para deducir la razón entre las fluxiones de dos variables que definen una curva, se trata de substituir x e y por estas mismas cantidades incrementadas por sus momentos respectivos, es decir por $x+\dot{x}o$ e $y+\dot{y}o$. Así para una ecuación $x^3-ax^2-axy-y^3=0$, después de substituir x e y por $x+\dot{x}o$ e $y+\dot{y}o$, respectivamente, llega a la expresión

$$3\dot{x}x^2+3\dot{x}^2ox+\dot{x}^3oo-2a\dot{x}x-a\dot{x}^2o+a\dot{x}y+$$
$$+a\dot{y}x+a\dot{x}\dot{y}o-3\dot{y}y^2-3\dot{y}^2oy-\dot{y}^3oo=0.$$

En esta expresión descarta los términos multiplicados por o, por ser infinitamente pequeños en relación a los otros, y finalmente obtiene la ecuación que relaciona las fluxiones de las dos variables:

$$3\dot{x}x^2-2a\dot{x}x+a\dot{x}y+a\dot{y}x-3\dot{y}y^2=0.$$

Newton utiliza su método analítico de fluxiones para deducir de forma rápida algunos resultados sobre diversos problemas tanto geométricos como numéricos pero cuando quiere exponer una demostración es preciso hacerla según el método sintético de la más tradicional geometría. Así es como en los *Principia* (1687) aparecen muy pocas referencias al método de las fluxiones, y, en cambio, se establece lo que el mismo Newton denomina el «método de las primeras y últimas razones», buscando una justificación teórica del nuevo cálculo que evite el *inconveniente* de los infinitésimos.

Cerdà asume en su totalidad, como el mismo reconoce, el «Método de las fluxiones», es decir la visión geométrico-cinemática newtoniana, adoptando la misma definición de fluxión de Simpson. Pero el concepto de fluxión se ha modificado substancialmente. La fluxión, ahora, no será tanto la velocidad sino un incremento finito proporcional a esta velocidad, exactamente el incremento de la variable si la velocidad se mantuviese constante:

La fluxión, ahora, no será tanto la velocidad sino un incremento finito proporcional a esta velocidad

> [...] téngase presente que toda Magnitud Geométrica se reduce a *Línea, Superficie o Plano* y *Sólido*. La *Línea* se concibe formada por el Movimiento continuo de un Punto que la describe, la *Superficie* por el movimiento continuo de una Línea y el *Sólido* o *Cuerpo* por el movimiento continuo de una Superficie o Plano; y aquella *parte de Línea*, *Superficie* o *Sólido que describiría el Punto*, *Línea* o *Figura generatriz en un tiempo dado, si perseverase constante e invariable en la velocidad, que en algún punto o posición determinada tiene, es la que llamamos Fluxión en aquel punto de la tal cantidad que así se forma*, llamada por esto *Fluente*.[8]

De manera que Cerdà sigue a los continuadores del cálculo fluxional, como Simpson y Maclaurin, que han optado por el concepto de fluxión como incremento finito *condicional* de la variable, entre otras razones, con el propósito de evitar los infinitésimos.

La visión geométrico-cinemática

Cerdà y Simpson, a diferencia de Newton que explica un procedimiento general para deducir las fluxiones de una expresión algebraica, sistematizarán en forma de reglas el cálculo fluxional de estas expresiones. Una de las primeras de dichas reglas es la del producto de dos variables. La demostración de esta regla es a partir de considerar el producto de dos variables como un rectángulo:

> Concíbanse las líneas *RC*, *BF* que cortándose entre sí a [=en] ángulos Rectos varían entrambas a un tiempo separándose paralelamente de las líneas *AL* y *AE* de manera que formando con su movimiento el Rectángulo *BC*, el Punto de Intersección *D* describa la línea *ADG*. Sea *Cc* (*dx*) Fluxión de *AC* (*x*) y *Bb* (*dz*) Fluxión de *AB* (*z*). Completando pues los Rectángulos *Cm*, *Bn*, será *Cm* (Fluxión del Área $ACD) = CD\ (AB) \times Cc = zdx$ y *Bn* (Fluxión del Área $ADB) = BD\,(AC) \times Bb = xdz$, por consiguiente la Fluxión de $ACD + ABD = BC = xz$ será $= zdx + xdz$.[9]

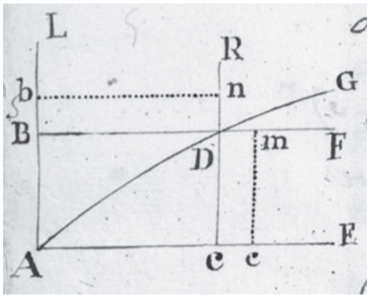

Figura 1. Reproducción de la figura 5 del *Tratado de Fluxiones*

Toda la demostración se basa en un resultado previo, expuesto en el primer capítulo, acerca de la fluxión de un área curvilínea. En esta demostración previa Cerdà deduce que la fluxión de un área curvilínea —antes se ha demostrado para un área rectangular— también es un rectángulo. El razonamiento de Cerdà, similar al de Simpson, se desprende de la definición de fluxión adoptada:

> La Fluxión de la Área *Amn* será siempre el Rectángulo de la misma Línea *mn* y de la Fluxión *Dd* de la base *AD*. Porque la Fluxión de la Área *Amn* es el espacio que se describiría si la línea *nm* perseverase invariable ya en longitud ya en el movimiento que tiene en la posición *DC*.[10]

En cambio, la regla del producto es tratada de una manera totalmente diferente por los matemáticos continentales, seguidores de Leibniz. Tomemos como ejemplo la que aparece en el tratado de L'Hôpital. Para calcular la *diferencia* de xy considera el producto de las variables incrementadas por sus respectivas *diferencias:* $(x + dx) \cdot (y + dy) = xy + ydx + xdy + dxdy$. La diferencia buscada será $ydx + xdy + dxdy$ donde aplicando el, denominado, principio de cancelación resulta ser $ydx + xdy$, ya que la cantidad $dxdy$ es infinitamente pequeña respecto a los otros términos, y, por lo tanto, puede ser cancelada. El razonamiento no sigue criterios ni geométricos ni cinemáticos, sino los de una nueva disciplina algebraica, la de los infinitésimos[11].

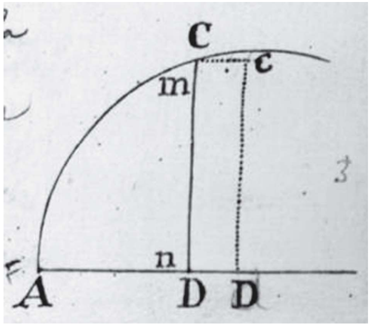

Figura 2. Reproducción de la figura 3 del *Tratado de Fluxiones*

La incorporación de elementos leibnizianos

Son varios los elementos que distinguen las dos concepciones del cálculo diferencial que conviven durante el siglo XVIII. El tiempo y los conceptos cinemáticos como fluente y velocidad en el cálculo fluxional no aparecen en el cálculo diferencial continental donde las cantidades variables son vistas como una secuencia de valores infinitamente pequeños y cerrados. Para la visión leibniziana una curva es vista como un polígono con un número infinito de infinitésimos lados y para los newtonianos la curva mantiene su *suavidad*, desde el momento que es generada por un movimiento continuo. Después de la polémica abierta por George Berkeley (1685-1753)[12] en torno a los infinitésimos, otro elemento aparece como diferenciador. Los fluxionistas, distanciándose del uso inicial de los infinitésimos por parte de Newton, rechazan todo aquello que tenga que ver con las cantidades infinitésimas.

Así y todo, los cálculos —el leibniziano y el analítico de Newton— tienen mucho en común y se pueden traducir uno del otro. En este panorama donde, a veces, en algunos tratados sobre cálculo diferencial, parece que no tenga demasiada importancia qué visión se adopta ya que en definitiva se llega a los mismos resultados, hay que destacar la visión de Simpson y Cerdà. Tanto uno como otro, sin dejar la visión newtoniana, se acercan al cálculo diferencial continental, clarificando cuales son los aspectos teóricos de conexión entre las dos visiones. Es así que Cerdà escribe que, aunque los resultados son los mismos desde las dos visiones, la fluxión no es lo mismo que la *diferencia* desde el momento que la primera es un incremento *condicional*, que se produciría si la velocidad del movimiento generador se mantuviese constante mientras que la diferencial es un incremento infinitamente pequeño que *realmente* se produce. Solo en el caso que el movimiento sea uniforme los resultados serán iguales.

Cerdà, como muchos de sus contemporáneos matemáticos en España, entra en contacto con las dos corrientes del cálculo diferencial en Europa

Cerdà, como muchos de sus contemporáneos matemáticos en España, entra en contacto con las dos corrientes del cálculo diferencial en Europa, y puede optar por la visión que crea más adecuada. A pesar de asumir plenamente la concepción geométrico-cinemática de Newton y la definición de fluxión de Simpson, prefiere la notación leibniziana. Allí donde Simpson escribe $\dot{x}$, Cerdà escribe dx. Se trata de uno de los pocos matemáticos de la época que haga algo parecido, es decir que, trabajando con fluxiones newtonianas, utilice la notación leibniziana.

Pero la adopción de elementos leibnizianos por parte de Cerdà va más allá de la notación. A pesar del rechazo teórico del uso de los infinitésimos, en ciertas ocasiones, el matemático catalán recurre a ellos en alguna demostración. Por otro lado, en algunos capítulos combina conceptos de las dos corrientes, como, por ejemplo en el capítulo dedicado a las cuadraturas, donde el autor establece la equivalencia entre la operación de calcular la fluente a partir de la fluxión —como lo hace Simpson— y la de calcular una suma de infinitos términos, operación de claro origen leibniziano.

El álgebra en el Tratado de Fluxiones

Tanto el libro de Simpson como el texto de Cerdà, a pesar de partir de la visión geométrico-cinemática newtoniana, son textos donde el álgebra juega un papel relevante. Simpson manifiesta en sus textos su admiración por el instrumento algebraico y Cerdà sigue al autor británico en lo que se refiere a esta inclinación hacia el álgebra, y, en cierta forma, lo acentúa. Aunque Cerdà, en general, sigue el texto de Simpson cuando reproduce un ejercicio, a veces, añade alguna expresión o modifica el ejercicio original y en la mayoría de los casos la modificación va en el sentido de acentuar el aspecto algebraico del problema. El solo hecho de adoptar la notación leibniziana muestra hasta qué punto Cerdà está dispuesto a asumir el lenguaje algebraico más moderno.

Particularmente interesante resulta el problema 9 del capítulo 5 (primera versión)[13] ya que se trata del único que Cerdà no recoge del libro de Simpson. Se trata de encontrar la ordenada máxima de un círculo. En este se halla la máxima ordenada a partir de la ecuación del círculo $y^2 = ax - x^2$, buscando las fluxiones respectivas, igualándolas a 0 y obteniendo $2ydy = adx - 2xdx = 0$, con lo cual la solución será $x = a/2$.

Este mismo ejercicio lo hemos encontrado en textos de Wolff y de Padilla. Probablemente se trata de un problema clásico en los manuales del momento y Cerdà lo podía haber obtenido de alguno de estos. En cualquier caso el lenguaje utilizado por Cerdà es sensiblemente distinto al que utilizan tanto Wolff como Padilla. Los primeros autores hablan de «aplicada» mientras que Cerdà utiliza los términos de «ordenada» y «abscisa», lo cual muestra un lenguaje algebraico mucho más desarrollado por parte de este último. Al final de su ejercicio, Cerdà comenta que el método aplicado se puede generalizar a cualquier curva, a partir de su ecuación, dando, de este modo, un enfoque totalmente algebraico al problema.

Conclusiones

Con el propósito de exponer algunas de las conclusiones de la tesis doctoral que presentamos recientemente, hay que entender, ante todo, que Cerdà se rige por el principio de la utilidad social de las matemáticas y en este sentido una de sus iniciativas más relevantes es la publicación de sus obras para que sus alumnos puedan hacer uso de ellas. Concretamente y, en segundo lugar, se puede concluir, a partir del análisis de sus escritos, que el texto de los primeros 14 capítulos de su tratado constituye un manual para ser utilizado en sus clases tanto en el Colegio de Cordelles de Barcelona como en el Colegio Imperial de Madrid. En tercer lugar, hay que decir que el *Tratado de Fluxiones* es una adaptación de *The Doctrine and Application of fluxions* de Simpson, pero no se trata de una simple traducción, particularmente en lo que se refiere a los primeros capítulos. Las principales aportaciones que hace Cerdà, en relación al texto de Simpson, son la acentuación del carácter didáctico de su discurso así como el refuerzo del instrumento algebraico, empezando por el uso de la diferencial leibniziana. En cuarto lugar, hay que situar el trabajo de Cerdà dentro de la corriente newtoniana, es decir dentro de la concepción geométrico-cinemática, donde la noción de fluxión, como medida del movimiento generador de los elementos geométricos, es central. Y por último, Cerdà, a pesar de ser un newtoniano convencido, tiene una actitud abierta a las aportaciones de la corriente leibniziana. La influencia del cálculo diferencial continental sobre Cerdà es evidente, conduciendo a este autor, en determinadas ocasiones, a construcciones teóricas donde combina conceptos de las dos corrientes.

una de sus iniciativas más relevantes es la publicación de sus obras para que sus alumnos puedan hacer uso de ellas

Referencias bibliográficas

Berenguer, J. (2015), *Cerdà (1757-1759),* Transcripción, notas e introducción editorial a cargo de Joaquim Berenguer Clarià, editado por la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (RACAB) con el soporte del proyecto HAR2013-44643-R (Ministerio de Economía y Competividad), y del proyecto SGR (grup de recerca consolidat) HIS-STM (Generalitat de Catalunya, Dept. D' Economia i Coneixement).

— (2016), *La recepció del càlcul diferencial a l'Espanya del segle XVII. Tomàs Cerdà: introductor de la teoria de fluxions*, tesis doctoral en Història de la Ciència dirigida por la doctora M.ª Rosa Massa Esteve, UAB, Barcelona. <https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1211406>

Cerdà, T. (1758), *Liciones de Mathemática o Elementos Generales de Arithmética y Algebra para el uso de la clase* (2 tomos), Francisco Surià, Barcelona.

— (1760), *Lecciones de mathematica o Elementos generales de Geometria para el uso de la clase*, Francisco Surià, Barcelona.

— (1764), *Lección de Artilleria para el uso de la clase*, Francisco Surià, Barcelona.

Cuesta, N. (1976-1983), *Historia de la Invención del Análisis Infinitesimal y de su introducción en España*, Salamanca.

García, M. (1998), «Los orígenes de nuestra Real Academia y los jesuitas», *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, Tercera Época, n.º 947, v. lvii, n.º 3. Barcelona.

Gassiot, L. (1996), *Tomas Cerdà i el seu «Tratado de Astronomia»,* Trabajo final de master del Centre d'estudis d'Història de les Ciències de la Universitat Autònoma de Barcelona dirigido por Manuel García Doncel, Bellaterra.

Leibniz, G. W. (1684-1686), *Análisis Infinitesimal*, Estudio preliminar de Javier de Lorenzo. Traducción de Teresa Martín Santos. Madrid, Tecnos, 1987. Títulos originales: *Nova methodus pro maximis et minimis, itemque tangentubus, quae nec fractas nec irrationales quantitates moratur, et singulare pro illis calculi genus (1684). De geometria recondita et Analysi indivibilium atque infinitorun (1686).*

L'Hôpital, G. de (1696), *L'Analyse des infiniments petits pour l'intelligence des lignes courbes*, de l'Imprimirie Royale París.

Maclaurin, C. (1742), *The Elements of the Method of Fluxions, demonstrated after the Manner of Ancient Geometricians*, Edimburg.

Navarro, J. (2008), «Lección de Artillería by Tomás Cerdá and the Revolution of the Spanish Artillery during the 18th Century», *3rd International Conference of the European Society for the History of Science (ICESHS)*, Viena.

Newton, I. (1671), *The Method of Fluxions and Infinite Series*, Traducido del original en latín (*Tractatus de Methodis Serierum et Fluxionum*) por J. Colson, M. A. y F. R. S., Henry Woodfall, Londres.

— (1687), *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Traducido al inglés por Andrew Motte, Nueva York (1846) [Título original: *Philosophiae naturalis Principia Mathematica*, Imprimatur S. Pepys, Reg. Soc. Praeses. Londini].

Padilla y Arcos, P. (1756), *Curso militar de Mathematicas, sobre las partes de esas Ciencias, pertenecientes al Arte de la Guerra*, Antonio Marín, Madrid.

Simpson, T. (1750), *The Doctrine and Application of Fluxions*, J. Nourse, Londres.

Udias, A. (2005), «Los libros y manuscritos de los profesores de matemáticas del Colegio Imperial de Madrid, 1627-1767», *Archivum Historicum Societatis Iesu*, 148, a. LXXIV, 369.

— (2010), «Profesores de matemáticas en los colegios de la Compañia de España, 1620-1767», *Archivum Historicum Societatis Iesu*, 157, a. LXXXIX, 3.

Wolff, C. (1713-1715), *Elementa Matheseos Universae*. Henricum-Albertum Gosse & socios, Génova.

Joaquim Berenguer Clarià
Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona Tech
<jberenguer90@gmail.com>

1 Este artículo se basa en la tesis doctoral que, bajo la dirección de la Dra. Maria Rosa Massa, presenté en enero de 2016, en la Universitat Autònoma de Barcelona, centrada en la introducción del cálculo diferencial en la España del siglo XVIII, a través de Tomàs Cerdà (1715-1791) y su *Tratado de Fluxiones*. Berenguer (2016).

2 De Pézenas es importante señalar que es el traductor del inglés al francés de diferentes tratados científicos, uno de los cuales es *The Elements of the Method of Fluxions* de Colin Maclaurin (1692-1756).

3 En 1870 se cierran las clases de matemáticas de la Acadèmia de Ciències i Arts que es la institución que había heredado la cátedra de matemáticas creada en 1757.

4 Norberto Cuesta Dutari (1907-1989) es uno de los primeros historiadores que analizaron la figura de Cerdà en su libro *Historia de la Invención del Análisis Infinitesimal y de su introducción en España* (1976). En 1973, Eulogio Hernández Alonso (1922-1997) descubrió los manuscritos de Cerdà en la Academia de la Historia de Madrid, aunque pocos años después abandonara su investigación. Años más tarde, Lluís Gassiot retomó la pista de los manuscritos y descubrió el *Tratado de Astronomia* de Cerdà. Otros historiadores han contribuido al análisis de la obra escrita de Cerdà como Manuel García Doncel, Santiago Garma, Juan Navarro Loidi y Agustín Udías.

5 La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona ha publicado en diciembre de 2015 la transcripción de los 16 primeros capítulos del *Tratado de Fluxiones* de Cerdà, a cargo de Joaquim Berenguer.

6 Cerdà, *Tratado de Fluxiones*, «Cap 4: De las Fluxiones Superiores», RAH, 9/2812, f. 92v.

7 Ibid., p. 20.

8 Cerdà, *Tratado de Fluxiones*, «Capitulo 1. Explícase la Naturaleza de las Fluxiones», RAH, 9/2812 f. 85r.

9 Ibid», «Cap 2. Algunos problemas para encontrar las Fluxiones de las cantidades algebraicas", RAH 9/2812 f. 89v.

10 Ibid., «Cap 1: Explícase la Naturaleza de las Fluxiones», RAH 9/2812 f. 86r.

11 L'Hôpital (1696), Proposition II, 4.

12 Berkeley lanza una dura crítica de inconsistencia al nuevo cálculo basado en los infinitésimos, publicando *The analyst; or a discourse addressed to an infidel mathematician* (1734).

13 Cerdà, *Tratado de Fluxiones*, «Cap. [5]. Aplicación de las Fluxiones para la resolución de los problemas de Máximo o Mínimo», RAH, 9/2812 f. 104 v.t.