ACTES DE LES III TROBADES D'HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA
ALS PAÏSOS CATALANS (BARCELONA, SCHCT, 1995), 313-320

LOS ARTÍCULOS DE LAURO CLARIANA (1842-1916) PUBLICADOS EN LA *CRÓNICA CIENTÍFICA* (BARCELONA, 1878-1892)

José Llombart Palet[1]
Departamento de Física Teórica e Historia de la Ciencia. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Palabras clave: *Historia de las matemáticas, periodismo matemático, Clariana, siglo XIX*

The papers of L. Clariana (1842-1916) published in *Crónica Científica* (Barcelona, 1878-1892)

Abstract: *Before the appearance of the first Spanish mathematical journals –recall that El Progreso Matemático was the first one, whose first number was published in Zaragoza in 1891–, the most active members of the catalan mathematical community in the last third of last century published their works in journals of a scientific, artistic or literary character, among wich was Crónica Científica. Revista Internacional de Ciencias. The object of this paper is to describe and briefly comment on the contents of twenty articles published by L. Clariana, the most prolific catalan mathematician of his time, in "Sección I: Ciencias Exactas" (Section I: Mathematical Sciences) of the aforementioned journal.*

Key words: *History of mathematics, mathematical journals, Clariana, 19th century*

Introducción

La creación de centros de enseñanza, que tuvo lugar en España a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, –como las Escuelas de Ingenieros, Facultades de Ciencias, Institutos Generales y Técnicos, Escuelas de Comercio, Escuelas de Magisterio, Escuelas de Artes y Oficios, etc.– hizo posible la progresiva profesionalización de la incipiente comunidad matemática española. Por otro lado, tanto en el estamento militar como en las órdenes religiosas y en algunos cuerpos funcionariales se encontraban un buen número de personas dedicadas a la docencia de las matemáticas o, simplemente, al cultivo de las mismas.

[1] La realización de este trabajo ha sido financiada por la UPV/EHU en el marco del Proyecto de Investigación "Estudios históricos sobre la ciencia" (Código del Proyecto: UPV 172.310-HA010/93)

A pesar de que durante este época la producción matemática española no se caracterizó precisamente por su originalidad, merece destacarse que un sector no desdeñable de la comunidad matemática manifestó su preocupación no solamente por estudiar y divulgar los más recientes conocimientos matemáticos que se desarrollaban en el exterior, sino también por dar a conocer los resultados de sus investigaciones. Las revistas científicas fueron uno de los instrumentos que hicieron posible satisfacer, aunque solo en parte, dichas inquietudes.

La primera revista española dedicada específicamente a las matemáticas fue *El Progreso Matemático*, cuyo primer número vió la luz en Zaragoza en 1891. Este hecho explica que la mayoría de los artículos anteriores a dicha fecha debidos a matemáticos españoles se publicaran en las revistas generales de "ciencias, artes y letras", editadas gracias al impulso de ciertos colectivos más o menos corporativos o al voluntarismo de algunos particulares.

La *Crónica Científica. Revista Internacional de Ciencias* (*CC*) fue una de estas publicaciones. Se editó en Barcelona entre 1878 y 1892 (Llombart, 1987: 139-146; Llombart, 1993: 267-281).

El objeto de este trabajo consiste en describir y comentar brevemente los 20 artículos publicados en dicha revista por el matemático barcelonés L. Clariana (1842-1916).

Las publicaciones de Lauro Clariana en la Sección I (Ciencias Exactas) de la *Crónica Científica*

Lauro Clariana y Ricart fue el matemático catalán más prolífico de su época (Clariana Clarós, 1993: 131-140). Fue catedrático de la Escuela de Ingenieros Industriales y de la Facultad de Ciencias de Barcelona (Lusa, 1994: 277-280). Intervino activamente en sonadas polémicas de carácter matemático con algunos de sus coetáneos (Viñas, 1987: 135-147; Bernalte, Llombart, 1994, 228-233). En la *CC* publicó los siguientes trabajos:

"Importancia del método leibnitziano" (1878, I: 169-71). Se trata de un escrito de carácter metodológico-filosófico acerca de la importancia del método de los "infinitamente pequeños" debido a Leibniz, del que Clariana se muestra entusiasta partidario. Después de constatar la existencia de dos escuelas matemáticas, la una fundada en los métodos de los geómetras antiguos y la otra surgida a partir de las teorías de Leibniz, advierte a los seguidores de la primera o "puristas" que el método de Arquímedes "en nada se diferencia del llamado de los límites". Examinando como a lo largo de la historia tanto el progreso como la sistematización de las matemáticas se han debido a la generalización del concepto de cantidad, llega a la conclusión de que "todos los métodos, en último análisis, hasta aquellos que aparecen estar en más abierta oposición con el Leibnitziano, vienen a rendirle vasallaje, sin duda por ser este el más general y fecundo de todos los conocidos hasta hoy".

"Armonías notables entre el álgebra y la trigonometría" (1878, I: 265-270). Después de referirse a Lagrange como autor de un método basado en consideraciones trigonométricas relacionadas con el coseno para resolver ecuaciones de tercer grado con raíces reales, expone una forma de hallar las soluciones de algunas ecuaciones de segundo grado mediante la utilización de relaciones trigonométricas deducidas a partir de la fórmula de la tangente del ángulo doble. El proceso a seguir lo ilustra con tres ejemplos numéricos. Clariana considera que su artículo, a pesar de no aportar nada nuevo, puede animar a los jóvenes a realizar este tipo de trabajos para mejorar su formación.

"Leves apuntes acerca del infinito matemático" (1878, I: 313-317). En este trabajo de carácter filosófico, Clariana se lamenta de que algunos estudiosos, cuando se limitan a considerar a Dios y al mundo como símbolos de lo grande y lo pequeño, no valoran la importancia del papel que pueden desempeñar, desde el punto de vista matemático, las ideas intermedias emanadas de la existencia del "infinito matemático". Define este concepto como "la última concepción de la cantidad, que se pierde por entre las sombras de la noche y que forma el elemento indispensable para estudiar la cantidad, hasta donde alcanza el espíritu humano, sin dejar ningún hueco ni vacío que llenar". Seguidamente expone las ideas un tanto confusas que sobre esta noción se pueden encontrar en Anaximandro, Anaxímenes, Arquitas, y Aristóteles, poniendo el acento en el avance que supusieron las aportaciones realizadas a lo largo del siglo XVII. El autor pretende clarificar dicho concepto, a fin de "evitar ciertas contradicciones que se notan en algunas obras de matemáticas". Manifiesta que sus consideraciones son "enteramente conformes con los altos conceptos del inmortal Leibniz", concluyendo que "del estudio de los dos infinitos, el que se refiere a los infinitamente pequeños, es, sin duda, el más importante, pues, el ha abierto, en el vasto campo de la Ciencia, horizontes inesperados".

"Nociones de filosofía matemática" (1878, I: 481-487, 505-511). Se trata de otro trabajo de carácter filosófico. Para empezar, considera que es más importante el camino seguido en la búsqueda para alcanzar la verdad que la propia posesión de la misma. Afirma que la investigación conduce al científico a un estadio en el que debe acudir a la "ciencia Madre", es decir, a la filosofía. Así, los diferentes métodos utilizados en una ciencia tan extensa como las matemáticas poseen algo en común, cuya base filosófica se fundamenta en "la dualidad determinada en la simetría u oposición de partes". Para poner de manifiesto que "la dualidad y la simetría forman la base de toda especulación matemática", considera que el espacio y el tiempo son los símbolos de la geometría y la aritmética en los que se pone de manifiesto el principio de dualidad. La primera dualidad geométrica se concreta en el espacio y la extensión como representaciones de lo infinito y lo finito. En la argumentación histórica que antecede a la exaltación del método de Leibniz, cita a Anaximandro, Anaxímenes, Arquitas, Aristóteles, Miguel Angel Ricci, Juan Wallis, Brouncker, William Neil, Wren, Isaac Barrow, Schooten, Hudde, Llure, Huygens, Kauffmann, Walter de Ischirnhausen, y el *Opus geometricum*, de Gregorio de Saint-Vincent. Seguidamente, considera que la dualidad geométrica encuentra su más alta expresión en la "geometría superior", de la que son buena muestra las aportaciones de Desargues, Pascal, Brianchon, Poncelet, Chasles, y Gergonne. Seguidamente efectua reflexiones análogas sobre el tiempo respecto a la aritmética, en las que cita a Pascal, Euler, Fermat, Gauss, Legendre, Descartes, Buée, Wronski, Vallés, Menelao, Ptolomeo, Pell, Silvestre, Cayley, y Bauer. Finalmente, llega a la conclusión de que la simetría implícita entre las diferentes partes de las matemáticas hace posible realizar la síntesis entre las ramas de la misma mediante la teoría de los determinantes, a los que asigna un papel principal en el proceso conducente a "constituir un cuerpo de doctrina único, seguro e inquebrantable".

"Aplicaciones de los determinantes a la geometría" (1879, II: 497-500). Siguiendo la pauta establecida en el trabajo anterior, utiliza los determinantes para calcular el área de un triángulo en función de las coordenadas de sus vértices y de las longitudes de sus lados.

También indica la forma de hallar el radio de la circunferencia circunscrita a un triángulo en función de sus lados y de su área mediante el empleo de los determinantes. Se trata de un trabajo de divulgación con el que pretende "hacer asequibles" estas aplicaciones "a los que no han tenido todavía ocasión de dedicarse detenidamente a esta clase de estudios".

"Aplicaciones de los determinantes a la trigonometría" (1880, III: 201-204). Está dedicado a la resolución de los triángulos planos mediante la utilización de los determinantes. El autor cree "que nadie se haya ocupado" anteriormente de llegar a este resultado en la forma que se indica. Finalmente, utiliza el "método de Sarrus" para comprobar la validez de las soluciones obtenidas.

"Aplicación de los determinantes a la resolución de las ecuaciones de cuarto grado" (1880, III: 425-429). Generaliza el método, propuesto por Dostor, para resolver las ecuaciones de tercer grado mediante "una determinante circular compuesta de tres líneas" al caso de las ecuaciones de cuarto grado. Una vez descrito el método, lo compara con el que ha propuesto Cardan, poniendo de manifiesto las ventajas y limitaciones de uno con respecto al otro. "Puntos umbilicales del elipsoide" (1880, III: 521-524). Define los puntos umbilicales del elipsoide "como aquellos en que todas las secciones normales tienen la misma curvatura". Para calcularlos, obtiene, primeramente, una expresión del radio de curvatura que está en concordancia con la definición dada y que, junto con la ecuación del elipsoide, determina un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas. Obtiene las coordenadas de los cuatro puntos umbilicales del elipsoide resolviendo dicho sistema.

"Relación entre las dos integrales eulerianas" (1881, IV: 209-211). A partir de las definiciones de las "integrales eulerianas" dadas por Legendre y de la notación debida a Bimet para representar las de primera especie, expone un procedimiento para obtener la conocida relación entre ambos tipos que "permite resolver problemas de alta trascendencia, tanto en la Geometría como en la Mecánica".

"Concepto verdadero de cantidad" (1882, V: 25-28). Establece el concepto de cantidad basándolo en los "principios verdaderamente filosóficos" y en la "ley triádica" (tesis, antítesis y síntesis), con el objeto de contrarrestar la avalancha de obras elementales que salen a la luz conteniendo abundantes "principios defectuosos" acerca del mismo. Para determinar la cantidad parte de las llamadas "cantidades directas ó reales", cantidades positivas y negativas, para complementarlas con otros "modos de ser de la entidad", las "cantidades indirectas —malamente llamadas imaginarias—". A partir de estas cantidades indirectas, obtiene mediante determinantes la llamada "verdadera espresion de la cantidad en general". Para terminar, utiliza la interpretación geométrica de estos conceptos para poner de manifiesto algunos de los errores cometidos por algunos autores extranjeros que "se dejan deslumbrar por la idea de infinito", como el que les lleva a considerar "que la línea recta es una circunferencia de radio infinito, y otros dislates por el estilo".

"Nociones de trigonometría general" (1884, VII: 193-200). Se trata de una de las primeras aportaciones españolas al estudio de las geometrías no euclídeas (Bernalte, Llombart, Viñas, 1988: 972-3, 976). Clariana afirma que los trabajos de Lobachevski, Gauss, Bolyai, Riemann, Helmholtz, Beltrami, Cayley, Cassani, y König le permitieron a Tilly desarrollar su "geometría general", llamada por Hoüel el "alfa y omega de la Geometría". Expone algunas nociones de trigonometría siguiendo "las huellas de Tilly", detallando "algunas fórmulas de la teoría para su mayor inteligencia", con el objeto de "cooperar al conocimiento matemático que domina en los tiempos modernos". Partiendo de la consideración de Tilly que convierte la noción de distancia en el axioma principal de su geometría, estudia ciertas propiedades de los triángulos rectángulos correspondientes a la geometría "usual" o de Euclides, a la "simplemente abstracta" o de Gauss, y a la "doblemente abstracta" o de Riemann, aplicándolas a las tres trigonometrías subyacentes con el objeto de obtener las expresiones trigonométricas equivalentes a la relación de complementariedad entre los ángulos agudos del triángulo rectángulo.

"Aplicación de la integrales eulerianas" (1885, VIII: 394-401). Da a conocer la expresión dada por Serret de la integral

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos x)^m \cos (nx)\, dx$$

en función de las integrales eulerianas de primera y segunda especie. No pretende otra cosa que complementar algunos de los desarrollos de dicho autor con el objeto de hacerlos más comprensibles a los estudiosos interesados en "los últimos adelantos de la ciencia". En la conclusión, Clariana hace hincapié en la utilidad de las concepciones eulerianas para resolver "muchas y variadas" integrales de funciones trascendentes.

"Covariantes pares de una forma binaria cualquiera" (1886, IX: 65-67). Partiendo de la consideración de una invariante de una "emanante" de una forma binaria cualquiera deduce una regla "práctica y sencilla" para obtener covariantes de cualquier orden.

"Cuaternions" (1886, IX: 233-234). Da cuenta de las resistencias existentes en el seno de la comunidad matemática hacia los "cuaternions" introducidos por Hamilton, que, según Clariana, merecen el calificativo de "concepto bellísimo que viene destinado a cambiar por completo la faz de la Matemática antigua". El objeto del trabajo consiste en llegar "con mayor claridad", partiendo de los símbolos de Descartes, a la síntesis algorítmica hamiltoniana.

"Triángulo cónico de igual parámetro" (1887, X: 73-76). Siguiendo las teorías de Cauchy, obtiene analíticamente el triángulo cónico o gráfica de una función cuando a la variable independiente se le asignan sus valores mediante la consideración de movimientos curvilíneos, en lugar de tomarlos sobre el eje de abcisas.

"Integración de una ecuación diferencial" (1887, X: 433-434). Integra la ecuación diferencial

$$4\,\frac{d^3 y}{d x^2} + y = -x^{-\frac{3}{2}}$$

que se encuentra en la pág. 593 del tomo II de la obra de cálculo diferencial e integral de Serret, manifestando que en dicho texto ni siquiera se indica como se resuelve.

"Estudios del factor que convierte en integrable una ecuación diferencial de primer orden" (1888, XI: 73-83). A pesar de que, según Clariana, la obra de cálculo diferencial e integral de Rubini es de las pocas de carácter elemental que tratan con "mayor extensión" la teoría del factor integrante, considera oportuno "dar a conocer teoría tan importante con la mayor claridad posible" para paliar "la falta de desarrollo en sus cálculos, así como algún error tipográfico" que figura en dicho texto. Ilustra con diferentes ejemplos la descripión teórica de los métodos que explica.

"Una cuestión de geometría analítica" (1889, XII: 85-88). Pretende poner fin a la contradicción que surge en la geometría analítica cuando se afirma "que el punto imaginario no tiene representación gráfica para admitir luego que una recta real es un conjunto de puntos imaginarios", derivada de la "falta de precisión entre los conceptos diferentes de Descartes y Cauchy". Para ello demuestra analíticamente dos teoremas, a partir de los cuales obtiene como corolarios los siguientes resultados: "una recta real tiene muchos puntos imaginarios", "un punto imaginario determina una recta real", y "toda recta imaginaria tiene un solo punto real". Cocluye afirmando que los "célebres principios de Cauchy y Hamilton han de servir sin duda para ensanchar los límites de una ciencia que debe considerarse bajo bases distintas de las que hoy la circunscriben".

"Geometría del porvenir" (1889, XII: 125-129). Denomina de esta forma a la geometría basada en la teoría de las proyecciones —paralela y perspectiva— , ya que puede dar lugar al establecimiento de unos "pocos principios generales y fecundos" que hagan posible la conexión entre las diferentes teorías geométricas. Considera que la "verdadera base de la geometría" se puede deducir de las "bellas teorías de Bellavitis y Hamilton, que se corresponden con las teorías de la mecánica, como así también con el admirable estudio de las cantidades complejas". Deducen algunas propiedades geométricas para constatar la bondad de los principios así establecidos.

"Algo más sobre una cuestión de geometría analítica" (1889, XII: 181-189). Generaliza la teoría de los puntos y rectas imaginarias del plano, desarrollada en un trabajo anterior, a la geometría del espacio. Advierte de que en el espacio las diferencias entre las geometrías de Descartes y Cauchy se hacen más patentes. Opina que las consideraciones expuestas bastan para justificar la importancia del método propuesto, "no sólo para aclarar ciertos puntos de la geometría analítica, sino para extender sus límites, acercándonos cuanto sea dable a las bellas concepciones de los matemáticos modernos".

"Sobre el espíritu de las matemáticas en los tiempos modernos" (1890, XIII: 53-62). Se trata del trabajo que presentó Clariana en el Congreso Internacional de Católicos celebrado en París. Merece la pena exponer las consideraciones que realiza en este trabajo sobre las geometrías no euclídeas, ya que las mismas contradicen a su propio artículo "Nociones de trigonometría general" (1884). Así, considera que la geometría de Riemann pertenece a la escuela de los "pseudo-geómetras, última etapa de los pangeómetras", que se separan de la "verdadera y sana filosofía que debe guiar a una ciencia que por antonomasia se designa bajo el nombre de exacta". Comenta irónicamente las valoraciones efectuadas por algunos matemáticos acerca de los resultados sobre las paralelas obtenidos por Gauss, Riemann, Lobachevski, Helmholtz y Beltrami, entre las que se cuenta la de Clifford, en virtud de la cual "Lobatschewsky es respecto a Euclides lo que Copérnico de Ptolomeo". Utiliza los sorprendentes resultados que se alcanzan con dichas geometrías para dejar constancia de su pensamiento, que puede sintetizarse en el siguiente párrafo: "Si en nuestros conceptos matemáticos, perdemos la comprobación del mundo real, trabajamos a ciegas, llevando la ciencia por sendas tortuosas y extraviadas, que no ofrecen mas que ráfagas luminosas á manera de efectos de fantasmagoría, que se pierden en medio de la noche oscura y tenebrosa. En las ciencias exactas á la par como en las bellas artes, debemos siempre procurar situarnos en la línea de intersección de las dos esferas, representantes del mundo real y del de las ideas". A continuación se refiere a la teoría de los "cuaternions", citando las aportaciones debidas a Bellavitis, Hamilton, Hankel, Romer, Keland, Tout, Hoüel, Wood, Scheffler, Clifford, Laisant, Lowell y Stringam. Opina que "la falta de conmutabilidad en los factores, a parte del cúmulo de signos caprichosamente adoptados en las diferentes obras influye poderosamente para que dicha teoría no se acepte sin alguna desconfianza". En el capítulo de conclusiones, además de poner nuevamente de manifiesto "la tendencia del espíritu matemático hacia la geometría", repudia "esos sistemas ridículos, que son rechazados aun por el sentido común" —en clara referencia a las geometrías no euclídeas— , y "desea recabar ese procedimiento único y verdadero, que debe conducirnos con seguridad y sencillez, lo mismo a los alrededores de los puntos donde están situados los axiomas, que a los puntos más lejanos de los diferentes círculos que envuelven los primitivos". Afirma categóricamente que "mientras el espíritu científico tenga por base el materialismo o el panteismo, no hay que esperar jamás verdaderos adelantamientos", añadiendo que "sobre todo en la ciencia de la cantidad al buscar la base de la misma solo en el mundo real o en el de las ideas , es entorpecer su verdadero progreso". Así, los científicos que se basan en una "sana filosofía...son los que generalmente señalan la imperiosa necesidad que existe de aunar los dos mundos precitados, convencidos de que solo en la línea única de intersección pueden germinar los fundamentos de las ciencias exactas". En concordancia con estas ideas, considera que la investigación debe orientarse hacia el estudio de "las herramientas que manejamos, estudiando con predilección los algoritmos que mejor deben servir para aunar lo material de la forma con lo ideal del concepto". Finalmente, hace votos "para que se agrupen los científicos que se honran con el título de católicos para que inspirados en una sana filosofía y con fé viva en el corazón, logren con tiempo y constancia, el poder afirmar el zócalo de ese templo que se pretende levantar al Señor, como digno ofrecimiento a los beneficios que nos dispensa en dejarnos entrever la sublimidad de su sabiduría infinita al constituir ese todo armónico y admirable de la Creación".

"Ecuación de Riccati" (1891, XIV: 145-151). Expone un método general para integrar la ecuación de Riccati basado en el teorema de Maclaurin y en el método de los coeficientes indeterminados y examina distintos casos.

"Estudio de la integral

$$\int_0^x \frac{x^{a-1}}{1+x}\,dx$$

siendo a<1" (1892, XV: 93-103). Explica dos métodos para calcularla: a) partiendo de otro más general que se obtiene a partir de la teoría de los restos de Cauchy; y b) obteniéndola directamente siguiendo a Briot en concordancia con la teoría de Cauchy.

"Funciones elípticas" (1892, XV: 321-338). Examina, en primer lugar, las funciones de Jacobi, deduciendo las funciones elipticas l, m y n, según la notación de Gudermann, a partir de las funciones inversas correspondientes a las integrales elípticas. Ordena, seguidamente, el estudio de las funciones elípticas, a partir de las consideraciones de Briot y Jordan, con el fin de alcanzar con "más rapidez y claridad" el conocimiento de las mismas y de sus propiedades.

A modo de conclusión

Puede afirmarse que los veinte trabajos que publicó Lauro Clariana en la *Crónica Científica* obedecen a una variada temática, ya que entre los mismos se hallan los que abordan cuestiones de cálculo diferencial e integral, geometría, filosofía de las matemáticas, geometrías no euclídeas, teoría de los determinantes, etc. Esto nos prueba que estaba al corriente de las novedades que se iban produciendo en los distintos campos. A pesar de ello, parece ser que, en el fondo, permanecía anclado en las viejas ideas. Aunque su amplia cultura matemática le condujo a detectar la crisis en que estaban inmersas las ciencias exactas, no llegó ni siquiera a vislumbrar cual iba a ser el devenir de las mismas.

Bibliografía

BERNALTE, A.; LLOMBART, J.; VIÑAS, J. (1988), "Introducción de las geometrías no-euclídeas en España". En: ESTEBAN PIÑEIRO, M. *et al.* (coords.), *Estudios sobre historia de la ciencia y de la técnica.* Valladolid, Junta de Castilla y León, II, 969-977.

BERNALTE, A.; LLOMBART, J. (1994), "Els matemàtics professionals barcelonins en una polèmica sobre la cuadratura del cercle". En: CAMARASA, J. M.; MIELGO, H.; ROCA, A. (coords.), *I Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica.* Barcelona, IEC/IME, 223-234.

CLARIANA CLAROS, L. (1993), "Biografía y bibliografía del matemático Lauro Clariana Ricart". En: NAVARRO BROTÓNS, V. *et al.* (coords.), *Actes de les II Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica.* Barcelona, IEC, 131-140.

LLOMBART, J. (1987), "*Crónica Científica.* Catálogo de autores de la Sección I: Ciencias Exactas", *Llull*, 10 (18-19), 139-146.

LLOMBART, J. (1993), "*Crónica Científica*: The articles of the mathematics section". En: AUSEJO, E.; HORMIGÓN, M. (eds.), *Messengers of Mathematics: European Mathematical Journals (1800-1946)*, Madrid, Siglo XXI de España Editores, 267-281.

LUSA, G. (1994), "Matemáticas en la ingeniería: El Cálculo Infinitesimal durante la 2ª mitad del siglo XIX". En CAMARASA, J. M.; MIELGO, H.; ROCA, A. (coords.), *I Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica.* Barcelona, IEC/IME, 263-282.

VIÑAS, J. (1987), "El zero i l'infinit: La Geometria a Barcelona al tombant de segle. En: *Cinquanta anys de ciència i tècnica a Catalunya.* Barcelona, IEC, 135-148.