

---

---

## IN MEMORIAM LLUÍS SANTALÓ

---

---

### Lluís Antoni Santaló i Sors

por

A. Reventós Tarrida

El día 22 de noviembre, a los 90 años de edad, murió en Argentina el gran matemático Lluís Antoni Santaló i Sors, máximo exponente de la Geometría Integral, gran pedagogo y divulgador científico, personalidad de gran valor humano, con más de 250 publicaciones, entre ellos libros con gran influencia en nuestra comunidad matemática, como su *Geometría Projectiva*. Vayan estas líneas como pequeño anticipo a los homenajes que merece.<sup>1</sup>

#### GIRONA

Lluís Santaló nace en Girona, el 9 de octubre de 1911. Concretamente en el número 15 de la plaza de Sant Pere. Es el cuarto hijo de Silvestre Santaló Pavorell y Consol Sors Llach. Por orden de edad sus tres hermanos mayores son: Neus, Marcel y Joan y los tres menores Dolors, Xavier y María.

Hace poco María me explicaba que ya de pequeño, y obviamente en plan de broma, le pasaban la mano por la cabeza para que les inspirara su ciencia, pues era reconocida su capacidad para los estudios.

Lluís Santaló empieza a estudiar en el “Grup Escolar”, donde su padre era maestro. Pasa después al



---

<sup>1</sup>*Agradecimientos:* Agradezco a LA GACETA DE LA RSME el haber pensado en mí para este artículo. Cuando se me propuso pensé enseguida en el libro de Xavier Durán [D] que yo había leído recientemente. Hablé con él, uno de los más reconocidos periodistas científicos de nuestro país y casualmente ex-alumno mío en su licenciatura de químicas, quien me dio todo tipo de facilidades para usar su libro. Agradezco también la colaboración de los Profesores Claudi Alsina, Eduardo Gallego, Antonio Martínez Naveira y Gil Solanes que me han ayudado en diversos aspectos del artículo. También mi agradecimiento a los profesores Sebastià Xambó y Joan Josep Carmona que han hecho una revisión detallada de una primera versión del mismo.

Instituto del que guardó siempre un profundo recuerdo. Xavier Durán [D] comenta una conversación con Santaló en la que éste recuerda las prácticas de meteorología que realizaban en el propio Instituto con el profesor de Física, señor Camps, y en la que también recuerda con agrado a su primer profesor de matemáticas, Lorenzo González Calzada.

Coincide entre otros con los futuros grandes historiadores Jaume Vicens Vives y Santiago Sobrequés Vidal.

A los 16 años marcha a estudiar a Madrid. Parece que influye en la decisión su padre, pensando que para doctorarse o hacer oposiciones tendrá que ir a Madrid y lo mejor es que conozca el entorno. Se aloja en la famosa Residencia de Estudiantes, en la calle Pinar, en la que ya habían estado anteriormente su tío Miquel y su hermano Marcel, que realizó la carrera de Matemáticas. La idea de Lluís Santaló era estudiar Ingeniería de Caminos, pero pronto decide estudiar también Matemáticas. En la Facultad de Matemáticas tiene profesores que influirán decisivamente en él, principalmente Julio Rey Pastor y Esteve Terradas. Dos grandes intelectuales. Dos grandes matemáticos. Los dos han sido profesores en Argentina y esto influirá decisivamente en la vida de Santaló.

Compaginando los estudios con el servicio militar obtiene la Licenciatura en 1934. Rey Pastor y Terradas le aconsejan ir a Hamburgo hacia donde parte aquel mismo año 1934 con una beca de la Junta. Para ello debe renunciar a su recién encontrado trabajo como profesor de Instituto. Allá le recibirá un conocido de Rey Pastor, el geómetra Wilhelm Blaschke.

Me impresiona pensar en aquel reducido grupo de estudiantes de Blaschke, no más de 10, pero entre ellos ¡Santaló y Chern! Por aquel entonces Blaschke empieza a estudiar las probabilidades geométricas iniciando así lo que él mismo llamaría Geometría Integral. Recoge los resultados en una serie de artículos numerados con el título común de *Integral Geometrie*. El número 4 es de Santaló. En 1936 publica su tesis doctoral sobre este tema [S9] apadrinada por Pedro Pineda. Estando de vacaciones en Madrid empieza la Guerra Civil. Como en tantos casos, unas perspectivas largamente deseadas que quedaban rotas para siempre.

Santaló volvió a Girona y de allí fue destinado a aviación, en el ejército republicano, concretamente en Los Alcázares, cerca de Cartagena. De las notas que toma nacerá su primer libro [S157] y un interés por la aviación que se plasma en [S182], [S184] y [S192].

Pasa otro período de la guerra en la Escuela de Aviación Militar de Barcelona, dirigida por Josep Canudas, ya con el grado de capitán. De allí su unidad se retiraría, pasando brevemente por Girona y Navata, hacia el exilio.

Una de estas casualidades curiosas de la vida, según explica Xavier Durán en su libro [D], citando al propio Canudas, es que siendo Consejero Primero de la Generalitat el tío de Santaló, Miquel Santaló, se crearon por decreto que él mismo firmó en 1933, los Servicios de Aeronáutica, no disponiendo dicho servicio de ningún avión. Posteriormente se compró una avioneta y se

encargó al citado Josep Canudas la dirección de la escuela por la que pasaría posteriormente el sobrino de Miquel, Lluís Santaló.

Cofundador de Esquerra Republicana de Catalunya, Alcalde de Girona, Consejero de la Generalitat, Ministro, Diputado, Vicepresidente de la Cortes, Miquel Santaló no tuvo más remedio que exilarse. Murió en México. No es de extrañar, pues, que hoy podamos encontrar en Girona la calle Miquel Santaló y la calle Lluís Santaló.

Una vez en Francia, Santaló es ingresado en el campo de concentración de Argelers. Según Xavier Durán [D] Santaló no recuerda cómo escapó de este campo. Desde Colliure escribe a Rey Pastor y a Blaschke pidiendo ayuda. Sabe por su familia que a Girona no puede volver.

A pesar del acogimiento de Blaschke y debido a la situación política en Alemania, no parece lo más sensato volver a Hamburgo. Pero el propio Blaschke escribe a Élie Cartan, que invita inmediatamente a Santaló a impartir unas conferencias en el Instituto Henri Poincaré de París. Una vez en París es detenido y es el propio Cartan quien acude a la cárcel para liberarlo. Las conferencias se celebran los días 25, 28 y 30 de marzo de 1939, en el número 11 de la calle Pierre Curie. El tema era obviamente la geometría integral y las probabilidades geométricas.

Con todo ello también había contestado a su carta Rey Pastor, enviándole dinero para el pasaje hacia Argentina. Pero problemas con el visado le impedían marchar. Según Durán [D] fue Terradas quien intercedió con un obispo para que el visado fuese expedido. Finalmente se embarca en Burdeos.

## ARGENTINA

El 12 de octubre de 1939, Santaló llega a Buenos Aires. Allá lo recibe, en representación de Rey Pastor, Manuel Balanzat, posteriormente coautor y buen amigo de Santaló, [S161] y [S172].

Rey Pastor se ocupa de todo y le obtiene una plaza en Rosario, provincia de Santa Fe. En aquel momento se crea el Instituto de Matemáticas de la Universidad del Litoral, dirigido por Beppo Levi, ver [S206], y con Santaló como subdirector.

Se integra rápidamente en los círculos de exilados y emigrantes, llegando a ser secretario del Centre Català de Rosario. En 1945 se casa con Hilda Rossi, persona que le apoyará durante toda su vida, nacionalizándose posteriormente argentino. En 1947 nace su primera hija María Inés, Tessi.

Me viene ahora a la memoria una de mis primeras conversaciones con Santaló, cuando le pregunté por allá el año 1985 estando él impartiendo un curso en la Universidad de Barcelona, sobre la posibilidad de volver a Cataluña. Me contestó que su vida estaba en Argentina, sus hijos, sus nietos,... Pero un sentimiento de añoranza se adivinaba en sus palabras. Fue por entonces cuando me preguntó que texto de Geometría Proyectiva recomendaría yo a mis alumnos. Yo le dije: el "Santaló", y supongo que pensó que quería quedar

bien con él, pero era verdad y ha pasado mucho tiempo y sigo pensando lo mismo.

Los años 1948-49 los pasa, con Hilda y Tessi en Princeton, con una beca de la fundación Guggenheim. También imparte un curso en Chicago, invitado por M.H. Stone, quien había estado previamente con Santaló en Argentina. Como constató Claudi Alsina muchos años después, Santaló dejó una huella imborrable a su paso por Chicago. En el Institute for Advanced Studies de Princeton coincide con Einstein.

De regreso a Argentina, en 1949, se incorpora a la Universidad de La Plata, capital de la provincia de Buenos Aires. Nace su segunda hija Alicia. Dirige su primera tesis: *Propiedades infinitesimales de curvas y superficies en espacios de curvatura constante*. Autora: Leticia Varela. Participa en la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), da clases en la Escuela Superior Técnica del Ejército, investiga, viaja,... manteniendo siempre un ritmo de trabajo intenso por no decir frenético. Nace su tercera hija Claudia.

El hecho de pertenecer a la CNEA le permite viajar a París y de paso acercarse, por primera vez desde el exilio, a Girona. Debía ser hacia el 1955, ya que perteneció a la CNEA en el período 1952-57. Lamentablemente no volvió a ver a su madre, que había muerto en 1947.

En 1957 es nombrado profesor Titular de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Empiezan los primeros reconocimientos públicos a su trayectoria: Primer Premio Nacional de Cultura, 1954; Premio de la Sociedad Científica Argentina, 1959; Ingreso en la Academia Nacional de Ciencias Exactas y Naturales, 1960.

En Buenos Aires se consolida la fama de Santaló como gran docente. Dedicar muchos esfuerzos en pensar sobre la enseñanza de la matemática. Tiene un conocimiento profundo del tema con la capacidad de explicar las cosas de manera sencilla. Consigue hacer fácil lo difícil. Tiene un cuidado especial hacia los alumnos. Intenta modificar la manera tradicional de explicar. "Inventa" los tutores, para relacionar la enseñanza de la matemática con aspectos de la personalidad del alumno, deseos, vocación, formación, etc.

## RECONOCIMIENTOS MÁS IMPORTANTES EN ESPAÑA

Este apartado debería empezar con aquellas palabras de que *más vale tarde que nunca*.

- Académico Correspondiente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, 1955.
- Académico Correspondiente de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, 1970.
- Miembro del Comité Científico de la revista *Stochastica* de la UPC.

- Doctor Honoris Causa por la Universitat Politècnica de Catalunya, 14 de julio de 1977. Presentado por Enric Trillas.
- Miembro Correspondiente de l'Institut d'Estudis Catalans, 21 de diciembre de 1977.
- Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica. 1983.
- Medalla Narcís Monturiol a la Ciència y a la Tecnologia de la Generalitat de Catalunya, 1984.
- Doctor Honoris Causa por la Universitat Autònoma de Barcelona, 13 de junio de 1986. Presentado por Joan Girbau, celebrándose el acto en el Ayuntamiento de Girona.
- Doctor Honoris Causa por la Universidad de Sevilla, 1990. Presentado por José Luis Vicente. Promovido por Gonzalo Sánchez Vázquez, presidente de la Federación de Sociedades de Profesores de Matemáticas de España, amigo personal de Santaló.
- Condecorado con la Medalla de la Universidad de Valencia, 23 de septiembre de 1993. Recogida por su hija Tessi.
- Creu de Sant Jordi, de la Generalitat de Catalunya, 1994.
- Encomienda de Alfonso X (El Sabio) concedida por el Rey Juan Carlos y entregada por el Embajador de España en Argentina. Dicha encomienda fue una propuesta de Enric Trillas. 1996.
- Socio de honor de la Real Sociedad Matemática Española, 22 de enero de 1999.
- La Universitat de Girona crea el 27 de julio de 2000 la Cátedra Santaló. Dirigida por Carles Barceló i Vidal. Lo hace público el Rector de la UdG, Josep Maria Nadal, ante una de las hijas de Santaló, el 21 de septiembre de 2000 en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina), con motivo de la Sesión Conmemorativa del 60 Aniversario del Instituto de Matemàtica "Beppo Levi".
- Socio de honor de la Societat Catalana de Matemàtiques, 19 diciembre 2000.

## GEOMETRÍA INTEGRAL

Unas pocas palabras para describir el campo de la matemática que cautivó a Santaló.

La Geometría Integral proviene de las probabilidades geométricas. Tiene sus raíces pues en el famoso problema de la aguja de Buffon, que aparece en *Essai d'arithmétique morale*, 1777, y en las fórmulas de Crofton, de aproximadamente 1868, en *On the theory of local probability*.

Simplificando un poco, el problema aparece cuando al intentar escribir el cociente entre casos favorables y casos posibles nos encontramos con que hay infinitas posibilidades, por ejemplo infinitas posiciones de la aguja de Buffon sobre el plano.

Estas posiciones se pueden parametrizar e identificar nuevamente como puntos del plano de manera que tenemos tantas posiciones como puntos, y ¿qué más natural que usar el área para medir, o “contar”, el número de puntos?

Como dice Santaló en [S171]: *para aplicar la idea de probabilidad a elementos dados al azar que son objetos geométricos (como puntos, líneas, geodésicas, conjuntos congruentes, movimientos o afinidades), es necesario primeramente definir una medida para tales conjuntos de elementos.*

Parece que Santaló tenga en la cabeza las paradojas de Bertrand (cual es la probabilidad de que una cuerda trazada al azar sobre el círculo de radio 1 sea mayor que  $\sqrt{3}$ ), que provienen de utilizar, de manera algo escondida, diferentes maneras de medir. Diferentes maneras de interpretar la palabra “azar”. Poincaré fue el primero en aclarar explícitamente este punto (*H. Poincaré, Calcul des probabilités, Gauthier-Villars, 1912*).

El geómetra se siente atraído por el interés geométrico en sí mismo de las preguntas que plantean las probabilidades geométricas, y aborda los problemas olvidando o prescindiendo de si detrás hay o no un concepto de probabilidad.

La discusión de qué medida hay que elegir está relacionada con el grupo que determina la geometría del problema en el sentido del programa de Erlangen de Klein. Por esto en los trabajos de Santaló hay tantos grupos de Lie.

Dice Santaló que la base de la Geometría Integral está formada por cuatro palabras: *probabilidades, medida, grupos y geometría.*

De hecho algunos de los resultados más importantes de Santaló provienen de medir directamente en el grupo. Hablando de manera imprecisa, sería como identificar todas las posiciones de una figura en el plano con los movimientos que llevan una figura inicial fijada a cada una de las posiciones. Las fórmulas que entonces aparecen se llaman fórmulas cinemáticas, para recoger esta idea de movimiento, aunque el grupo no sea específicamente el grupo de movimientos.

Santaló, aún en Hamburgo, obtuvo en dimensión dos unos primeros resultados que darían lugar a la llamada fórmula cinemática.

En  $\mathbb{R}^n$  la fórmula cinemática se debe a S.S. Chern (S.S. Chern; On the kinematic formula in the Euclidean space of  $n$  dimensions, *Amer. J. Math.* 45, 1944, 744-752).

Para recordar la fórmula cinemática fundamental de Santaló para espacios no euclidianos daremos la expresión en dimensiones 2 y 3 ya que la fórmula

general es algo distinta según la dimensión sea par o impar [S171] (obsérvese la belleza de las siguientes fórmulas):

Para  $n = 2$ :

$$\int_{D_0 \cap D_1 \neq \emptyset} \chi(D_0 \cap D_1) dK_1 = -(\epsilon K)F_0F_1 + 2\pi(F_1\chi_0 + F_0\chi_1) + L_0L_1$$

Para  $n = 3$ :

$$\int_{D_0 \cap D_1 \neq \emptyset} \chi(D_0 \cap D_1) dK_1 = 8\pi^2(V_1\chi_0 + V_0\chi_1) + 2\pi(F_0M_1 + F_1M_0)$$

donde  $D_0, D_1$  son dominios con borde regular en el espacio no euclidiano de curvatura  $\epsilon K$ ,  $\epsilon = 0, \pm 1$ ;  $L, F, V, M$  denotan longitud, área, volumen e integral de la curvatura media respectivamente, y  $\chi$  es la característica de Euler.

Sorprendentemente el caso  $n = 3$  es el único en que la fórmula cinemática no depende de la curvatura del espacio.

Me gustaría destacar también la fórmula de Santaló sobre la medida de rectas hiperbólicas. En [S36] demuestra

$$dG = \cosh p \, dp \, d\theta$$

donde  $p$  es la distancia de la geodésica, o recta hiperbólica, a un origen prefijado y  $\theta$  es el ángulo que ésta distancia forma con una dirección prefijada. La notación  $dG$  proviene de “diferencial de geodésicas”. Es lo que debemos integrar para obtener la medida de geodésicas. Dejo como ejercicio demostrar que la anterior expresión es invariante por isometrías hiperbólicas. Por ejemplo los cálculos anteriores en el modelo de Poincaré son bastante complicados. Pero Santaló no trabaja en el modelo y siempre su astucia le permite salir airoso sin demasiados cálculos. Un día me dijo: *Libráme del matemático que no calcula*. Y es que para tener habilidad para esquivar cálculos primeramente se debe haber calculado.

A partir de aquí demuestra que en el caso hiperbólico se tiene la siguiente fórmula, formalmente igual al caso euclidiano:

$$\int_{G \cdot C \neq \emptyset} \sigma dG = \pi F$$

dónde  $\sigma$  es la longitud de una cuerda arbitraria de un cuerpo convexo  $C$  de área  $F$ , y la integral está extendida a las geodésicas que cortan el convexo.

Santaló dirigió doce tesis doctorales en la Facultad de ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires: L. Varela (1952), A. Ayub (1955), R. Luccioni (1963), C. Conton (1973), R. Noriega (1976), G. Keilhauer (1980), G. Birman (1980), F. Gutiérrez (1985), V. Molter (1985), L. Gysin (1987), F. Affentranger (1988) y A. Berenice (1988), todas ellas en el área de Geometría y especialmente en Geometría Integral.

## INFLUENCIA EN ESPAÑA

Pido disculpas anticipadas por las posibles omisiones en este apartado de autores españoles. Agradeceré puntualizaciones.

El primero que siguió de una forma directa a Santaló fue el profesor E. Vidal Abascal, en Santiago de Compostela, en las décadas 50-60, resaltando su trabajo sobre la fórmula de Steiner en espacios de curvatura constante [7]. Destaquemos también [6], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].

De hecho, según comenta A.M. Naveira, la relación entre Santaló y Vidal proviene de los años treinta cuando coincide en Madrid con el hermano de Santaló, probablemente Marcel, quién los presenta. En 1967, Santaló asiste al II Coloquio Internacional de Geometría Diferencial de Santiago de Compostela, dando allí la definición de curvaturas totales absolutas que tanta importancia tuvieron posteriormente en estereología. En 1978 asiste también en Santiago al homenaje a E. Vidal en motivo de su jubilación, impartiendo la conferencia inaugural del IV International Colloquium on Differential Geometry.

Volviendo a la década de los 50 encontramos la aportación del profesor J. Sancho de San Román, que trabaja en temas de Geometría Integral antes de dedicarse al álgebra, [1], [2], [3], [4], [5], así como E.G. Rodeja [14].

Para hacernos una idea destaquemos la fórmula de Vidal que generaliza la fórmula de Steiner:

$$L_\rho = 2\pi \frac{\text{sen}(\rho\sqrt{k})}{\sqrt{k}} - F\sqrt{k}\text{sen}(\rho\sqrt{k}) + L \cos(\rho\sqrt{k})$$

donde  $L, F$  son respectivamente la longitud y área de una curva sobre una superficie de curvatura constante  $k$  y  $L_\rho$  es la longitud de otra curva a distancia  $\rho$  de la anterior.

También el profesor A.M. Naveira, en su etapa en Valencia, continua los problemas de geometría integral de Santaló obteniendo importantes resultados.

Destaquemos por ejemplo [27], [28], [53], [54], [55], [56], o los resultados obtenidos con A. Tarrío, profesora de la Universidad de A Coruña, en [57], [58] y [59].

Por ejemplo, se estudian las densidades de subespacios lineales de  $C^n$ . Se obtienen fórmulas del tipo

$$dP \wedge dP_1 \wedge \cdots \wedge dP_{2r} = \Delta^{n-r} dP(L_r) \wedge dP_1(L_r) \wedge \cdots \wedge dP_{2r}(L_r) \wedge dL_r$$

dónde  $P, P_1, \dots, P_{2r}$  son  $2r + 1$  puntos del subespacio holomorfo  $L_r$ , que generalizan fórmulas de Blaschke al caso de subespacios holomorfos.

A su estela, tenemos los trabajos de S. Segura Gomis y M.A. Hernández Cifre sobre conjuntos completos de desigualdades en los que cierran conjeturas anteriores de Santaló, establecidas en [S106]. Ver por ejemplo [48], [49], [50], [52] y la solución a las conjeturas de [S106] en [51].

Concretamente, si tenemos un cuerpo convexo del espacio y llamamos  $V$  al volumen,  $F$  al área, y  $M$  la curvatura media total entonces se cumple

$$M^2 \geq 4\pi F, \quad F^2 \geq 3VM.$$

El problema que plantea Santaló en [S106], y que llamamos *sistemas completos de desigualdades*, consiste en saber si dados tres números reales  $V, F, M$  cumpliendo las anteriores desigualdades, existe un cuerpo convexo que los tiene como volumen, área y curvatura media total respectivamente. De hecho en éste caso falta otra desigualdad y el problema general sigue abierto. En [S106] Santaló estudia este tipo de problemas en el plano. En [51] Segura y Hernández demuestran por ejemplo que

$$(4R^2 - d^2)d^4 \leq 4\omega^2 R^4$$

y dan un sistema completo de desigualdades que involucran  $d, \omega$  y  $R$  ( $d =$  diámetro,  $\omega =$  amplitud,  $R =$  circunradio).

Aún en Valencia destaquemos la aportación de Vicente Miquel quien junto con A. Borisenko estudia la curvatura total de hipersuperficies convexas en el espacio hiperbólico, [33].

La relación con los geómetras de Barcelona proviene de la conferencia que imparte en el *First International Symposium on Statistics* en Noviembre de 1983, [S147]. Me plantea en una servilleta la conjetura sobre los convexos hiperbólicos [26].

El hecho de que Santaló asistiese a este Symposium en Barcelona, organizado por E. Bonet, M. Martí y A. Prat, proviene probablemente de la buena relación que tuvo con la Universitat Politècnica de Catalunya, en la que estaba Pere Pi Calleja, matemático muy relacionado con Rey Pastor, y de la iniciativa demostrada por los también matemáticos E. Bonet y E. Trillas, a la postre buenos amigos de Santaló. De hecho, C. Alsina, E. Bonet y E. Trillas, junto con Miguel de Guzmán, mantuvieron desde los años 70 un contacto permanente con Santaló.

En 1977 Santaló ya había estado en Barcelona presidiendo el Comité Científico y como conferenciante en el Primer Congreso Internacional de Matemáticas al servicio del Hombre.

En Octubre de 1984 se inaugura el Centre de Recerca Matemàtica (C.R.M.) con un curso de Santaló sobre Geometría Integral en el plano afín, realizado en la Universidad de Barcelona, del que distribuye una notas [S145].

Mientras tanto Eduardo Gallego y el autor de éste artículo cierran la conjetura de Santaló y Yáñez, expuesta en [S126], sobre convexos hiperbólicos [26]. Ver también [25], [35], [34]. Actualmente Gil Solanes ha obtenido también interesantes resultados [36].

Destaquemos por ejemplo que en contraste con la situación euclidiana se demuestra en [36] que el comportamiento asintótico del cociente (diámetro/longitud) para convexos que tienden a llenar el plano hiperbólico

toma cualquier valor del intervalo  $[0, 1/2]$  ( en el caso euclidiano está acotado inferiormente por  $1/\pi$ ).

En Noviembre de 1991 Santaló imparte un curso en Girona invitado por J.M. Terricabras dentro de la Cátedra Ferraté Mora, de la Universidad de Girona. Asistimos entre otros F. Affentranger, L.M. Cruz-Orive, A.M. Naveira, E. Gallego, C. Alsina, E. Trillas, Ortiz y X. Gual. De entonces procede la que sería fructífera relación científica entre X. Gual y L.M. Cruz-Orive.

Fernando Affentranger es un alumno de Santaló de origen Hispano-Alemán, que pasa un tiempo en Barcelona, publicando incluso en la revista la Universidad Autónoma [30], aunque su carrera transcurre en Alemania [20], [29], [30], [31]. Una anécdota curiosa es la siguiente: el primer artículo que dio Santaló a Fernando fue nuestro artículo [26], de manera que en su primer viaje a Barcelona y estando en casa de sus familiares, preguntó como podría conectar con matemáticos de Barcelona. Esto era muy fácil para sus familiares pues un primo suyo que vivía en la casa de al lado, en el mismo jardín, era matemático y se lo podría decir. Éste primo era yo, me vinieron a buscar y ¡cuál no fue la sorpresa de Fernando cuando nos presentaron!

En la línea más aplicada de la estereología destaca el profesor L.M. Cruz-Orive y su escuela de Berna. Actualmente en Santander y junto con el alumno de A.M. Naveira, Ximo Gual Arnau, continua trabajando intensamente en aplicaciones de la geometría integral. De X. Gual destaquemos los artículos [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46], algunos de ellos conjuntos con A.M. Naveira y A. Tarrío. Actualmente X. Gual desarrolla su labor en la Universidad Jaume I de Castellón. De L.M. Cruz-Orive destaquemos [21], [22], [23], [24], [32].

Para explicar un poco qué es la *estereología* recurramos al propio Santaló. Veamos que dice en [S171], pag. 282, sobre estereología: *Consideremos partículas convexas distribuidas en  $E_3$ . La determinación de la medida de distribución de estas partículas a partir de la medida de distribución de sus secciones con figuras aleatorias de forma conocida (e.g., un cuerpo convexo, un cilindro, un plano, una banda, o una línea) es uno de los problemas básicos de la llamada estereología, la cual es un campo intermedio relacionando disciplinas tan disparatadamente dispares como biología, mineralogía, metalurgia y geometría. Elias ha propuesto la siguiente definición: La estereología trata con un conjunto de métodos para la exploración del espacio tri-dimensional cuando sólo es posible conocer secciones bi-dimensionales a través de cuerpos sólidos o sus proyecciones. Los principales métodos de la estereología están fuertemente relacionados a la geometría integral, como veremos en este capítulo con algunos típicos ejemplos.*

Para cerrar esta sección de relación con matemáticos españoles recordemos también su curso sobre Geometría Integral en la Universidad Complutense de Madrid en febrero de 1982.

## BIBLIOGRAFÍA DE ESTA SECCIÓN

1940-1969

- [1] J. SANCHO DE SAN ROMÁN, Twisted curves with constant affine width, *Collectanea Math.*, vol. 8, 1956, 85-98.
- [2] J. SANCHO DE SAN ROMÁN, A new concept of affine breadth of oval bodies, *Rev. Acad. Ci. Madrid*, vol. 51, 1957, 229-244.
- [3] J. SANCHO DE SAN ROMÁN, On an affine width of closed convex sets, *Coloquio Internacional de Geometría Diferencial*, Santiago de Compostela, 1963, 53-62.
- [4] J. SANCHO DE SAN ROMÁN, Relatively invariant measures on homogeneous spaces and applications to integral geometry, *RAME*, Valencia, 1964, 103-108.
- [5] J. SANCHO DE SAN ROMÁN, *On the existence of relatively invariant measures in a Klein space*, Acta. Ci. Compostelana, vol. 4, 1967, 159-164.
- [6] E. VIDAL ABASCAL, Extensión del concepto de curvas paralelas sobre una superficie. Longitud y área de una curva así deducida de otra dada, *Rev. Mat. Hispanoamericana*, vol VII, num. 6, 1947.
- [7] E. VIDAL ABASCAL, A generalization of Steiner's formula, *Bulletin of the Amer. Math. Soc.*, vol. 53 1947, 841-844.
- [8] E. VIDAL ABASCAL, Área engendrada sobre una superficie por un arco de geodésica cuando uno de sus extremos recorre una curva fija y longitud de la curva descrita por el otro extremo, *Rev. Mat. Hispanoamericana*, vol. VIII, 1947.
- [9] E. VIDAL ABASCAL, Extensión del concepto de curvas paralelas sobre una superficie. Longitud y área correspondientes a la curva así deducida de otra, *Rev. Mat. Hispanoamericana*, vol. VII, 1947.
- [10] E. VIDAL ABASCAL, Sobre fórmulas de Steiner para el área de una elipse, *Rev. de Geofísica*, num. 2, Madrid, 1947, 425-431.
- [11] E. VIDAL ABASCAL, Curvas paralelas sobre superficies de curvatura constante, *Rev. de la unión Mat. Argentina*, vol. VIII, 1948, 135-138.
- [12] E. VIDAL ABASCAL, Geometría Integral sobre superficies curvas, *Pub. Observatorio de Santiago*, Premio Alfonso El Sabio del CSIC, 1948.

- [13] E. VIDAL ABASCAL, Geometría integral sobre las superficies curvas, *Publ. Observatorio de Santiago*, num. VII, Santiago de Compostela, 1950.
- [14] E. Vidal Abascal, E. G. Rodeja Nota sobre curvas en superficies de curvatura constante, *Collectanea Math.*, num. V, 1952.
- [15] E. VIDAL ABASCAL, Sobre fundamentos de la geometría Integral, *Mem. Real Acad. Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 1953.
- [16] E. VIDAL ABASCAL, A generalization of integral invariants, *Proceedings A.M.S.*, vol. 10, 1959, 721-727.
- [17] E. VIDAL ABASCAL, Generalización de los invariantes integrales y aplicación a la geometría integral en los espacios de Klein y de Riemann, *Collectanea Math.* vol. XII, 1960, 71-102.

### 1970-1989

- [18] F. AFFENTRANGER, Pairs of nonintersecting random flats, *Prob. Theory Related Fields*, vol. 79, 1988, 47-49.
- [19] F. AFFENTRANGER, Generalization of a formula of C. Buchta about the convex hull of random points, *Elem. Math.*, vol. 43, 1988, 39-45.
- [20] F. AFFENTRANGER, Random circles in the d-dimensional unit ball, *J. Appl. Probab.*, vol. 26, 1989, 408-412.
- [21] L.M. CRUZ-ORIVE, Distortion of certain Voronoi tessellations when one particle moves, *J. Appl. Probab.*, vol. 16, 1979, 95-103.
- [22] L.M. CRUZ-ORIVE, Best linear unbiased estimators for stereology, *Biometrics*, vol. 36, 1980, 595-605.
- [23] L.M. CRUZ-ORIVE, Estimating volumes from systematic hyperplane sections, *J. Appl. Probab.*, vol. 22, 1985, 518-530.
- [24] L.M. CRUZ-ORIVE, *Precision of systematic sampling on step functions*, *Geobild'89*, Math. Res., vol. 51, Akademie-Verlag, Berlin, 1989.
- [25] E. GALLEGO, *Solución a la conjetura de Santaló sobre convexos en el plano hiperbólico*, Tesina, Publicaciones Dep. Mat. UAB., julio 1984.
- [26] E. GALLEGO, A. REVENTÓS Asymptotic behavior of convex sets in the hyperbolic plane, *Journal of Differential Geometry*, vol. 21, 1985, 63-72.

- [27] A.M. NAVEIRA, S. SEGURA, The isoperimetric inequality and the geodesic spheres. Some geometrical consequences, *Differential geometry, Peñíscola*, Lecture Notes in Math., vol. 1209, 1985, 235-242.
- [28] A.M. NAVEIRA, S. SEGURA, Some remarks about the isoperimetric problem, *Differential geometry and its applications*, 1989, 243-252.

## 1990-2002

- [29] F. AFFENTRANGER, Random spheres in a convex body, *Arch. Math. Basel*, vol. 55, 1990, 74-81.
- [30] F. AFFENTRANGER, Random approximation of convex bodies, *Pub. Mat. UAB.*, vol. 36, 1992, 85-109.
- [31] F. AFFENTRANGER, R. SCHNEIDER, Random projections of regular simplices, *Discret Comput. Geometry*, vol. 7, 1992, 219-226.
- [32] A.J. BADDLEY, L.M. CRUZ-ORIVE, The Rao-Blackwell theorem in stereology and some counterexamples, *Adv. in Appl. Probab.*, vol. 27, 1995, 2-19.
- [33] A.A. BORISENKO, V. MIQUEL Total curvatures of convex hypersurfaces in hyperbolic space, *Illinois J. Math.*, vol. 43, 1999, 61-78.
- [34] A. BORISENKO, E. GALLEGÓ, A. REVENTÓS Relation between area and volume for  $\lambda$ -convex sets in Hadamard manifolds, *Differential Geometry and its Applications*, vol. 14, 2001, 267-280.
- [35] E. GALLEGÓ, A. REVENTÓS Asymptotic behavior of  $\lambda$ -convex sets in the hyperbolic plane, *Geometria Dedicata*, vol. 76, 1999, 275-289.
- [36] E. GALLEGÓ, G. SOLANES, Perimeter, Diameter and Area of Convex Sets in the Hyperbolic Plane, *J. London Math. Soc.*, vol. 64, 2001, 161-178.
- [37] X. GUAL ARNAU, A.M. NAVEIRA The volume of geodesic balls and tubes about totally geodesic submanifolds in  $S^n(1) \times S^m(1)$ , *Proceedings of 23 conference on Geometry and Topology, Cluj-Napoca*, 1994, 71-79.
- [38] X. GUAL ARNAU, A.M. NAVEIRA Total curvatures of compact complex submanifolds in  $CP^n$ , *Ann. Global Anal. Geom.*, vol. 13, 1995, 9-18.
- [39] X. GUAL ARNAU, L.M. CRUZ-ORIVE Consistency in systematic sampling, *Adv. in Appl. Probab.*, vol. 28, 1996, 982-992.

- [40] X. GUAL ARNAU, Stereological implications of the geometry of cones, *Biometrical*, vol. 39, 1997, 627-635.
- [41] X. GUAL ARNAU, On the definition of total absolute curvatures in integral geometry, *Acta Math. Hungar.*, vol. 76, 1997, 249-256.
- [42] X. GUAL ARNAU, A.M. NAVEIRA, The volume of geodesic balls and tubes about totally geodesic submanifolds in compact symmetric spaces, *Differential Geom. Appl.*, vol. 7, 1997, 101-113.
- [43] X. GUAL ARNAU, A.M. NAVEIRA, A. TARRÍO, An introduction to integral geometry in the  $n$ -dimensional quaternionic space, *Ge. Math.*, vol. 5, 1997, 175-181.
- [44] X. GUAL ARNAU, L.M. CRUZ-ORIVE, Variance prediction under systematic sampling with geometric probes, *Adv. in Appl. Probab.*, vol. 30, 1998, 889-903.
- [45] X. GUAL ARNAU, A.M. NAVEIRA, Volume of tubes in noncompact symmetric spaces, *Publ. Math. Debrecen*, vol. 54, 1999, 313-320.
- [46] X. GUAL, L.M. CRUZ-ORIVE, Systematic sampling on the circle and on the sphere, *Adv. in Appl. Probab.*, vol. 32, 2000, 628-647.
- [47] X. GUAL, A.M. NAVEIRA, A. TARRÍO, Integral geometry in euclidean and quaternionic spaces, *Bull. Math. Soc. Sci. Math. Roumanie*, vol. 43, 2000, 267-277.
- [48] M.A. HERNÁNDEZ CIFRE, S. SEGURA GOMIS, Some inequalities for planar convex sets containing one lattice point, *Bull. Australian Math. Soc.*, vol. 58, 1998, 159-166.
- [49] M.A. HERNÁNDEZ CIFRE, S. SEGURA GOMIS, Some area-diameter inequalities for two-dimensional lattices, *Geom. Dedicata*, vol. 72, 1998, 325-330.
- [50] M.A. HERNÁNDEZ CIFRE, P.R. SCOTT, An isodiametric problem with lattice point constraints, *Bull. Australian Math. Soc.*, vol. 57, 1998, 289-294.
- [51] M.A. HERNÁNDEZ CIFRE, S. SEGURA GOMIS, The missing boundaries of the Santaló diagrams for the cases  $(d, \omega, R)$  and  $(\omega, R, r)$ , *Discrete Comput. Geom.*, 2000, 381-388.
- [52] M.A. HERNÁNDEZ CIFRE, Is there a planar convex set with given width, diameter, and inradius? *Amer. Math. Monthly*, vol. 107, 2000, 893-900.
- [53] A.M. NAVEIRA, S. SEGURA, Some isoperimetric inequalities for the space forms, *Rev. Roumaine Math. Pures Appl.*, 1990, 249-259.

- [54] A.M. NAVEIRA, F.J. GARCÍA, Some results of integral geometry for density of linear subspaces of  $C^n$ , *Rend. Mat. Appl.*, vol. 12, 1993, 921-935.
- [55] A.M. NAVEIRA, On the total (nonabsolute) curvature of an even-dimensional submanifold  $X^n$  immersed in  $R^{n+2}$ , *Rev. Mat. Univ. Complutense de Madrid*, vol. 7, 1994, 279-287.
- [56] A.M. NAVEIRA, Some remarks about integral geometry in the complex space  $C^n$ , *Rend. Mat. Appl.*, vol. 7, 1994, 331-346.
- [57] A.M. NAVEIRA, A. TARRÍO, Some results about integral geometry in 3 and 4 dimensional spaces, *An. Stiint. Univ. Ovidius Constanța Ser. Mat.*, vol. 3, 1995, 71-81.
- [58] A.M. NAVEIRA, A. TARRÍO, Two problems on  $h$ -convex sets in the hyperbolic space, *Arch. Math.*, vol. 68, 1997, 514-519.
- [59] A.M. NAVEIRA, A. TARRÍO, Some properties of integral geometry of generalized flag manifolds, *Rend. Circ. Mat. Palermo*, vol. 65, 2000, 233-246.

#### ALGUNAS CITAS

He elegido párrafos escritos directamente por Santaló que dan una idea de la persona más allá de su faceta como matemático.

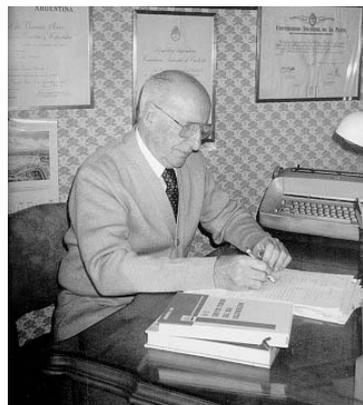
- Honoris Causa UPC. *Es la primera vez que en un acto académico puedo expresarme en la lengua en que mi entendimiento aprendió a conocer las cosas, a nombrarlas, y mi espíritu a manifestar sus sentimientos y emociones, la lengua en que, de pequeño, mi madre me contaba cuentos y cantaba al pie de la cuna.* Pronunciadas evidentemente en catalán.
- Honoris Causa UAB. *A veces, se tiene miedo que con el necesario predominio en la educación del aspecto científico-tecnológico, sobre la base del razonamiento matemático, el hombre vaya perdiendo sus facultades afectivas y se vuelva de un temperamento frío y rígido, refractario a los sentimientos afectivos y a las pasiones. Nada de esto. El hecho de tener el pensamiento preparado para el claro razonamiento lógico y matemático no quiere decir que sea en detrimento de los sentimientos. Se puede pensar y creer y se puede razonar y amar.*
- Xavier Durán en [D], cita las siguientes palabras de Santaló a propósito de no desaprovechar a los estudiantes con talento: *Creo que es una de las principales obligaciones del maestro. Cuando se ve a alguien que es inteligente, que es capaz, se le debe ayudar de lleno para que pueda llegar al máximo de sus posibilidades. Lo peor es que alguien que podría hacer mucho no lo haga porque no ha encontrado el maestro adecuado o no*

*lo han guiado. Debe haber muchos así. Pero es la principal cosa que el magisterio, en cualquier nivel de enseñanza, habría de evitar.*

- En [S174] hablando de Matemática y arte: *Mucha matemática es arte, en tanto que creación, e incluso en tanto que posee belleza, a pesar de que esta belleza sólo la pueden admirar los iniciados, como sucede también con las obras de arte y la literatura.*
- En [S174] hablando de Matemática y Filosofía. *Si por ciencia se entiende un conjunto sistematizado de conocimientos, que constituyen una rama del saber humano, la matemática es la ciencia por excelencia.*
- En [S169] sobre la enseñanza: *Se enseña para el bien, para la verdad y para conocer y comprender el universo.*
- Honoris Causa UPC. Más sobre el arte: *...la matemática es arte, como es creación y se sirve de la fantasía; es ciencia, porque a través de ella se consigue un mejor conocimiento de las cosas, de sus principios y causas; y es técnica porque proporciona métodos y medios para resolver problemas y actuar sobre la Naturaleza y sus fenómenos.*

Hemos citado varias veces el libro de Santaló [S174], pues es un libro excelente y recomendamos a todos su lectura. Por ejemplo S. Xambó ha dicho que “para cualquier matemático leerlo es una delicia”. Pero también no matemáticos, como el rector de la Universidad de Girona Josep Maria Nadal, me comentaba que le gustaba sentarse junto al mar con éste libro de Santaló para meditar.

Acabemos con las palabras que le dedicó el profesor J. Etayo, de la Complutense, que encuentro muy acertadas: “Produce alegría comprobar cómo unos valores cultivados en la sencillez y ausencia de aparatosidad acaban por ser descubiertos por los demás y puestos en relieve con toda su justicia”.



## BIBLIOGRAFÍA DE LLUÍS ANTONI SANTALÓ I SORS

## ARTÍCULOS

- [S1] Área engendrada por un segmento que se mueve conservándose normal a una línea y describiendo una superficie desarrollable, *Revista Matemática Hispanoamericana*, vol. 9, 1934, 101-107.
- [S2] Unos problemas de combinatoria, *Matemática Elemental*, vol. III, 1934, 21-22.
- [S3] Superficies desarrollables que pasan por una línea, *Las ciencias*, vol. I, 1934.
- [S4] Algunas propiedades de las curvas esféricas y una característica de la esfera, *Revista Matemática Hispanoamericana*, vol. X, 1935, 1-4.
- [S5] Una fórmula integral para las figuras convexas en el plano y en el espacio, *Revista Matemática Hispanoamericana*, vol. XI, 1936, 209-216.
- [S6] Unos problemas referentes a probabilidades geométricas, *Revista Matemática Hispanoamericana*, vol. XI, 1936, 87-97.
- [S7] Geometría Integral 4: Sobre la medida cinemática en el plano, *Hamburg Abhandlungen*, vol. XI, 1936, 222-236.
- [S8] Integral geometrie 5: Ueber das kinematische Mass im Raum, *Actualités Hermann*, num. 357, París, 1936.
- [S9] Integral geometrie 7: Nuevas aplicaciones del concepto de medida cinemática en el plano y en el espacio, *Revista de la Academia de Ciencias de Madrid*, vol. 33, 1936, 3-50.
- [S10] Curvas sobre una superficie que cumplen la condición  $dsf(k,t)ds=0$ , *Revista Matemática Hispanoamericana*, vol. 12, 1937, 3-12.
- [S11] Integral geometrie 15: Fórmula fundamental de la medida cinemática para cilindros y planos paralelos móviles, *Hamburg Abhandlungen*, vol. 12, 1937, 38-41.
- [S12] Geometría Integral de figuras ilimitadas, *Publicaciones del Instituto de Matemáticas*, Rosario, vol. 1, 1939, 5-58.
- [S13] Una demostración de la propiedad isoperimétrica del círculo, *Publicaciones del Instituto de Matemáticas*, Rosario, vol. 2, 1940, 37-46.
- [S14] Geometria Integral 31: Sobre valores medios y probabilidades geométricas, *Hamburg Abhandlungen*, vol. 13, 1940, 284-294.

- [S15] Géométrie Intégral 32: Quelques formules integrales dans le plan et dans l'espace, *Hamburg Abhandlungen*, vol. 13, 1940, 344-356.
- [S16] Valor medio del número de partes en que una figura convexa es dividida por  $n$  rectas arbitrarias, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 7, 1940, 32-37.
- [S17] Generalización de un problema de probabilidades geométricas, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 7, 1940, 129-132.
- [S18] Un esquema de valores medios en la teoría de probabilidades geométricas, *Revista de Ciencias*, Lima, vol. 42, 1940, 146-154.
- [S19] Sur quelques problèmes de probabilités géométriques, *Tohoku Mathematical Journal*, vol. 47, 1940, 159-171.
- [S20] Un teorema sobre conjuntos de paralelepípedos de aristas paralelas, *Publicación del Instituto de Matemática*, Rosario, vol. 2, 1940, 49-60.
- [S21] Verallgemeinerung eines Satz von T.Kubota ueber Eilinien, *Tohoku Mathematical Journal*, vol. 48, 1941, 64-67.
- [S22] Algunas propiedades infinitesimales de las curvas planas, *Math. Notae*, vol. 1, 1941, 129-144.
- [S23] A theorem and an inequality referring to rectifiable curves, *American Journal of Mathematics*, vol. 63, 1941, 635-644.
- [S24] Curvas extremales de la torsión y curvas D, *Publ. del Inst. de Mat.*, Rosario, vol. 3, 1941, 133-156.
- [S25] Quelques propriétés des courbes gauches dans la géométrie differential affine, *Portugaliae Mathematica*, vol. 3, 1942, 63-68.
- [S26] Complemento a la nota "Un teorema sobre conjuntos de paralelepípedos de aristas paralelas", *Publ. del Inst. de Mat.*, Rosario, vol. 3, 1942, 203-210.
- [S27] Sobre ciertas variedades con carácter de desarrollables en el espacio euclidiano de 4 dimensiones, *Publ. del Inst. de Mat.*, Rosario, vol. 4, 1942, 3-44.
- [S28] Algunos valores medios y desigualdades referentes a curvas situadas sobre la superficie esférica, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 8, 1942, 113-125.
- [S29] Sobre el concepto de curvatura de superficies, *Math. Notae*, vol. 2, 1942, 165-184.

- [S30] Integral Formulas in Crofton's Style on the Sphere and some Inequalities Referring to Spherical curves, *Duke Math. Journal*, vol. 9, 1942, 707-722.
- [S31] Algunas desigualdades entre los elementos de un triángulo, *Math. Notae*, vol. 3, 1943, 65-73.
- [S32] Sobre la cónica osculatriz en un punto ordinario de una curva plana, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 9, 1943, 53-60.
- [S33] La desigualdad isoperimétrica sobre superficies de curvatura constante negativa, *Revista de Mat. y Física Teórica de la Universidad de Tucumán*, vol. 3, 1942, 243-259.
- [S34] Una propiedad característica del círculo, *Math. Notae*, vol. 3, 1943, 142-147.
- [S35] Sobre la distribución probable de corpúsculos en un cuerpo deducida de la distribución en sus secciones y problemas análogos, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 9, 1943, 145-164.
- [S36] Integral Geometry on Surfaces of Constant Negative Curvature, *Duke Math. Journal*, vol. 10, 1943, 687-704.
- [S37] Superficies cuyas curvas D son geodésicas o trayectorias isogonales de las líneas de curvatura, *Publicaciones del Inst. Mat.*, Rosario, vol. 5, 1943, 255-267.
- [S38] Propiedades de las figuras convexas sobre la esfera, *Math. Notae*, vol. 4, 1944, 11-40.
- [S39] Acotaciones para la longitud de una curva o para el número de puntos necesarios para cubrir aproximadamente un dominio, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 50, 1944, 112-121.
- [S40] Note on Convex Spherical Curves, *Bulletin of the A.M.S.*, vol. 50, 1944, 528-534.
- [S41] Área limitada por la curva engendrada por el extremo de un segmento cuyo otro extremo recorre una curva fija y aplicación a la obtención de algunos teoremas sobre óvalos, *Math. Notae*, vol. 4, 1944, 213-226.
- [S42] Un teorema sobre representación conforme, *Math. Notae*, vol. 5, 1945, 29-40.
- [S43] Valor medio del número de regiones en que un cuerpo del espacio es dividido por  $n$  planos arbitrarios, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 10, 1945, 101-108.

- [S44] Sobre el círculo de radio máximo contenido en un recinto, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 10, 1945, 155-162.
- [S45] Note on convex Curves on the Hyperbolic Plane, *Bulletin of the A.M.S.*, vol. 51, 1945, 405-412.
- [S46] Complemento a la nota " Sobre un problema diofántico", *Math. Notae*, vol. 5, 1945, 162-171.
- [S47] Algunas propiedades de las curvas alabeadas en la geometría diferencial proyectiva, *Actas de la Academia de Ciencias de Lima*, vol. 8, 1945, 203-216.
- [S48] Sobre un complejo lineal ligado a una curva cerrada del espacio, *Math. Notae*, vol. 6, 1946, 45-56.
- [S49] Convex Regions on the n-dimensional Spherical Surface, *Annals of Mathematics*, vol. 47, 1946, 448-459.
- [S50] A Geometrical Characterization for the Affine Differential Invariants of a Space Curve, *Bulletin of the A.M.S.*, vol. 52, 1946, 625-632.
- [S51] Sobre la longitud de una curva del espacio como valor medio de las longitudes de sus proyecciones ortogonales, *Math. Notae*, vol. 6, 1946, 158-166.
- [S52] Una fórmula integral referente a figuras convexas, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 7, 1942, 165-169.
- [S53] Unas fórmulas integrales referentes a cuerpos convexas, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 12, 1946, 78-87.
- [S54] Sobre los cuerpos convexas de anchura constante, *Portugaliae Mathematica*, vol. 5, 1946, 195-201.
- [S55] Estudios numerativos sobre las variedades de contacto de las superficies en un espacio de n dimensiones, (con B. Levi y De María) *Publ. del Inst. de Mat.*, Rosario, vol. 8, 1946, 221-239.
- [S56] Sobre figuras planas hiperconvexas, *Summa Brasiliensis Mathematicae*, vol. 1, 1946, 221-239.
- [S57] On the First Two Moments of the Measure of a Random Set, *Annals of Mathematics Statistics*, vol. 18, 1947, 37-49.
- [S58] Sobre la medida del conjunto de figuras convexas congruentes contenidas en el interior de un rectángulo o de un triángulo, *Actas Acad. de Ciencias de Lima*, vol. 10, 1947, 37-49.

- [S59] Affine Invariants of Certain Pairs of Curves and Surfaces, *Duke Math. Journal*, vol. 14, 1947, 559-574.
- [S60] Una propiedad característica de las cuádricas de revolución y de los cilindros cuya sección recta es una espiral logarítmica, *Math. Notae*, vol. 7, 1947, 81-90.
- [S61] Curvas D sobre conos, *Math. Notae*, vol. 7, 1947, 179-190.
- [S62] Sobre la distribución de planos en el espacio, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 13, 1948, 120-124.
- [S63] Beweis eines Satzes von Bottema ueber Eilinien, *Tohoku Math. Journal*, vol. 4, 1941, 221-224.
- [S64] Integral Geometry on Surfaces, *Duke Math. Journal*, vol. 16, 1949, 361-375.
- [S65] Un invariante afín para las curvas convexas del plano, *Math. Notae*, vol. 8, 1949, 103-111.
- [S66] Un invariante afín para los cuerpos convexas del espacio de n dimensiones, *Portugaliae Mathematica*, vol. 8, 1949, 155-161.
- [S67] Integral Geometry on Projective and Affine Spaces, *Annals of Math.*, vol. 51, 1950, 739-755.
- [S68] Geometría integral en los espacios tridimensionales de curvatura constante, *Math. Notae*, vol. 9, 1950, 1-28.
- [S69] On Parallel Hypersurfaces in the Elliptic and Hyperbolic n-Dimensional Space, *Proceedings de la A.M.S.*, vol. 1, 1950, 325-330.
- [S70] Una fórmulas integrales y una definición del área q-dimensional de un conjunto de puntos, *Revista de Matemáticas y Física Teórica de la Universidad de Tucumán*, vol. 7, 1950.
- [S71] Una desigualdades entre los elementos de un tetraedro en geometría no euclidiana, *Math. Notae*, vol. 9, 1950, 113-117.
- [S72] Sobre una fórmulas integrales y valores medios referentes a figuras convexas móviles en el plano, *Publ. de la Fac. de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires*, vol. 1, 1950, 25-45.
- [S73] Observaciones sobre superficies y poliedrales inscriptas, *Las Ciencias*, Madrid, vol. 15, 1950.
- [S74] Integral Geometry in General Spaces, *Proceedings of the International Congress of Mathematicians*, Cambridge, vol. 1, 1950, 483-489.

- [S75] Generalización de una desigualdad de H.Hornich a espacios de curvatura constante, *Revista de la Unión Matemática Argentina*, vol. 15, 1951, 62-66.
- [S76] La probabilidad en las construcciones geométricas, *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, vol. 152, 1951, 203-229.
- [S77] On Permanent Vector Varieties in n-Dimensions, *Portugaliae Math.*, vol. 10, 1951, 125-127.
- [S78] Problemas de Geometría Integral, *Symposium sobre algunos problemas matemáticos que se están estudiando en América Latina*, Punta del Este, Uruguay, vol. ?, 1951, 23-40.
- [S79] Integral Geometry in Hermitian Spaces, *American Journal of Math.*, vol. 74, 1952, 423-434.
- [S80] Dos propiedades de los círculos sobre la superficie esférica, *Math. Notae*, vol. 11, 1952, 73-78.
- [S81] Geometría Integral en espacios de curvatura constante, *Publicaciones de la Comisión Nac. de Energía Atómica, Serie Matemática*, vol. 1, 1952, 1-68.
- [S82] Algunos valores medios sobre la semiesfera, *Math. Notae*, vol. 12, 1952, 32-37.
- [S83] Measure of sets of geodesics in a Riemannian Space and Applications to Integral formulas in elliptic and Hyperbolic Spaces, *Summa Brasiliensis Mathematicae*, vol. 3, 1952, 1-11.
- [S84] On the Kinematic Formula in Spaces of Constant Curvature, *Proceedings of the International Congress of mathematicians*, Amsterdam, 1954.
- [S85] Una generalización del teorema de los cuatro vértices, *Math. Notae*, vol. 11, 1954, 69-78.
- [S86] Sobre unos tensores análogos al de curvatura en espacios de conexión afín no simétrica, *Revista de Matemáticas y Física Teórica de la Universidad de Tucumán*, vol. 10, 1954. 19-26.
- [S87] Sobre el teorema de Holditch y análogos en geometría no euclidiana, *Math. Notae*, vol. 14, 1954, 32-49.
- [S88] Cuestiones sobre geometría diferencial afín de superficies, *Coloquio sobre algunas cuestiones matemáticas que se están estudiando en América Latina*, II. Villavicencio, Mendoza, 1954, 21-33.

- [S89] On Geometry of Numbers, *Japanese Journal of Math.*, vol. 7, 1955, 208-213.
- [S90] Cuestiones de geometría diferencial e integral en espacios de curvatura constante, *Rendiconti del Seminario Mat. di Torino*, vol. 14, 1955, 277-295.
- [S91] Sur la mesure des espaces linéaires qui coupent un corps convexe et problèmes qui s'y rattachent, *Coloquio sobre cuestiones de realidad*, Liège, 1955, 177-190.
- [S92] Sobre las cuerdas de una curva convexa, *Revista de la Unión Mat. Argentina*, vol. 17, 1955, 217-222.
- [S93] Sobre la distribución de los tamaños de los corpúsculos contenidos en un cuerpo a partir de la distribución en sus secciones, *Trabajos de Estadística*, Madrid, vol.6, 1956, 181-196.
- [S94] Curvas sobre una superficie extremales de una función de la curvatura y de la torsión, *Abhandlungen der Hamburgische Universität*, vol. 20, 216-222, 1956.
- [S95] Sobre la unicidad de los operadores vectoriales, *Math. Notae*, vol. 14, 1956, 120-132.
- [S96] On the Mean Curvatures of a Flattened Convex Body, *Revue du Fac. des Sciences*, Université Istanbul, vol. 21, 1956, 189-194.
- [S97] Unas propiedades de la representación conforme local de una superficie sobre otra, *Rev. de la Unión Mat. Argentina*, vol. 18, 1957, 45-52.
- [S98] Geometría diferencial afín y cuerpos convexos, *Math. Notae*, vol. 16, 1957, 20-42.
- [S99] Unas desigualdades referentes a figuras convexas del plano y del espacio, *Actas de la reunión de la Unión Mat. Arg.*, Bahía Blanca, 1957.
- [S100] Un nuevo invariante afín para las figuras convexas del plano y del espacio, *Math. Notae*, vol. 16, 1958, 78-91.
- [S101] Sobre las ecuaciones del campo unificado de Einstein, *Revista de Mat. y Física Teórica de la Universidad de Tucumán*, vol. 12, 1959, 31-55.
- [S102] Two Applications of the Integral Geometry in Affine and Projective Spaces, *Publ. Math. Debrecen*, vol. 7, 1960, 226-237.
- [S103] Sobre las teorías del campo unificado, *Rev. de la Unión Mat. Argentina*, vol. 19, 1960, 195-206.

- [S104] Una fórmula de Steiner para superficies paralelas en geometría afín, *Revista de Mat. y Física Teórica de la Universidad de Tucumán*, vol. 13, 1960, 194-208.
- [S105] Sobre la fórmula de Gauss-Bonnet para poliedros en espacios de curvatura constante, *Rev. de la Unión Mat. Argentina*, vol. 20, 1960, 79-91.
- [S106] Sobre los sistemas completos de desigualdades entre los elementos de una figura convexa plana, *Math. Notae*, vol. 17, 1961, 82-104.
- [S107] On the Measure of sets of Parallel Linear Spaces in affine Space, *Canadian Journal of Math.*, vol. 14, 1962, 313-319.
- [S108] Sobre unas propiedades características de la esfera, *Revista de Mat. y Física Teórica de la Universidad de Tucumán*, vol.14, 1962, 287-297.
- [S109] Sobre la fórmula fundamental cinemática de la geometría integral en espacios de curvatura constante, *Math. Notae*, vol. 18, 1963, 79-94.
- [S110] Una relación entre las curvaturas medias de cuerpos convexos paralelos en espacios de curvatura constante, *Rev. de la Unión Mat. Argentina*, vol. 21, 1963, 121-137.
- [S111] Integral Geometry of the Projective Groups on the plane depending on more than 3 parameters, *Ann. Scient. University of Iasi*, vol. 11, 1965, 307-335.
- [S112] On Einstein's Unified Field Theory, *Perspectives in Geometry and Relativity*, Indiana University Press, 1966, 343-352.
- [S113] Valores medios para polígonos formados por rectas al azar, *Revista de Mat. y Física Teórica de la Universidad de Tucumán*, vol. 16, 1966, 29-44.
- [S114] Sobre el recíproco de un teorema de Jacobi referente a curvas del espacio, *Revista de Mat. y Física Teórica de la Universidad de Tucumán*, vol. 17, 1967, 83-89.
- [S115] Horocycles and Convex Sets in the Hyperbolic Plane, *Archiv. Math.*, vol. 28, 1967, 83-89.
- [S116] Grupos del plano respecto de los cuales los conjuntos de puntos y de rectas admiten una medida invariante, *Rev. de la Unión Mat. Argentina*, vol. 23, 1967, 119-148.
- [S117] Integral Geometry, *Studies in Global Analysis and Geometry*, Editado por S.S. Chern, The Mathematical Association of America, Prentice Hall, 1967, 147-193.

- [S118] Spaces with two affine connections, *Bull. Calcuta Math. Soc.*, vol. 59, 1967, 3-8.
- [S119] Horospheres and Convex Bodies in Hyperbolic Space, *Proc. Amer. Math. Society*, vol. 19, 1968, 390-395.
- [S120] Curvaturas absolutas totales de variedades contenidas en un espacio euclidiano, *Acta Científica Compostelana*, vol. 5, 1968, 140-158.
- [S121] On some Geometric Inequalities in the Style of Fary, *Amer. J. Math.*, vol. 91, 1969, 25-41.
- [S122] Convexidad en el plano hiperbólico, *Revista de Mat. y Física Teórica de la Universidad de Tucumán*, vol. 19, 1969, 174-183.
- [S123] Algunos problemas de geometría diferencial, *Notas Científicas serie A, Matemáticas*, Lima, vol. 7, 1969, 27-47.
- [S124] Mean values and curvatures, *Izv. Akad. Nauk. Armejan, SSR, Ser. Math.*, vol. 5, 1970, 286-295.
- [S125] Probabilidades sobre cuerpos y cilindros convexos, *Rev. Unión Mat. Argentina*, vol. 25, 1970, 286-295.
- [S126] Averages for Polygons Formed by Random Lines in Euclidean and Hyperbolic Planes, *Journal of Applied Probability*, con Y. Yáñez, vol. 9, 1972, 140-157.
- [S127] Sobre algunas teorías asimétricas del campo unificado, *Rev. Acad. Ciencias de Madrid*, vol. 6, 1972, 395-425.
- [S128] Unified Field Theories of Einstein Type deduced from a Variational Principle: Conservation Laws, *Tensor*, vol. 25, 1972, 383-389.
- [S129] Total curvatures of Compact Manifolds Immersed in Euclidean Space, *Symposia Math.*, vol. 14, Inst. Naz. di Alta Matematica, Roma, Academic Press 1974, 363-390.
- [S130] Curvas y cuaterniones, *Rev. Unión Matemática Argentina*, vol. 27, 1974, 41-52.
- [S131] Sobre las geodésicas del universo de Godel-Synge, *Homenaje a Lora Tamayo*, Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de Madrid, 1975, 51-69.
- [S132] The Kinematic Formula in Integral Geometry for Cylinders, *Annali di Matematica*, vol. 103, 1975, 71-79.

- [S133] Plane and Line Segment Processes, *J. Appl. Prob.*, con N. Fava, vol. 15, 1978, 494-581.
- [S134] Random processes of Linear Segments and Graphs, *Lecture Notes on Biomathematics*, Springer, vol. 23, 1978, 279-294.
- [S135] Conjuntos de segmentos sobre superficies, *Math. Notae*, vol. 26, 1978, 63-72.
- [S136] Random Processes on manifolds in  $R^n$ , *Zeitsch. Wahrscheinlichkeitstheorie*, con N. Fava, vol. 50, 1979, 85-91.
- [S137] Integral Geometry, History and Perspectives, *Proc. IV Int. Congress on Diff. Geom.*, Santiago de Compostela, 1979, 1-48.
- [S138] Random Lines and Tesselations in a Plane, *Stochastica*, vol. IV, 1980, 3-13.
- [S139] Probabilidades Geométricas. Geometría Integral y Geometría Estocástica, *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Buenos Aires, vol. 32, 1980, 65-93.
- [S140] Cauchy and Kubota Formulas for Convex Bodies in Elliptic n-Space, *Rend. Sem. Mat. Univ. Torino*, vol. 38, 1980, 51-58.
- [S141] Notes on the Integral Geometry in the Hyperbolic Plane, *Portugaliae Math.*, vol. 39, 1980, 239-249.
- [S142] Segmentos al azar en  $E_n$ , *Revista de Mat. y Física Teórica Univ. Tucumán*, vol. 26, 1981, 229-238.
- [S143] Geodesics in Godel-Synge Space, *Tensor*, 1982, 173-178.
- [S144] An Inequality between the parts into which a Convex Body is divided by a Plane Section, *Rend. Circ. Mat. Palermo*, vol. 32, 1983, 124-130.
- [S145] Geometría Integral del Plano Afín, *Publicación CRM*, num 2. 1984.
- [S146] Mixed Random Mosaics, *Math. Nachrichten*, vol. 117, 1984, 124-130.
- [S147] Algunos problemas actuales de la Geometría Estocástica, Notas del First International Symposium de Barcelona, 1983.
- [S148] On some Invariants under Similitudes for Convex Bodies, *Discrete Geometry and Convexity*, New York Acad. Sciences, 1985, 128-131.
- [S149] Un problema simple de decisión y un problema de espera, *Trabajos de Estadística e Investigación Operativa*, vol. 36, Madrid, 1985, 269-279.

- [S150] On the Measure of Line Segments Entirely Contained in a Convex Body, *Aspects of Math. and its Appl.*, Elsevier Science Publ., volumen dedicado a L. Nachbin, 1986, 677-687.
- [S151] On the superposition of Random Mosaics, *Acta Stereologica*, vol. 6, 1987, 141-145.
- [S152] Affine Integral Geometry and Convex Bodies, *J. of Microscopy*, vol. 152, 1988, 229-233.
- [S153] Fórmulas fundamentales de la Estereología usando secciones por variedades no lineales, *Rev. de la Unión Mat. Argentina*, vol. 34, 1988, 56-68.
- [S154] Mosaicos Aleatorios, *Rev. Real Acad. Ciencias Exactas de Madrid*, vol. 82, 1989, 483-522.
- [S155] Geometría Diferencial, Geometría Integral y Geometría Estocástica, *Noticiero de la U.M.A.*, vol., 1991.
- [S156] Fundamentos de la Estereología en los espacios euclidianos e hiperbólicos de tres dimensiones, *Rev. Acad. Canaria de Ciencias*, vol. VII, 1995, 117-134.

## LIBROS

- [S157] *Historia de la Aeronáutica*, Espasa-Calpe Argentina, 1946.
- [S158] *Geometría Integral*, (con J. Rey Pastor). Espasa-Calpe Argentina, 1951.
- [S159] *Introduction to Integral Geometry*, París: Hermann 1953.
- [S160] *La probabilidad y sus Aplicaciones*, Buenos Aires: Editorial Iberoamericana, 1955.
- [S161] *Geometría Analítica*, (con J. Rey Pastor y M. Balanzat). Ed. Kapelusz, Buenos Aires, 1955.
- [S162] *Vectores y tensores*, EUDEBA, Buenos Aires, 1961.
- [S163] *Geometrías no euclidianas*, EUDEBA, Buenos Aires, 1961.
- [S164] *Geometría proyectiva*, EUDEBA, Buenos Aires, 1966.
- [S165] *Espacios vectoriales y Geometría Analítica*, Monografías de la OEA, Washington, 1965.
- [S166] *La Matemática en la Escuela Secundaria*, EUDEBA, Buenos Aires, 1966.

- [S167] *Probabilidad e inferencia estadística*, Monografías de la OEA, Washington, 1970.
- [S168] *Evolución de las Ciencias en la República Argentina. Tomo I: La Matemática*, (con otros autores). Sociedad Científica Argentina, Buenos Aires, 1975.
- [S169] *L'educació matemàtica avui*, Teide, Barcelona, 1975.
- [S170] *Geometría Espinorial*, Buenos Aires: Instituto Argentino de Matemática, CONICET, 1976.
- [S171] *Integral Geometry and Geometric Probability*, Encyclopedia of Mathematics and its Applications, Massachussets, Addison-Wesley, Reading, 1976.
- [S172] *Julio Rey Pastor, matemático*, (con S. Rios y M. Balanzat). Instituto de España, Madrid, 1979.
- [S173] *Señorita: ¿qué es la estadística?*, (con otros autores). República Argentina, Editorial COPEA, 1991.
- [S174] *La matemática: una filosofía i una tècnica*, Vic: Eumo editorial, 1993. Versión castellana: Ed. Ariel, Barcelona, 1994.
- [S175] *La enseñanza de las matemáticas en la educación intermedia. Tratado de educación personalizado*, (dirigido por Victor Garcia Hoz). Ed. Rialp, Madrid, vol 14.
- [S176] *La geometría en la formación de profesores*, Red Olímpica, Buenos Aires, 1994.
- [S177] *Enfoques hacia una didáctica humanística de la matemática*, (con otros autores). Ed. Troquel, Buenos Aires, 1994.
- [S178] *Matemática I para la enseñanza general básica (EGB)*, Ed. Kapelusz, Buenos Aires, 1993.
- [S179] *Matemática II para la enseñanza general básica (EGB)*, Ed. Kapelusz, Buenos Aires, 1994.
- [S180] *Matemática III para la enseñanza general básica (EGB)*, Ed. Kapelusz, Buenos Aires, 1995.
- [S181] *De educación y estadística*, (con otros autores). Série Eureka, Ed. Kapelusz, Buenos Aires, 1994.

## ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN Y EDUCACIÓN MATEMÁTICA

- [S182] Algunos problemas geométricos que plantea la navegación aérea, *Boletín Matemático*, Buenos Aires, vol. 13, 1940.
- [S183] Sobre las probabilidades continuas, *Ciencia*, México, vol. 1, 1940.
- [S184] Posibilidades del vuelo interplanetario, *Revista de Ingeniería y Arquitectura*, Rosario, 1942.
- [S185] La matemática y el lenguaje, *Asociación cultural de conferencias*, Rosario, 1941.
- [S186] Nicolo Tartaglia y la resolución de la ecuación de tercer grado, *Math. Notae*, vol. 1, 1941.
- [S187] Isaac Newton y el Binomio, *Math. Notae*, vol. 2, 1942.
- [S188] La probabilidad y sus diversas aplicaciones, *Asociación cultural de conferencias*, Rosario, 1941.
- [S189] Breve historia y estado actual de algunas quimeras y fantasías del hombre, *Revista Centro de Estudiantes*, Fac. Ciencias Matemáticas, Rosario 1943.
- [S190] Origen y desarrollo de la geometría integral, *Rev. Universidad Católica del Perú*, vol. 12, 1944.
- [S191] Origen y evolución de algunas teorías matemáticas, *Rev. de Ingeniería*, Montevideo, 1945.
- [S192] Sobre el problema del radio de acción de los aviones, *Revista Centro de Estudiantes*, Fac. Ciencias Matemáticas, Rosario 1945.
- [S193] Las probabilidades geométricas y la geometría integral, *Bol. de la Fac. de Ingeniería*, Montevideo, vol. 3, 1945.
- [S194] Contribución de la aviación al progreso de las ciencias, *Asociación cultural de conferencias*, Rosario, 1941.
- [S195] Aplicaciones y problemas actuales de algunas teorías matemáticas, *Anales Soc. Científica Argentina*, vol. 150, 1950.
- [S196] Nuevos problemas planteados a la matemática por las otras ciencias, *Bol. Centro Coop. Cient. UNESCO*, Montevideo, 1952.
- [S197] El problema de la unificación de los campos: la última teoría de Einstein, *Mundo Atómico*, Buenos Aires, 1953.

- [S198] La última teoría del campo unificado de Einstein, *Ciencia e Investigación*, Buenos Aires, vol. 9, 1953.
- [S199] La probabilidad en geometrías no euclidianas, *Estocástica*, vol. 2, 1954.
- [S200] Aspectos modernos en el campo de la geometría, *Ciencia y Tecnología*, OEA, vol. 4, Washington, 1954.
- [S201] La obra de Einstein en el campo matemático, *Ciencia e Investigación*, Buenos Aires, 1955.
- [S202] Geometría Analítica y Geometría Sintética, *Anales de la Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, vol. 15, 1960, 9-31.
- [S203] La matemática en la Argentina, *Revista Universitaria de Buenos Aires*, V Época, vol. 2, 1961.
- [S204] Geometrías finitas, *Ciencia e Investigación*, Buenos Aires, vol. 19, 1963, 49-62. Con R. Carranza.
- [S205] Perspectivas del desarrollo de la matemática en América Latina, *Rev. Union Matemática Argentina*, vol. 20, 1960, 23-32.
- [S206] La obra científica de Beppo Levi, *Math. Notae*, vol. 18, 1962, 23-38.
- [S207] La formación de profesores de matemática, *Educación Matemática en las Américas I*, Columbia University, Teachers College, 1962. Con A. Valeiras.
- [S208] La enseñanza de las ciencias en la escuela media: la Matemática, *Ciencia e Investigación*, vol. 19, 1963, 245-252.
- [S209] La matemática moderna en las escuelas primaria y secundaria, *La Educación*, OEA Washington, vol. 37, 1965, 25-44.
- [S210] Álgebra y Geometría: sus vinculaciones, *Anales de la Academia Nacional Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, vol. 20, 1965, 47-63.
- [S211] Problemas que encuentra la reforma de la enseñanza de la matemática en América Latina referente a los profesores y programas, *Ed. Mat. en las Américas II*, 1966, 23-29.
- [S212] Preparación de profesores de matemática para la enseñanza secundaria, *Ed. Mat. en las Américas II*, 1966, 189-196. Con R. Voelker.
- [S213] La Matemática en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires en el período 1865-1930, *Boletín Academia de Ciencias*, Córdoba, Buenos Aires, 1970, 255-273.

- [S214] La Matemática y la Educación, *Publicación de la Oficina de Ciencias de la Unesco para América Latina*, Montevideo, 1972.
- [S215] Editoriales sobre Política Científica, *Ciencia e Investigación*. Etapa en que fue codirector, 1968-72.
- [S216] La matemática y su enseñanza en los niveles elemental, medio y superior *Actas del IV Congreso Bolivariano de Matemáticas*, Panamá, 1973 (publicado también en *Conceptos de Matemática*, 1973, num. 27).
- [S217] Las aplicaciones de la Matemática en la Enseñanza Secundaria: Papel de la Estadística y de la Probabilidad, *Las aplicaciones de la Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática en la Escuela Media*, UNESCO para América Latina, Montevideo, 1974.
- [S218] Panorama de la Matemática en América Latina en 1974, *Boletín de la Oficina de Ciencias de la UNESCO*, Montevideo, num. 8, 1974.
- [S219] La teoría de los conjuntos y la enseñanza de la Matemática, *Conceptos de Matemática*, num. 34, 1975, 4-10.
- [S220] El Tercer Congreso Internacional sobre Educación Matemática, *Conceptos de Matemática*, num. 40, 1976, 19-24.
- [S221] La Enseñanza de la Matemática: de Platón a la Matemática Moderna, *Revista del Instituto de Investigaciones Educativas (IIE)*, año 3, num. 13, Buenos Aires, 1977, 3-26.
- [S222] El debate actual sobre la Matemática Moderna, *Revista del Instituto de Investigaciones Educativas IIE*, año 3, num. 14, Buenos Aires 1977, 3-22.
- [S223] Geometría y Física, *Conceptos de Matemática*, num. 43, 1977, 24-34.
- [S224] Los módulos en la enseñanza y aprendizaje de la matemática en la escuela secundaria, *Publicación de la oficina regional de la UNESCO para América Latina*, Montevideo, 1977 (con diversos autores).
- [S225] El pensar Matemático: la Matemática en la Técnica y en el Arte, *Revista Hitos*, Buenos Aires, 1978.
- [S226] Información y Cultura, *Revista Nacional de Cultura*, año 1, num. 1, Buenos Aires 1978, 75-81.
- [S227] La Matemática y las Ciencias del Hombre, *Métodos cuantitativos en las Ciencias Sociales*, (en memoria del Dr. Barral Souto,) Buenos Aires, 1979, 137-152.
- [S228] Matemática y Sociedad, *Docencia*, Buenos Aires, 1980.

- [S229] Teaching Statistics in Argentina, *Teaching Statistics*, vol. 2, 1980.
- [S230] Prólogo a D. Papp, *Filosofía de las leyes Naturales*, Buenos Aires, Troquel 1980, 2ª edición.
- [S231] Influencia de Einstein en el campo matemático, *Conmemoración de Einstein en el centenario de su nacimiento*, Universidad Nacional de Tucumán, 1981, 27-46.
- [S232] Computación y probabilidad en Educación, *Revista del Instituto de Investigaciones Educativas*, num. 37, 1982, 3-14.
- [S233] Ciencia Argentina: su Historia y su Filosofía, *Actas de las primeras Jornadas de Historia del Pensamiento Científico Argentino*, Buenos Aires, 1982, 13-19.
- [S234] El cultivo de actitudes científicas para una educación integral del hombre, *El sistema educativo hoy*, CINAIE, vol. 1. Buenos Aires, 1983, 15-26.
- [S235] La Ciencia y la Técnica en la Sociedad contemporánea, Buenos Aires, CONICET, 1983.
- [S236] Labor de Terradas en Argentina, *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, (en memoria de Esteve Terradas) , 1983.
- [S237] Geometría Integral, Estereología y Tomografía Computarizada, *Ciência Hoon Statistics*, Rio de Janeiro, vol. 2, num 15, 1984, 26-32.
- [S238] Ciencia, Técnica y Sociedad a fines del segundo milenio, *Revista de la Escuela Superior de Guerra*, 1984.
- [S239] El papel de la Universidad en el desarrollo científico y tecnológico, *Educación Superior*, UNESCO, num. 16, Caracas, 1984.
- [S240] La Información y su influencia en la Ciencia y la Filosofía, *Estudios dedicados a Luis Farré*, FEPAI, 1985, 75-79.
- [S241] La Enseñanza de la Geometría en el ciclo Secundario, *La Enseñanza de la Matemática a debate*, Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, 1985, 11-23.
- [S242] La Ciencia y la Técnica a fines del siglo XX, *Ingeniería Militar*, 1985, 5-8.
- [S243] The work of Wilhelm Blaschke and Integral Geometry, *Blaschkes Gesammelte Werke*, Essen: Thales-Verlag, vol. 2, 1985, 211-218.
- [S244] La Matemática en la Educación, *Docencia*, Buenos Aires, 1986.

- [S245] El Ingeniero José Babini, matemático e historiador de la Ciencia *Actas de las segundas jornadas de Historia del Pensamiento Científico Argentino*, Buenos Aires, 1986, 135-138.
- [S246] La enseñanza de las Ciencias en la Escuela Media, *Docencia*, Buenos Aires, 1987.
- [S247] Pensar determinista, pensar probabilista, pensar informático, *Anales del primer Congreso Argentino de Informática Educativa*, Buenos Aires, 1987, 5-10.
- [S248] Influencia de la Ciencia en la Literatura, *Literatura y Ciencia*, Fundación Casa de la Cultura de Córdoba, 1988, 29-33.
- [S249] Estadística y Probabilidad en la Escuela Media, *Elementos de Matemática, II*, num. 17, 1988, 16-26.
- [S250] La Probabilidad en la Escuela Media: uso de tablas al azar, *Épsilon (Revista de la Sociedad Matemática Thales)*, num. 10, 1988, 9-22.
- [S251] Julio Rey Pastor, en el centenario de su nacimiento, *Ciencia e Investigación*, Buenos Aires, vol. 42 1988, 326-330.
- [S252] Proporcionalidad y probabilidad, *Revista de la Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas*, num. 18, 1988, 7-17.
- [S253] Rey Pastor en Hispanoamérica, *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Conmemoración del centenario del nacimiento de Rey Pastor, Madrid 1988, 27-34.
- [S254] La investigación científica, profesión de nuestro siglo, *Academia de Ciencias de Buenos Aires*, 1988
- [S255] La probabilidad en la enseñanza secundaria, simulación de juegos, *Revista de Educación Matemática*, vol. 4, 1989, 4-17.
- [S256] La ciencia en los umbrales del tercer milenio, *Ingeniería Militar*, Buenos Aires, año 5, num. 9, 1989, 4-11.
- [S257] La obra de Rey Pastor en geometría y topología, *Revista de la UMA*, vol. 35, 1989, 3-12.
- [S258] Método experimental y método matemático, *Elementos de Matemática*, vol. 5, num. 17, 1990.
- [S259] Matemáticas para no matemáticos, (memorias del Congreso Iberoamericano), UNESCO, Sevilla, 1990.

- [S260] El ensayo del Científico, *Fundación Casa de Cultura de Córdoba*, 1990, 16-21.
- [S261] Olimpíadas Matemáticas, *Revista de Educación Matemática*, vol. 6, 1991, 21-36.
- [S262] Fractales y sistemas caóticos, *Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires*, vol. 14, 1991.
- [S263] Matemática y cultura general, *SUMA*, Huelva, vol. 10, 1992, 4-8.
- [S264] Conjuntos Fractales, *Elementos de Matemática*, vol. 1, 1992, 5-26.
- [S265] La Ciencia en Hispanoamérica durante los quinientos años del descubrimiento, *Anales Academia de Ciencias Exactas*, Buenos Aires, vol. 44, 1992.
- [S266] José Babini, matemático, *Saber y tiempo*, Buenos Aires, num. 3, 1997.
- [S267] Matemáticas para profesores, *Épsilon (Revista de la Sociedad matemática Thales)*, SAEM, Sevilla, num. 38, 1997.

## REFERENCIA BÁSICA DE ESTE ARTÍCULO

- [D] XAVIER DURÁN, *Lluís Santaló*, Col·lecció de Biografies de la Fundació Catalana per a la Recerca, num. 7, ISBN: 84-89570-21-3

A. Reventós Tarrida  
Departamento de Matemáticas  
Universitat Autònoma de Barcelona  
08193, Bellaterra, Barcelona  
correo electrónico: [agusti@mat.uab.es](mailto:agusti@mat.uab.es)