REVISTA DE LA
UNION MATEMATICA ARGENTINA
Volumen 42, Número 2, 2001, Páginas 113-117

AL MAESTRO...
SEMBLANZA DEL DR. LUIS A. SANTALÓ

LILIANA M. GYSIN Y URSULA M. MOLTER

"Lo peor es que alguien que pudiera hacer mucho no lo haga porque no ha encontrado al maestro adecuado, o porque no lo han guiado. Debe haber muchísimos así", decía Santaló en una entrevista [1].

Los que tuvimos la suerte de encontrar al maestro adecuado, que además estaba siempre allí cuando teníamos alguna duda e íbamos a buscarlo, quisiéramos hoy -como tantas veces- poder encontrarlo en su oficina de la Facultad para consultarlo. Ya no está para cuidarnos, y el vacío es muy grande. Pero quedan los recuerdos, las enseñanzas, los consejos y el ejemplo de vida. Intentaremos compartir algo de ello, como un humilde homenaje a nuestro maestro.

Nacido en Gerona, España, el 9 de Octubre de 1911 (9/10/11, fácil de acordarse, decía Santaló), en el seno de una familia de educadores, donde cursó los estudios

primarios y "para empezar- porque la carrera de magisterio después servía para ingresar a la universidad-" [1] el magisterio. Luego fue a Madrid para estudiar ingeniería, volcándose rápidamente a las ciencias exactas. Allí en Madrid, al terminar la carrera, fue profesor de enseñanza media. Él mismo cuenta de esta época que [1] "estaba en un solo colegio, estaba bien y me decía: Iré haciendo carrera aquí, en el peor caso me preparo para la universidad. Y Rey Pastor dijo: No, no, váyase. Y me mandó a Alemania un año. Él me consiguió la beca y se lo agradecí mucho. Él fue el verdadero maestro...."

En 1934 fue a la Universidad de Hamburgo, donde participó del seminario de Blaschke, y el 15 de febrero de 1936 presentó la Memoria **Nuevas aplicaciones del concepto de medida cinemática en el plano y en el espacio** [4], para obtener el grado de Doctor en Ciencias Exactas en la Universidad de Madrid.

Santaló regresó a Madrid con 25 años y 8 trabajos publicados, al tiempo que se desataba la guerra civil, siendo asignado a la aviación con destino en una base aeronáutica a las órdenes de un militar científico. Al fin de la guerra, debiendo huir de España, fue Rey Pastor nuevamente quien lo ayudó a emigrar, logrando su incorporación a la comunidad matemática argentina, en Rosario, Santa Fé. Allí permaneció diez años, conoció a Hilda (Chichí) con quien contrajo matrimonio y allí también nacieron sus tres hijas (Tessi, Alicia y Claudia). Fue luego profesor en La Plata, en la Escuela Superior Técnica del Ejército e investigador en la Comisión Nacional de Energía Atómica, pasando finalmente a ocupar un cargo en el Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, donde finalizó su carrera como Profesor Emérito.

Recordamos sus últimos años allí, donde luego de haber sufrido su primera dolencia, venía recorriendo el largo pasillo acompañado por su mujer, quien se sentaba en el sillón de su oficina y nos deleitaba, mientras esperábamos para discutir alguna cosa con Santaló, con anécdotas imborrables, por ejemplo, de cuando sus hijas pequeñas le revoloteaban alrededor, mientras él tecleaba incansable en su máquina de escribir.

Comentaba asombrado Santaló cómo el ser humano es capaz de re-aprender cosas que nunca hubiera creído poder olvidar. "Mis nietos", decía, "me enseñan a pronunciar los diptongos". Pero su dificultad para expresarse, que lo alejó de las aulas, no pudo con su entusiasmo ni con sus ganas. Fue en esta época que escribió los tres libros de matemática para el nivel medio: **Introducción a la creatividad**, Volúmenes I, II y III.

La obra impresa de Santaló, entre libros, trabajos, conferencias y artículos de divulgación abarca desde los primeros años de la década del '30, hasta los comienzos de la década del '90 (casi 65 años!), y ronda las 200 publicaciones. El campo en el que más aportes científicos hizo a la matemática es sin duda la Geometría Integral. Gracias a ellos en 1948 obtuvo la beca de la fundación Guggenheim para estudiar en Princeton y Chicago (USA).

La Geometría Integral, o geometría Estocástica, es una rama de la matemática que nace con el "problema de la aguja de Buffon" en el año 1777:

Consideramos un plano (podemos pensar en el piso, o una mesa grande) dividido por rectas paralelas (a una distancia D fija). Sobre el plano se arroja al azar una aguja de longitud a, menor que la distancia entre las rectas. Puede ser que la aguja corte alguna de las rectas paralelas - o que no corte a ninguna. ¿Cuál es la probabilidad p de que alguna recta sea cortada por la aguja? Es $p = \frac{2a}{\pi D}$.

Esta fórmula fue demostrada por Buffon de manera directa. Para demostrarla es necesario "medir las posiciones de la aguja". El resultado se obtiene, dividiendo la la medida de las posiciones en que la aguja corta alguna recta (casos favorables) por la medida de todas las posiciones en que puede caer la aguja (casos posibles).

Surge entonces la necesidad de medir conjuntos de elementos geométricos, además de conjuntos de puntos. Estos últimos habían sido considerados desde el nacimiento de la matemática: longitud, área o volumen. Se debe entonces entender qué significa medir conjuntos de rectas, de planos, conjuntos de curvas o de figuras congruentes cualesquiera.

De estas medidas, que fueron estudiadas por Crofton en 1869 y retomadas y generalizadas por Blaschke en 1936, nació la geometría integral (nombre que le diera Blaschke en su seminario de la Universidad de Hamburgo en 1936). Y fue Santaló quien introdujo la medida sobre conjuntos convexos, estableciendo la famosa "fórmula fundamental cinemática en el plano" [2]:

La medida de todos los convexos K (móviles) que intersecan a uno fijo K_0, *es igual a* $2\pi(F_0 + F) + L_0 L$.

Esta fórmula fue luego generalizada por él mismo al espacio [3], y por Blaschke y Chern (otro "seminarista") al caso de figuras más generales en $\mathbb{R}^n$.

En su tesis doctoral [4], él mismo describe en la introducción: "En los trabajos citados" ([2],[3]) "nos hemos ocupado exclusivamente de figuras limitadas. Faltaba, pues, ver lo que pasaba cuando se considerasen figuras ilimitadas, como son, por ejemplo, los ángulos completos (planos o diedros), las bandas indefinidas del plano limitadas por dos rectas paralelas y las franjas del espacio limitadas por dos planos paralelos. Esto constituye el núcleo principal de este trabajo..."

Se puede decir sin miedo a exagerar, que el Dr. Santaló es uno de los "socios fundadores" de esta especialidad matemática. Sin embargo, deberían pasar casi 30 años para que la comunidad le reconociera su trayectoria e importancia.

Su libro "Integral Geometry and Geometric Probability", *John Wiley & Sons*, 1976, es considerado el "clásico necesario" para cualquiera que quiera realizar investigación relacionada con el tema. En el prefacio el editor dice:

> Only quite recently has there been a reawakening of interest among practitioners of Probability Theory in this beautiful and fascinating branch of Mathematics, and thus the book by Professor Santaló, for many years

the undisputed leader in the field of Integral Geometry, comes at a most appropriate time.

En 1983 y 1986 recibió los premios Príncipe de Asturias y Bernardo Hussay.

Santaló, en la introducción al libro, describe la Geometría Integral, diciendo que "una vez que definida una medida invariante por el correspondiente grupo de transformaciones para los elementos aleatorios que son objetos geométricos (como puntos, rectas, geodésicas, conjuntos congruentes, movimientos o afinidades), la evaluación de esta medida para conjuntos específicos puede llevar a veces a consecuencias destacables de carácter puramente geométrico, en las que la idea de probabilidad se torna accidental. La secuencia de conceptos matemáticos subyacentes a la geometría Integral resulta entonces: probabilidad - medida - grupos y geometría".

Sus clases dejaron marcas en todos los que pudimos disfrutar de la magia con que dibujaba en el aire las relaciones en una, dos , tres o cuatro dimensiones. Santaló usaba los recursos clásicos que eran la tiza y el pizarrón, y los nutría con el uso del aula como imagen del espacio, describiendo coordenadas con ubicación de asientos y con su expresión y sus manos guiándonos a ver, o al menos a intentarlo, esa geometría que para él resultaba tan intuitiva. Hacía hincapié en las ideas y la intuición en un momento en que el formalismo y las estructuras abstractas llevaban la voz cantante en el ambiente matemático. Sin oponerse a las tendencias, las criticaba firme pero suavemente, mientras en el aula y en su oficina reinaba una matemática que casi se podía tocar.

Una de sus principales preocupaciones siempre fue la enseñanza, en todos los niveles. Siguiendo el ejemplo de su maestro, aconsejaba y acompañaba a todos y cada uno en las direcciones, actividades y posibilidades que les podía ofrecer. Decía de él su amigo y colega Manuel Balanzat [6]: "Santaló ha sido maestro de diferentes maneras. Como investigador... dirigiendo tesis doctorales. Sus cursos universitarios son claros y profundos. ..., lo que no quiere decir que todos pueden captar la profundidad de sus enseñanzas, pero eso sí, el que lo consigue queda marcado para el resto de su existencia. También es Santaló maestro por los libros y monografías que ha escrito...ha cultivado también la historia de la matemática...Otro aspecto de la obra de Santaló es su participación en la renovación de la enseñanza de la matemática, sobre todo en la segunda enseñanza. ...En su desempeño en Directorios y Consejos Santaló se caracterizó por la moderación. Puede decirse de él que es apasionadamente moderado...Es inflexible en lo que se refiere a los principios básicos y a los falsos juicios de valor. ...otra característica de su actuar: la disponibilidad. En su despacho y en su casa está siempre trabajando y siempre dispuesto a atender cualquier pedido: desde una consulta sobre matemática o sobre política científica hasta hacerle a un alumno el informe sobre una equivalencia de asignaturas."

Nos queda la duda de por qué su influencia no pudo ser mayor. Decía al respecto Luis Caffarelli, cuando le preguntaron si había algo que pudiera reprocharle a Santaló [1]: "Tendría que pensar un rato largo y no sé. Quizás un único reproche: tendría que haber sido más agresivo y más enérgico para imponer sus ideas. Él es una persona

persona tan gentil, y tan suave y agradable que probablemente por eso no se le haya prestado la atención que merece."

Tal vez también porque no hubo muchos que pudieran estar a su altura para acompañarlo. Como decía Miguel de Guzmán [7]: "Si en nuestro mundo iberoamericano pudiéramos contar con media docena de Santalós es absolutamente cierto que el panorama de nuestra educación cambiaría de forma inmediata."

Quizás sus proyectos fueron demasiado avanzados para esta época, y así como el reconocimiento por su obra entre sus pares tardó en llegar, será la historia la encargada de dar a sus ideas el lugar que merecen, tanto en la disciplina como respecto de la enseñanza de la matemática en todos los niveles. Queda para las generaciones actuales y futuras su obra escrita, como guía y ejemplo.

Para nosotros, los que tuvimos la suerte de conocerlo, quedará por siempre esta sensación de desamparo y el compromiso de intentar seguir su ejemplo, sus ideas y sus luchas, como nuestro humilde homenaje al querido maestro.

Referencias

[1] Testimonios para la experiencia de enseñar- Luis Santaló - Matemático, Científico, Docente, Investigador. Dir. Proyecto:Ana Diamant. Sec. De Cultura y Bienestar Universitario de la Fac. de Psicología - UBA. 1995

[2] Luis A. Santaló. "Geometría Integral 4. Sobre la medida cinemática en el plano". *Abhandlungen aus dem Math. Seminar Hamburg*, 11, 1936.

[3] Luis A. Santaló. "Integralgeometrie 5. Über das kinematische Mass im Raum". *Actualités Scientifiques et industrielles* 357, Hermann & Cie., Paris 1936.

[4] Luis A. Santaló. "Geometría Integral 7. Nuevas Aplicaciones del concepto de medida cinemática en el plano y en el espacio". *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, Madrid, 1936.

[5] Luis A. Santaló. *Integral Geometry and Geometrical Probability - Enc. Of Mathematics and its Applications.* Addison Wesley, 1976.

[6] Luis A. Santaló. "La Geometría en la Formación de Profesores" *Red Olímpica*, 1993.

[7] Miguel de Guzmán. Conferencia plenaria "El papel del matemático en la Educación matemática", *8vo Congreso Internacional de Educación Matemática*, Sevilla, 1996.

Alumnos cuyas Tesis doctorales fueron dirigidas por el Dr. Santaló

- Universidad Nacional de La Plata
  1. German Fernandez
  2. Rebeca Cherep
- Universidad Nacional de Buenos Aires
  3. Raul Luccioni (1963)
  4. Carlos Catou Carrere (1973)
  5. Ricardo Noriega (1979)
  6. Guillermo Keilhauer (1980)
  7. Graciel Birman (1980)
  8. Ursula Molter (1983)
  9. Flora Gutierrez Giusti (1985)

10. Liliana Gysin (1987)
11. Fernand Affentranger (1988)
12. Ana Bernice Guerrero (1988)

Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, Pabellón I, 1428 Capital Federal, ARGENTINA, and CONICET, Argentina.

E-mail address: lgysin@dm.uba.ar, umolter@dm.uba.ar