

## Entrevista amb Lluís A. Santaló

Lluís A. Santaló és un matemàtic català emigrat després de la guerra civil a Argentina i que ha estat un dels principals contribuïdors a una nova branca de la medicina anomenada Geometria Integral. És autor d'un llibre de

text d'aquesta matèria traduït a diversos idiomes i de nombrosos articles de divulgació. L'entrevista la varen realitzar els nostres col·laboradors J. Puigbò i A. Roca el passat mes de novembre.

(ciència): *—¿Ens podria donar algunes dades biogràfiques, on va néixer, on va estudiar, etc.?*

**Santaló:** —Vaig néixer a Girona l'any 1911 i allà vaig estudiar la primària i la secundària. La llicenciatura en ciències exactes la vaig fer a Madrid i en acabar-la vaig ser un any becat a Hamburg per la *Junta de Ampliación de Estudios*. La tesi doctoral la vaig fer també a Madrid on vaig treballar com a professor auxiliar a la Universitat i a l'Institut Lope de Vega. Això va ser l'any 36 i va durar molts pocs mesos ja que de seguida va venir la Guerra Civil que va coincidir justament quan jo era de vacances a Girona i, és clar, ja no vaig tornar a Madrid sinó que em vaig incorporar a l'aviació com a professor a la província de Múrcia l'últim mig any em varen traslladar a la dependència del Ministeri de l'Aire de Barcelona. Després vaig passar a França, vaig estar en un camp de concentració, en vaig poder sortir i anar a París on el matemàtic francès Elie Cartan em convidà a donar unes conferències —en aquella època em va permetre poder estar-me a França 6 o 7 mesos fins que Rey Pastor, matemàtic espanyol que estava a Argentina, em va aconseguir un visat, diners i col·locació i me'n vaig anar cap a l'Argentina. Això va ser l'octubre de l'any 39 i el primer lloc on vaig residir va ser a la Universitat de Rosario 9 o 10 anys. Em vaig casar, vaig tenir 3 filles i l'any 48 vaig anar amb una beca a Guggenheim, EUA, (6 o 7 mesos a Chicago i 3 mesos a Princeton); vaig tornar a l'Argentina, a Buenos Aires, i des de llavors que sóc a la Universitat d'aquesta ciutat. Durant

els primers anys en aquesta universitat no hi havia professors de dedicació exclusiva i per tant jo també era a la Universitat de la Plata i a la Comissió d'Energia Atòmica, fent classes a l'Escuela Superior Técnica del Ejército, és a dir, fent diverses activitats dins de Buenos Aires, però sempre en l'ensenyament matemàtic.

Cap als anys 57-58 es va crear a la Universitat la dedicació exclusiva i vaig deixar totes les altres activitats per dedicar-me al càrrec que tinc des d'aleshores a la facultat de ciències de la Universitat de Buenos Aires; quan vaig tenir 65 anys em van fer professor emèrit i ara ho continuo essent.

(ciència): *—Qüestions d'ambient... anys 30-35... teniu de professor Terrades, Josep M.ª Plans...*

**Santaló:** —Exactament, en Terrades el vaig tenir en dues matèries, en equacions diferencials i en probabilitats, i el vaig tornar a trobar a l'Argentina l'últim any que ell hi era, ja que va marxar allà en acabar la Guerra Civil. Recordo que en Terrades em va rebre molt amablement, fins i tot em va ajudar econòmicament i, al cap d'uns mesos de jo ser allà, ell va tornar aquí.

(ciència): *—Un cop retornat a la Universitat de Madrid: en aquella època hi havia en Rey Pastor qui havia creat la societat Matemàtica, el laboratori etc. i hi havia un ambient d'investigació de les matemàtiques bastant bo, de bastant nivell...*

**Santaló:** —Sí, quan vaig acabar el bat-

xillerat volia estudiar matemàtiques i el meu germà, que era astrònom, ja era a Madrid; en aquella època molt centralitzada la part d'investigació matemàtica era a Madrid; a Barcelona n'hi havia molt poca i era millor l'ambient matemàtic a Madrid que a Barcelona, per això el meu pare, amb molt bon encert, em va enviar a Madrid. Allà vaig estar quatre anys de llicenciatura i després, amb l'ajut de Rey Pastor i de la Junta de Ampliación de Estudios vaig tenir un càrrec a l'Institut Matemàtic d'allà i em van enviar pensionat amb una beca a Hamburg.

(ciència): *—Tot això, en el camp de la matemàtica era obra de Rey Pastor però Rey Pastor aleshores era a l'Argentina...*

**Santaló:** —Sí, en realitat jo no el vaig tenir mai de professor de manera sistemàtica ja que ell venia a fer cursos breus. Era un home que no tenia mai vacances; aprofitava la diferència d'estació entre Espanya i l'Argentina i quan ell tenia vacances allà, aprofitava per venir a Madrid i fer un curs d'un mes i mig; encara que perdés molt temps viatjant amb vaixell era un home tan actiu i tan entusiasta que en un mes feia la feina de tot un any. En realitat tota la matemàtica girava entorn seu: ell distribuïa les beques, les oposicions, canviava els programes, demanava que les biblioteques estiguessin assortides de tot; en fi, ell era el professor que ho movia tot malgrat que només hi era dos mesos l'any i, com ja he dit, la resta dels mesos feia cursos sencers a la facultat d'enginyeria i a la facultat de ciències.

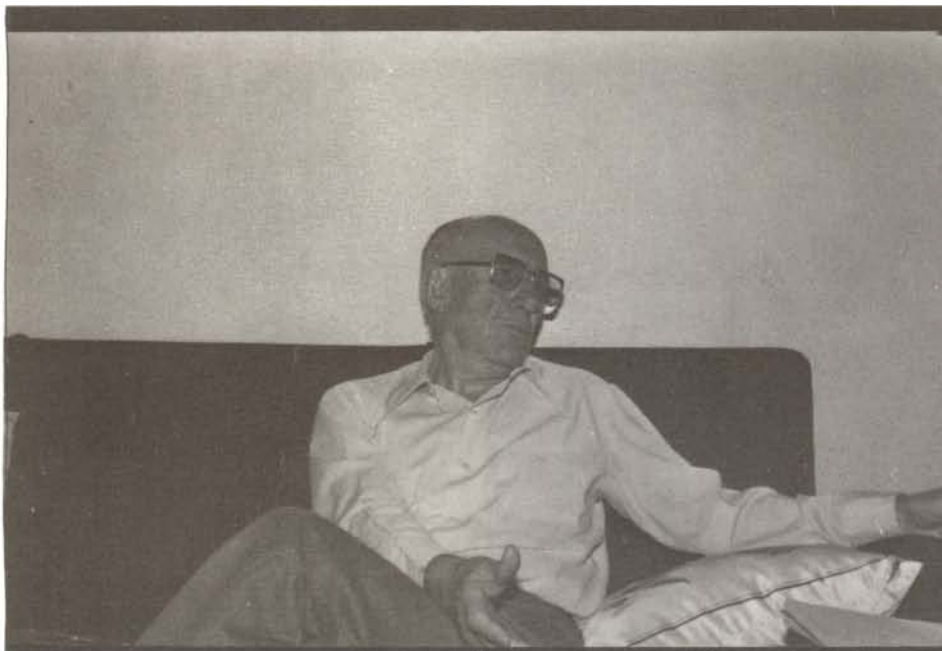


fig. 1  
*"Per als professors sempre ha estat més fàcil ensenyar regles que s'aprenen de memòria que ensenyar a raonar."*

(Fotografies de J. Puigbo)

(ciència): *—A l'Argentina devia passar el mateix que aquí, que la primera llavor la va posar en Rey Pastor.*

Santaló: —Rey Pastor ho va fer tot. Quan ell va arribar a l'Argentina no hi havia res. No hi havia Biblioteca, no hi havia revistes... hi havia professors a les facultats però pel que fa a investigació no hi havia res. Ell va començar a fer cursos i va fer tota una escola. També ens va ajudar molt als quatre espanyols que vam arribar-hi després de la Guerra Civil espanyola. Els quatre espanyols érem: Pere Pi Calleja que va anar a la Universitat de San Juan i després a la de la Plata i l'any 56 va tornar a Espanya; Ernest Coromines que va residir a Buenos Aires i a Mendoza com a professor, i ara fa uns 15 o 20 anys que és professor a Lió; Manuel Balanzat, de Madrid, que va estar-se primer a l'Argentina, després va viure uns anys a França i a Venezuela, però més tard va tornar a l'Argentina on encara viu, i el quart espanyol era jo. Gràcies a Rey Pastor vam poder estar-nos tots quatre a l'Argentina.

(ciència): *—¿Tornant a vostè, quins camps d'investigació tenien alesbores?*

Santaló: —Jo em vaig especialitzar a Alemanya. Quan vaig arribar l'any 34 a Hamburg, hi havia el professor Blaschke que llavors començava una nova disciplina, i arribar a un lloc on es comença una nova disciplina va ser una gran sort per mi. Aquesta disciplina s'anomenava geometria integral. El professor Blaschke havia fet altres

estudis de geometria (teoria de geometria diferencial afí, etc.), però just quan jo vaig arribar començava una nova direcció i això em va permetre "enganxar-m'hi" més fàcilment. Vaig publicar un parell de treballs i la tesi, que després seria la tesi doctoral, i en arribar a l'Argentina ja tenia tota aquesta inèrcia; vaig continuar quant a investigació en aquesta mateixa direcció. En aquest sentit vaig partir més la influència de Blaschke que de Rey Pastor, que era analista, el qual em va ensenyar què és la investigació matemàtica i evidentment em va servir com un extraordinari protector.

També a l'Argentina vaig estar-me deu anys a Rosario, en un institut de matemàtiques dins de la facultat d'Enginyeria però dedicat exclusivament a matemàtiques. Hi havia un professor italià, Beppo Levi, que havia estat expulsat d'Itàlia per motius racials (era jueu). Ell era el director i jo primer era l'ajudant i després el subdirector i vaig tenir la possibilitat d'estudiar tranquil·lament en aquell oasi, mentre Europa estava en guerra gràcies a la neutralitat de l'Argentina.

(ciència): *—Des de principis de segle, no sé si encara és així, l'Argentina es va basar en la importació de cervells per a la investigació...*

Santaló: —Quant a ciència sí, li va passar com a Espanya, que pràcticament va començar amb Ramón y Cajal i l'Argentina va tenir des de principis de segle, l'any 12 o 13, Bernardo Houssay, que després ha estat premi Nobel, fisiòleg, i tota la investigació en fisiologia, bioquímica, etc. va arrancar d'aquí. En matemàtiques, fí-

sica, química va ser diferent. En Rey Pastor va començar l'any 20; després més tard va crear l'Escola Matemàtica. L'Escola Física es va crear l'any 40/50 perquè hi van anar uns alemanys i austríacs, entre els quals Guido Beck l'any 40, que va ajudar en la investigació en física. Abans hi havia hagut uns altres alemanys a principis de segle.

(ciència): *—Sobre això de la geometria integral, ¿quin precedent hi ha, com va néixer?*

Santaló: —Va néixer a Hamburg els anys que jo hi era. Varem partir d'una idea bastant simple però després es va desenvolupar i va tenir èxit en combinar la geometria amb la teoria de probabilitats. El principi era purament teòric, és a dir, hi havia problemes clàssics de probabilitats geomètriques, que havien quedat estancats, fins que en Blaschke, el meu professor, va començar a aplicar-hi la geometria integral i va donar resultat. Jo sempre menciono, perquè crec que val la pena, que una de les aplicacions més notòries, més boniques, més clàssiques ha estat uns treballs de geometria integral d'un alemany l'any 16. Ell volia esbrinar el que hi havia dins d'un cos coneixent el que passa quan es travessa per radiacions lineals. Aleshores el problema és saber què hi ha dins del cos sense desfer-lo. Si podem saber el que passa amb un raig lineal que el travessa mitjançant les densitats que va trobant el raig lineal en diferents direccions, podem reconstruir el que hi ha dins.

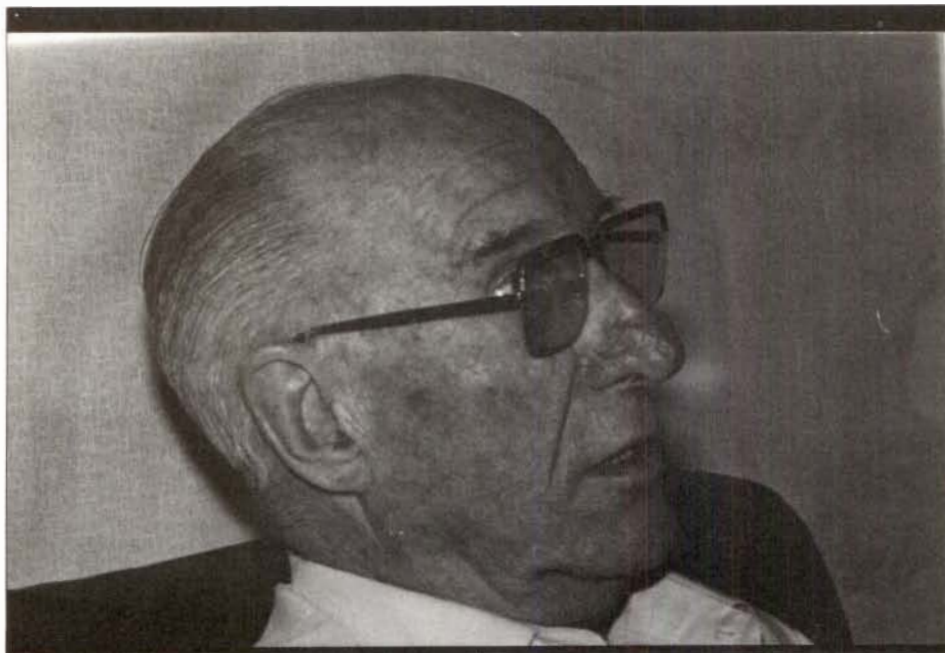


fig. 2  
*"La matemàtica moderna va exagerar una mica volent fer aprendre els conceptes i fins i tot es va pensar que els nois eren més incapaces del que son en realitat."*

(ciència): —*¿Quins són els problemes que avui dia es plantegen?*

Santaló: —Avui dia hi ha indústries a Califòrnia i a l'Argentina que construeixen aquests aparells de tomografia computeritzada, els matemàtics els van perfeccionant cada vegada més per tal que la imatge que s'obté sigui més nítida i l'exploració pugui fer-se en menys temps, evitant així als malalts una exposició excessiva a las radiacions. Els aparells de 3 a 4 anys enrera són vells. Cada any es descobreixen coses noves i els enginyers electrònics i matemàtics que fan els càlculs aconseguen treure un major rendiment a la geometria integral a nivell pràctic. També n'hi ha d'altres, com jo, que fem els càlculs matemàtics a un nivell teòric per tal de col·laborar, encara que no se sap mai si el dia de demà tindrà interès o no. Les matemàtiques són sempre així: teories matemàtiques com a entreteniment, per plantejar problemes, conjectures, per veure si l'alta matemàtica ho pot resoldre sense que de moment tinguin una aplicació pràctica.

A l'Argentina, on sempre s'ha treballat amb la geometria euclidiana, s'està fent actualment geometria integral i, per a geometries no euclidianes, és clar, no se sap si tindrà aplicació o no, però és curiós de veure que passarà si fem servir uns altres postulats que no siguin els euclidians; en matemàtiques se solen fer aquestes coses. Si el que passa és molt fàcil de dir no té importància, però si s'arriba a un resultat curiós s'aconsegueix cridar l'atenció de la gent i es publica com a treball. Actualment, hi ha unes quantes escoles de geometria integral: a Berna, Suïssa, a Alemanya, a París i a

Nord-amèrica, entre altres. Quant a aplicació hi ha aquestes que deia de la tomografia i també altres a ciències naturals per conèixer la composició de roques, el que en diuen estereologia, que vol dir regles i procediments per saber que hi ha dins les roques sense trencar-les, fent-hi passar raig laser al seu través. A partir d'un coneixement parcial podem deduir, integralment tota la composició per això se'n diu geometria integral. Això pel que fa la minerologia. A l'Arqueologia també té importància. Per exemple: es troben restes d'una certa civilització arqueològica (vasos, plats, ceràmiques). Al costat se'n poden trobar d'una altra civilització superposada o aparellada, etc. Es tracta de reconstruir d'aquestes civilitzacions quina era l'anterior o bé si eren simultànies. També en aquest cas són dades aïllades a partir de les quals es tracta de reconstruir-ne més per poder deduir a quina època pertanyien aquestes civilitzacions, com s'estenien, quines eren les fronteres amb una altra civilització etc.

Jo no conec gaire aquest tema però a Anglaterra s'han fet estudis arqueològics en els quals s'ha utilitzat procediments de geometria integral, de geometria estocàstica.

(ciència): —*¿I el problema del dau que vostè ha explicat a la conferència en el "First Catalan International Symposium on Statistics"?*

Santaló: —És un dels problemes no resolts, sembla curiós i fàcil. No és que tingui aplicació pròpia però mou la curiositat dels matemàtics. El problema és aquest: Es tracta de conèixer la probabilitat que en llençar un dau

surti una de les seves cares; si els daus són cúbics no hi ha problema perquè la probabilitat que surti un dos o un tres és la mateixa, però si en lloc de ser cúbic és allargat o té una altra forma, per exemple piramidal o prismàtica, i a cada cara hi posem un número, en jugar als daus sense planteja la pregunta de quina és la probabilitat que surti un tres o un dos si les cares són diferents. En aquest cas depèn molt de la forma, és geometria del cos. ¿Pot tenir aplicació? No ho sabem perquè, per exemple, això depèn molt de la simetria del dau, i en física, en partícules elementals, la simetria té un paper fonamental. Heisenberg deia: "Al principi va ésser la simetria". És un problema típic de geometria integral. Bona part de la teoria de la probabilitat ha nascut dels jocs. Al joc dels daus s'hi juga des de la prehistòria, però jugar amb daus que no siguin cúbics no sé si s'hi ha jugat mai. Vull dir daus que no siguin poliedres regulars, perquè si es tracta d'un tetraedre regular aleshores totes les cares tenen la mateixa probabilitat. Es tracta de saber quina probabilitat hi ha de guanyar quan les cares són desiguals o irregulars.

(ciència): —*En aquest problema vostè parlava que s'havia fet la hipòtesi que la probabilitat era proporcional a l'angle sòlid i es van fer uns experiments i els resultats no concordaven amb la teoria.*

Santaló: —Exacte, fem les hipòtesis geomètriques que semblen naturals: si prenem el centre de gravetat cada una de les cares es veu en un cert angle i, naturalment, la probabilitat que surti aquesta cara hauria de ser proporcio-



fig. 3  
 "Costa molt trencar la tradició de l'ensenyament. El mestre creu que ha d'ensenyar el que ell va aprendre."

nal a l'angle sòlid; es fa la hipòtesi geomètrica, però després quan es fan experiments no resulten per una diferència bastant considerable. Això vol dir que hi ha d'haver efectes que no són solament geomètrics, poden ser efectes físics, com el moviment d'inèrcia, la rotació o l'estabilitat, no ho sé.

(ciència): —En aquest problema vostè parlava que s'havia fet la hipòtesi que la probabilitat era proporcional a l'angle sòlid i es van fer uns experiments i els resultats no concordaven amb la teoria.

Santaló: —Exacte, fem les hipòtesis geomètriques que semblen naturals: si prenem el centre de gravetat cada una de les cares es veu en un cert angle i, naturalment, la probabilitat que surti aquesta cara hauria de ser proporcional a l'angle sòlid; es fa la hipòtesi geomètrica, però després quan es fan experiments no resulten per una diferència bastant considerable. Això vol dir que hi ha d'haver efectes que no són solament geomètrics, poden ser efectes físics, com el moviment d'inèrcia, la rotació o l'estabilitat, no ho sé.

(ciència): —Canviant una mica de tema l'assumpte de la pedagogia de les matemàtiques, ¿com el veu? És a dir, hi ha hagut aquest moviment de les matemàtiques modernes que sembla que ja tothom en torna... Aquí, a l'estat espanyol, als estudiants d'E.G.B. encara se'ls martiritza amb la teoria de conjunts. ¿Vostè que n'opina. Com s'ha plantejat aquesta qüestió a l'Argentina, per exemple?

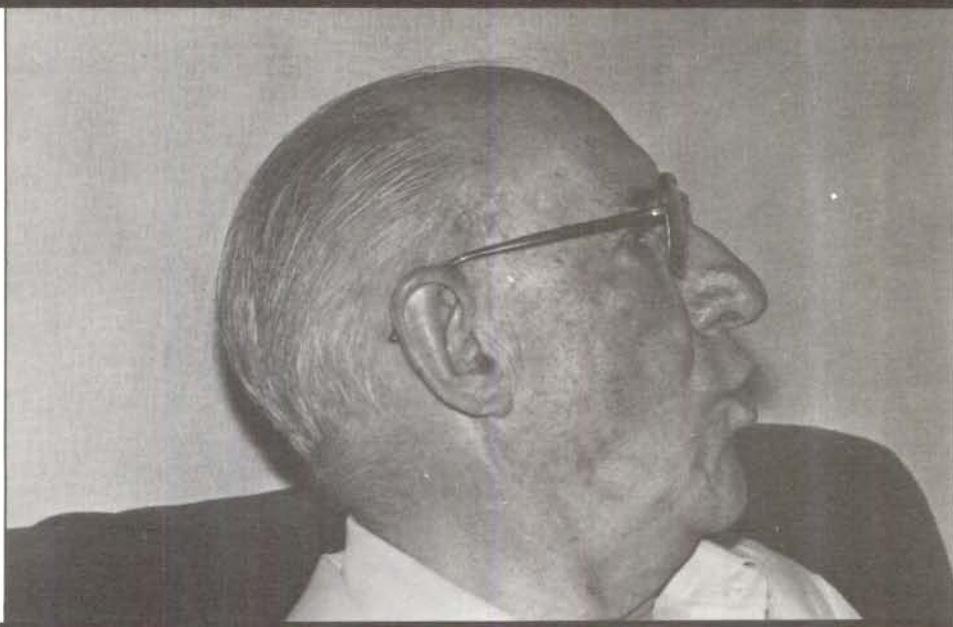
Santaló: —A l'Argentina, com a tot arreu del món, a la dècada dels seixanta va estar de moda, molts llibres en parlaven i se'n feien congressos. Com sempre succeeix en aquests moviments, en molta part tenien raó. Es feia una matemàtica molt rígida, és a dir, s'ensenyava l'operatòria memòricament, s'ensenyava a sumar trencats, per exemple, però s'escapava la idea. El cas següent que sempre s'explica de quan a l'escola primària posen un problema de regla de tres i el nou no sap si ha de multiplicar o dividir, és a dir, ignora l'operació que ha d'aplicar al problema. Després quan li diuen que s'ha de multiplicar ho fa perquè ell ha après la tècnica, però això no serveix per a res.

Després va venir l'altra banda: els conceptes. En aquest cas, l'alumne pot ser que sàpiga molt bé quan ha de multiplicar o dividir, la qual cosa és important, però es va descuidar una mica l'operatòria. Es va pensar que l'operatòria és una tècnica. La matemàtica moderna va exagerar una mica volent fer aprendre els conceptes i fins i tot es va pensar que els nois eren més incapaços del que són en realitat. Si s'observen els llibres d'aritmètica de començaments dels anys 60, veurem que semblaven fets per a éssers infra-dotats. Per ensenyar que 3 és més gran que 2 havien de posar tres mones i dos plàtans, després cada mono amb una flexa tenia un plàtan i es quedava un mono sense plàtan per arribar a dir que 2 és més petit que 3. Es va exagerar una mica, volien fer les coses tan clares que més aviat confonien. Una mica amb la idea que els fonaments de la matemàtica són molt importants i que s'ha de saber d'entrada, però hi ha fonaments que són prou evidents.

Després ja s'ha vist que una cosa és la matemàtica per als matemàtics professionals, que després hauran d'estudiar-la a la facultat i analitzar bé els seus fonaments i principis, perquè no hi hagi paradoxes, i una altra és la matemàtica per als no matemàtics professionals, que la necessiten com un utensili per al desenvolupament normal de la vida. En el segon cas, la matemàtica s'ha d'ensenyar a la primera i segona etapa. Els alumnes necessiten una formació matemàtica per entendre el món i se'ls hi ha d'ensenyar l'operatòria. Ara ensenyen també el perquè de l'operatòria, s'ensenyava a raonar, de manera que, gran part de la matemàtica moderna s'ha conservat, però sense exagerar tant com al principi. Avui en dia, a la dècada dels vuitanta, també cal ensenyar el que l'alumne necessita, ja que el comerç, la indústria, la ciència són molt complexos i es necessita una formació bastant matemàtica per entendre el món, fins i tot cal ajudar-se de màquines calculadores. És qüestió d'introduir a l'escola des del primer moment les màquines calculadores, sense que això vulgui dir que l'alumne no sàpiga les taules de multiplicar; però si té una multiplicació complicada cal que sàpiga que pot fiar-se de la màquina perquè aquesta no s'equivocarà mai. Se li ha d'ensenyar molt bé com plantejar el problema, per no dubtar mai si ha de multiplicar o dividir. S'ha d'ensenyar la matemàtica com a concepte i treure dels programes molta tècnica (per exemple, a l'Argentina encara s'ensenyen els logaritmes amb les taules, quan ara hi ha màquines que pitjant un botó te'ls dona). Creuen que aprendre matemàtiques és aprendre a calcular en lloc d'aprendre a fer rao-

fig. 4

"Avui en dia, a la decada dels vuitanta, també cal ensenyar el que l'alumne necessita, ja que el comerç, la indústria, la ciència són molt complexos i es necessita una formació bastant matemàtica per entendre el món..."



naments matemàtics, és a dir, per resoldre un problema he de fer aquestes multiplicacions, aquests logaritmes. Obtenir les derivades, els logaritmes, les rels quadrades, és tècnica. Això és una necessitat que en certes èpoques s'havia de fer de memòria, després amb taules, ara es fa en centres de càlcul. Això depèn de l'època, això no és la vertadera matemàtica. En general l'ensenyament sempre ha anat a remolc d'això. Per als professors sempre ha estat més fàcil ensenyar regles que s'aprenen de memòria que ensenyar a raonar. Es posen deures per a casa: 10 o 12 multiplicacions. Això és una tècnica, s'aprèn fàcilment, però l'important és saber perquè es multiplica i quan es multiplica. A la universitat igual. S'ha d'educar perquè els alumnes puguin resoldre la major quantitat possible de problemes. Com que els problemes actuals són molt complicats perquè tenen moltes dades, aleshores s'ha de fer servir tot el que es pugui, tot el que tenim a mà, i el professor de matemàtiques té el deure d'ensenyar fins a on podem arribar perquè també hi ha problemes que no podem resoldre.

**(ciència):** —Clàssicament l'ensenyament de les matemàtiques ha estat molt centrat en el càlcul diferencial, el càlcul integral... però això és bàsicament per als matemàtics o per als físics. Però després hi ha una altra gent que potser faran biologia o econòmiques o que no farà cap carrera. ¿Quin tipus de matemàtiques se'ls hauria d'ensenyar?

**Santaló:** —Això és la lluita que tenim sempre i que es fa sempre en la didàctica de la matemàtica. Hi ha qui diu

"la matemàtica és única i per tant tothom ha d'estudiar la mateixa matemàtica". Però després hi ha qui diu, "la matemàtica és única però la ciència és molt gran", aleshores cadascú segons la seva vocació, segons el que hagi de fer en el futur, necessita una certa matemàtica. Jo crec que en el secundari s'hauria de buscar un comú denominador del que pot ser necessari per a tots. Per exemple, aquí quasi no es fa la secundària, i veig que es igual que a l'Argentina. Probabilitats i estadística, ¿perquè? per tradició. Bé a la meua època ni pensar-hi que es fes a secundària, a l'últim any de llicenciatura i encara jo vaig ser dels primers, però a les promocions anteriors a mi, eren llicenciats en matemàtiques i mai no havien vist un llibre de probabilitats i estadística. És una cosa greu, perquè en canvi és necessari en qual-sevol activitat que es faci (eleccions, jocs, assegurances, enquestes, anàlisis de mercat). Encara a nivell primari, la idea de probabilitats i estadística és tan fonamental que s'ha de aprendre des del primer moment, perquè sinó després ja és difícil i aquí vénen els grans errors. Jo crec que aquella gent no entenen les coses perquè no els han ensenyat mai.

Exemple: a l'Argentina van fer un cens. Van fer unes quantes preguntes a unes certes persones, unes altres de diferents a unes altres. Aleshores els diaris escrivien: "¿Com pot ser? ¿perquè no es pregunta a tothom el mateix? Això és una discriminació". És clar se'ls havia d'explicar que no, que l'estadística ensenya que moltes vegades amb una mostra es tenen unes xifres gairebé exactes, precises, per actuar, i es posarà aquest exemple: Si nosaltres volem saber la quantitat de fumadors que hi ha a Buenos Aires,

un que no sàpiga probabilitats ha de comptar un per un. Però els tècnics fan una mostra per barris, per edat, per sexe, per classe social, i en lloc de preguntar 12 o 13 milions es pregunta a 3, 4 o 5 mil i podem tenir la proporció de gent que fuma a Buenos Aires. Exactament no ho sabran mai, però sabran aproximadament si el 50% o el 40% són fumadors, amb un error molt petit.

L'anàlisi de mercat és igual i en tots els camps, per saber si un medicament va bé o no, per a les vacunes, tot això és estadística. Ara a l'Argentina es fa cap als 16 o 17 anys, quant en realitat, jo no sé com, però s'hauria de fer en l'escola primària. S'han fet estudis, Piaget i a moltes escoles d'Europa i diuen que és possible, i que el nen als 7 o 8 anys ja té una idea del que és probable, del que és possible i han fet experiències per anar-lo educant en la idea de la probabilitat. En canvi hi ha altres coses de matemàtiques que no serveixen, en voler ser massa precises: l'axiomàtica, això està bé per al qui serà matemàtic professional, però a la majoria de la gent no els interessa. Durant una temporada a l'Argentina hi hagué el costum de definir els nombres enters com "un parell de nombres naturals amb una certa llei d'equivalència".

Per al que estudia matemàtiques a la Universitat és molt bonic, però al 90% de la gent no li interessa més que aprendre els enters com s'havia fet sempre: a la dreta els positius, a l'esquerra els negatius o en el termòmetre, per damunt del zero és positiu i per sota negatiu. Això és l'error, que la matemàtica moderna ensenya a nois massa joves, de 12 o 13 anys, coses molt subtils de la matemàtica que no s'havien descobert fins ara.

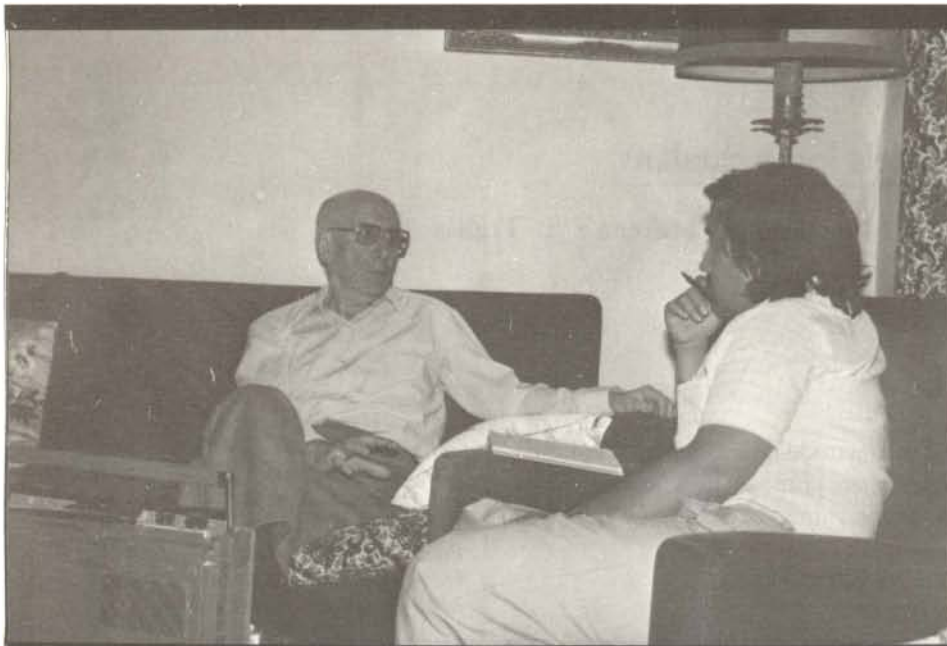


fig. 5  
 "Quan jo deia a l'Argentina: 'A la facultat hem de posar un curs d'Estadística', hi havia un militar que deia: 'Sí, esto es muy importante, saber cuantos pares de zapatos hacen falta para un ejercito de tantas personas.'"

(ciència): —*¿El fet que l'estadística es comenci ara a ensenyar amb més intensitat pot ésser degut al fet que es disposa de màquines que poden fer càlculs de mostres més reals de 2 ó 3 mil persones per exemple?*

Santaló: —Es clar, abans era difícil i solament es podien fer càlculs de mostres de poques persones. Per exemple dels alumnes de la classe, i tot i així era molt pesat.

(ciència): —*Potser la tradició de la matemàtica espanyola també ha deixat una mica de banda l'estadística.*

Santaló: —De fet no és un problema espanyol, és universal, la història és així: l'estadística i les probabilitats han existit a nivell d'estudis i d'investigació, però a nivell d'ensenyament molt poc, inclús a la universitat, pel següent: la matemàtica ha tingut un èxit extraordinari els últims dos segles, el XVIII i XIX a les ciències naturals, astronomia, física. Aleshores les matemàtiques tractaven només problemes que podien donar amb tota exactitud, per això a les facultats de l'Argentina i a Europa dir matemàtiques vol dir ciències, és a dir exactes, el que no és exacte, no és matemàtic. Consegüentment era molt general que no s'estudiés probabilitat i estadística i ho estudiaven els economistes, algun investigador de probabilitats, però com a estudi sistemàtic no, perquè no és una ciència exacta.

Al començament de segle es va introduir a l'Argentina i, a Espanya concretament, van començar a estudiar estadística a la Universitat a la meva generació. La primera càtedra

crec que la va tenir en Terrades l'any 33/34: per tant fa 50 anys. Abans cap llicenciat en matemàtiques no havia estudiat estadística i probabilitats. Quan jo deia a l'Argentina: "A la facultat hem de posar un curs d'Estadística", hi havia un militar que deia: Sí, esto es muy importante, saber cuantos pares de zapatos hacen falta para un ejército de tantas personas. Es pensava que comptar sabates d'un regiment era fer estadística. L'estadística és una altra cosa, és treure conseqüències, no solament ordenar unes dades. L'estadística va entrar a la Universitat (a l'Argentina) l'any 50 i no es va posar en el programa secundari fins l'any 60, però, pràcticament, no existeix l'estadística ni la probabilitat a nivell secundari, perquè la lliçó del programa gairebé no es dona mai. Es aquesta la gran campanya que s'ha de fer. En canvi hi ha unes altres coses que s'han de treure per que han passat de moda, com la trigonometria. Els elements fonamentals de la trigonometria estan bé, com a funcions trigonomètriques, però, saber el sinus de l'angle meitat o el cosinus del triple no cal, que tot això ara es fa en la maquina, si alguna vegada ho necessites, que no ho necessites mai, perquè això es feia per als navegants o els topògrafs però, els que estudiaven batxillerat, ¿quins d'ells seran topògrafs o astrònoms?

(ciència): —*¿Programació lineal?*

Santaló: —Enloc d'estudiar tantes propietats de geometria analítica s'hauria de fer una mica de programació lineal, veure com es poden fer les tres dimensions. La revolució està en

canviar. Costa molt trencar la tradició de l'ensenyament. El mestre creu que ha d'ensenyar el que ell va aprendre.

(ciència): —*El problema no sera que haurien d'haver cursos de reciclatge per a professor i que a la universitat els professors no estan gaire interessats a fer aquest paper? Ells que saben el que realment s'hauria d'explicar, no haurien de fer cursos de reciclatge?*

Santaló: —Sí, jo crec que això seria ideal. A France ho fan i els hi funciona. A l'Argentina i a Espanya, que s'han creat moltes universitats petites, molts professors poden fer un paper molt important dins de la zona fent classes de reciclatge i conferències per a profesos de secundari, i una mica es fa però en general el professor universitari o no ho vol fer, o si ho fa pot ser que ho faci malament perquè hi ha professors que volen fer una cosa precisa, com el que hem parla abans dels nombres enters o volen, per exemple, explicar els axiomes de Peano: "el número natural axiomáticamente s un conjunto que cada elemento tiene un siguiente, y el siguiente del siguiente es otro número"... jo no sé quines complicacions es fan en l'axiomàtica del número natural! Això que és meravellós que fés en Peano el segle passat i que està molt bé que ara s'apregui a la llicenciatura, però no als nens de 10 a 12 anys que ja saben contar un, dos, tres, quatre... i això és la matemàtica! Crec que s'ha confós una mica el que s'ha de reservar pels instituts de matemàtica, pels centres d'investigació i, encara dins d'aquest per qui els hi agradi la fonamentació i la lògica, amb el que s'ha d'ensenyar a nivells elementals.