



SCM

Notícies

23

Febrer 2007

- L'estand a l'ICM 2006
- Creu de Sant Jordi per a M. A. Canals i M. Castellet
- Kangourou sans Frontières



Visita de la Comissió Cangur al Parlament de Catalunya

- Segon Congrés Txec-Català de Matemàtiques



SOCIETAT CATALANA DE MATEMÀTIQUES

President: Carles Perelló Valls
Vicepres.: Josep Lluís Solé Clivillés
Secretària: Marianna Bosch Casabò
Tresorera: M. Teresa Martínez-Seara
Vocals: Ramon Eixarch
 Antoni Gomà Nasarre
 Josep Grané Manlleu
 Josep M. Mondelo González
 Ignasi Mundet Riera
 Carles Romero Chesa
 Oriol Serra Albó
 Enric Ventura Capell
 Joan Verdera Melenchón

Delegat
de l'IEC: Joan Girbau i Badó

Comunicacions:

Carrer del Carme, 47
08001 Barcelona
Tel.: **932 701 620**
Fax: **932 701 180**
A/e: scm@iec.cat

Secretària: Núria Fuster
Tel.: **933 248 583** de 10 a 17 h

SCM/Notícies

Febrer 2007. Número 23

Edita:

Societat Catalana de Matemàtiques
(filial de l'Institut d'Estudis Catalans)

Editor en cap:

Enric Ventura Capell
enric.ventura@upc.edu

Disseny: Teresa Sabater

Compost en L^AT_EX: Maria Julià

Foto de portada:

Carles Perelló, president de la SCM,
Pili Royo, presidenta de la
FEEMCAT i Albert Violant,
president de la SBM-Xeix.

ISSN: 1696-8247

Dipòsit Legal: B.9480-2003

Índex

La Junta informa	1
Internacional	10
L'estand a l'ICM 2006	10
In memoriam	11
Pere Mumbrú i Rodríguez	11
Javier Chavarriga Soriano	13
Noticiari	15
Creu de Sant Jordi	15
El marc contractual del professorat universitari de matemàtiques a Catalunya	18
La docència de les matemàtiques a la UPC	25
Les universitats informen	27
Activitats amb ajut de la SCM	30
Activitats de la SCM	33
Conferència inaugural del curs de la SCM	33
Segon Congrés Txec-Català de Matemàtiques	34
Web d'EDUMATCAT	36
Kangourou sans Frontières	37
Agenda	39
Contribucions	40
«Catalonia» també a la signatura dels nostres articles	40
Què publiquem sobre matemàtiques?	40
Premis	46
Medalles Fields 2006	47
Andrei Okounkov	47
Grigori Perelman	50
Terence Tao	52
Wendelin Werner	53
Premi Nevanlinna 2006: Jon Kleinberg	57
Premi Gauss 2006: Kiyosi Itô	60
Premi Abel 2006: Lennart Carleson	63
Parlem de llibres	65
Webs de matemàtiques	70
Problemes	71
Tesis	74

L'Assemblea General de socis (14 de novembre de 2006)

L'última Assemblea General de socis de la SCM va tenir lloc el dia 14 de novembre de 2006. Després d'aprovar, com és habitual, l'acta de la sessió anterior, el president de la SCM, Carles Casacuberta, va fer una exposició resumida de l'Informe d'Activitats del Curs 2005-2006, que podeu consultar al web de la Societat. A continuació, va fer un balanç dels quatre anys de gestió de la Junta presidida per ell, que havia estat escollida el 20 de juny de 2002, i acabava el seu mandat en aquesta assemblea. En aquest número de la *SCM/Notícies* podeu llegir un escrit del president amb aquest caràcter. El secretari, Josep Maria Font, va informar que actualment la SCM té nou-cents seixant-nou socis, dels quals cent-dotze s'hi han inscrit durant aquests quatre anys; això representa més de l'11 % de la massa social actual.

El següent punt de l'ordre del dia va ser la presentació per part de Jaume Amorós, president de la Comissió de Publicacions Electròniques, de la nova sèrie de monografies editada per la SCM, on es combina una edició en paper, que es pot obtenir a preu competitiu, amb l'edició electrònica, que consta d'un PDF que es pot baixar lliurement del web de la SCM. Ambdues edicions es fan sota una llicència Creative Commons. Es van presentar els primers quatre volums ja editats.

Després, el tresorer, Joan Carles Artés, va exposar el balanç de l'exercici 2005 i el pressupost per al 2007, que ell mateix comenta en un altre article més endavant. Aquest pressupost preveu un augment mínim de les quotes de soci, que per al 2007 seran de 34€ l'any per als socis ordinaris, de 17€ per als socis estudiants i els membres de societats que tinguin un acord de reciprocitat, i de 68€ per a les institucions. Tant el balanç de 2005 com el pressupost de 2007 van ser aprovats per l'assemblea.

En compliment dels acords d'assemblees anteriors, el tresorer va comunicar que el Fons de Promoció d'Activitats va dependre el 2005 un total de 25.263,94€, dels quals 22.170,24€ ho van ser per subvencionar activitats pròpies de la SCM de caràcter innovador o extraordinari (gairebé la meitat, el congrés conjunt amb l'EMS i la reunió del seu Comitè Executiu).

Es van dedicar 1.103,35€ al Fons de Cooperació creat en l'assemblea de l'any passat. Es van dedicar 3.093,70€ a col·laborar amb activitats organitzades per membres de la comunitat matemàtica catalana, concretament a tres congressos: el 4t Congrés de la Societat Europea de Recerca en Educació Matemàtica (Sant Feliu de Guíxols, del 17 al 21 de febrer de 2005), el Congrés Algebraic and Topological Methods in Non-Classical Logics II (Barcelona, del 15 al 18 de juny de 2005), i les Primeras Jornadas de Teoría de Números (Vilanova i La Geltrú, del 30 de juny al 2 de juliol de 2005).

El president va explicar que l'IEC ens ha demanat que li fem saber el pressupost aprovat en aquesta Assemblea, ja que tal com l'aprovem l'incorporarà al seu propi pressupost per al 2007. Va remarcar que és el primer cop que això s'esdevé, i que pràcticament ens garanteix que les subvencions que posem en el pressupost les obtindrem. I que, en general, hi ha molta bona disposició per part de la Gerència de l'IEC, ja que es valora molt bé tota la feina que fem i el rigor amb què portem els comptes.

A continuació va prendre la paraula Carles Perelló, que encapçalava l'única candidatura presentada per a la renovació dels càrrecs electius de la Junta Directiva. Més endavant podeu llegir un escrit seu on exposa les perspectives de la nova Junta per als propers quatre anys.

Un cop duta a terme la votació, incloent els vots per correu, l'escrutini va comptar amb seixanta-sis vots vàlids i tres de nuls. Els vots vàlids van ser quaranta-nou d'afirmatius, onze de negatius i sis en blanc, i per tant, van quedar proclamats per als propers quatre anys els càrrecs electius de la Junta Directiva: president, Carles Perelló i Valls; vicepresident, Josep Lluís Solé i Clivillés; tresorera, Maria Teresa Martínez-Seara i Alonso, i secretària, Marianna Bosch i Casabò.

En el torn obert de paraules, M. Castellet va manifestar la seva excel·lent valoració dels mandats de les darreres juntes, i demanà que constés en acta el seu agraïment a la Junta sortint. Tots els assistents van ratificar aquesta valoració i aquest agraïment amb un fort aplaudiment.

El president sortint, Carles Casacuberta, va manifestar el seu agraïment a tots els socis que han aportat el seu treball durant tots aquests anys, i va esmentar els noms dels membres dels comitès de la Societat i de la Junta Directiva, i en especial la secretària administrativa, Núria Fuster, pel seu excel·lent treball i la seva dedicació a les tasques de la Societat. L'Assemblea va ratificar també aquest agraïment amb un fort aplaudiment.

Finalment va prendre la paraula el vicepresident sortint, Josep Grané, i en nom dels membres de la Junta Directiva sortint va fer palès el reconeixement d'aquesta Junta al president per l'enorme volum de treball que ha dut a terme personalment, la seva intensa dedicació i el seu tacte en les qüestions delicades, que han fet que treballar al seu costat hagi esdevingut un plaer. Tots els assistents van donar suport a les seves paraules amb un calorós aplaudiment.

Josep Maria Font i Llovet
Secretari de la SCM

Comiat de la Junta

El 17 de setembre de 2002 es va constituir una junta directiva de la SCM formada per Jaume Amorós, Joan Carles Artés, Carles Casacuberta, Josep Maria Font, Joan Girbau, Antoni Gomà, Josep Grané, Agustí Reventós, Carles Romero, Oriol Serra i Frederic Utzet. L'estiu de 2004, l'Agustí i en Frederic varen deixar la Junta després d'una colla d'anys de feina ben feta i s'hi varen incorporar Martí Casadevall, Ignasi Mundet, Enric Ventura i Joan Verdera. Aquest comiat és la darrera oportunitat que tenim tots plegats d'agrair als socis l'interès per les activitats de la SCM en aquest període i l'entorn tan encoratjador de participació i de col·laboració que ens hem trobat.

Amb un miler d'associats i amb un volum considerable d'activitats i de recursos econòmics, la SCM és una de les filials més grans i dinàmiques de les vint-i-sis que té l'IEC. Aquesta bona imatge ha estat premiada amb un bon tracte i una aportació econòmica generosa els darrers anys, tant a càrrec dels pressupostos d'activitats científiques i de publicacions de l'IEC com per part de la Secció de Ciències i Tecnologia. La SCM agraeix sincerament aquest suport.

Voldríem destacar alguns dels principis generals que han guiat les actuacions de la Junta en aquests quatre anys:

- **Continuïtat i creixement.** Les activitats emblemàtiques de la SCM s'han preservat i s'han intentat reforçar. L'Olimpíada Matemàtica es va fer cada any i els representants catalans aconsegueixen sempre llocs de mèrit en la fase estatal. La Prova Cangur tindrà enguany més de 20.000 participants en

els territoris de parla catalana; ha estat reconeguda pel Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya com una activitat important que cal mantenir i el 2006 ha rebut un premi de la Fundació Caixa Sabadell, el mateix any que l'Assemblea de l'associació internacional Le Kangourou sans Frontières s'ha reunit a Barcelona amb un gran èxit d'organització. A més, s'han anat fent els Problemes a l'Esprint i el concurs de cartells, i s'ha posat en marxa un nou concurs de relats. La trobada de socis de la SCM s'ha dut a terme cada any amb idees noves per donar-li empenta, i s'ha organitzat una nova sèrie de Trobades d'Ensenyament des de 2003, conjuntament amb la FEEMCAT. El *Butlletí* de la SCM i la revista *SCM/Notícies* han continuat i han crescut gràcies a la dedicació dels seus responsables. I ha nascut una nova sèrie de publicacions lliurement accessibles en format electrònic, gairebé al mateix temps que els números del *Butlletí* han estat digitalitzats des del seu inici i posats a l'abast de tothom al portal de Revistes Catalanes amb Accés Obert, com a part d'una iniciativa que la SCM ha estès a les altres revistes matemàtiques catalanes.

- **Integració.** La llista de persones que han col·laborat en la direcció i l'assessorament de la SCM en aquest període ha estat molt àmplia gràcies a la creació d'un Comitè Científic, un Comitè d'Ensenyament i un Comitè de Publicacions, a més de la Comissió Cangur i la Comissió de Representació Internacional. Gràcies altra vegada a totes les persones que n'han format part. A més, la SCM ha pro-

curat en tot moment col·laborar de manera franca i oberta amb les facultats i els departaments de matemàtiques del seu àmbit, i ha iniciat una nova sèrie de conferències adreçades a estudiants universitaris per tal de fer-se més propera a ells.

- **Dedicació a l'ensenyament.** La Trobada d'Ensenyament no ha estat ni de lluny l'única aportació recent de la SCM a l'àmbit de l'educació i la formació en matemàtiques. La col·laboració amb la FEEMCAT ha permès diverses accions conjuntes: declaració sobre l'estat de l'ensenyament de les matemàtiques a Catalunya el 2003; contribucions al Pacte Nacional per a l'Educació el 2005; resolució del Parlament de Catalunya sobre el suport institucional del Govern a l'ICM el 2006, i creació del portal EDUAMATCAT d'ensenyament i formació el 2006, a iniciativa del Departament d'Educació. El 2006 també s'ha signat un acord de cooperació amb l'encara jove Societat Balear de Matemàtiques. I cal destacar de manera singular l'inici del projecte ESTALMAT a Catalunya l'any 2003.
- **Catalanitat i internacionalització.** La voluntat de la SCM de refermar-se com una institució que exhibeix amb orgull les quatre barres en el seu logotip i que procura ser coneguda i respectada arreu del món s'ha fet palesa en molts moments d'aquest període. El magnífic precedent del Tercer Congrés Europeu de Matemàtiques l'any 2000 va obrir un camí que la Junta actual ha seguit amb pas decidit. L'estand conjunt de la SCM, el CRM i la FEEMCAT a Madrid durant l'ICM 2006 n'és

un bon exemple. S'ha mantingut una relació molt cordial de cooperació amb les altres societats matemàtiques de l'Estat i la SCM ha estat en primera línia, especialment dins del Comitè Espanyol de Matemàtiques (abans Comitè IMU) i en l'organització de l'ICM 2006. L'Assemblea General de socis de la SCM va aprovar el 2004 una declaració sobre la representació internacional de Catalunya en l'àmbit de les matemàtiques, que va tenir continuïtat amb la publicació de l'informe *Mathematics in Catalonia* el 2006. També s'han reforçat els lligams amb la Societat Matemàtica Europea, particularment durant el *Joint Mathematical Weekend* que la SCM va organitzar el setembre de 2005. I s'ha iniciat una relació molt amical amb la Societat Matemàtica Txeca, amb la qual s'han fet dos congressos conjunts: un a Praga el 2005 i un altre a Barcelona el 2006. L'inici dels contactes per a una reciprocitat amb la Societat Matemàtica Australiana ha estat la darrera acció de la Junta en aquest sentit.

El 14 de novembre de 2006 hem passat el relleu a un nou equip que s'ha posat al capdavant de la Societat amb il·lusió i idees noves. Molts dels membres de la Junta sortint tornen a formar part d'aquest equip. Gràcies a tots ells per voler continuar treballant, i gràcies a la Núria per conduir tan bé la Secretaria. Podeu donar per descomptat que fins i tot els que ja no hi som farem el que estigui al nostre abast per contribuir que la SCM sigui cada any més gran i més apreciada.

Carles Casacuberta
President sortint

Benvinguda de la nova Junta

La matemàtica constitueix una part important de la nostra cultura. És l'eina de la ment que ens ha permès retratar el comportament del que ens envolta, i és l'arma de la infal·libilitat. Afegides a aquestes característiques, hi trobem l'estètica i el repte. L'estètica i el repte del que és cristal·lí i del que és difícil.

Les activitats relacionades amb la matemàtica es multipliquen. No hi ha ciència que en prescindeixi i algunes en depenen totalment.

D'una banda la seva dificultat, i de l'altra el desconeixement de fins a quin punt la nostra cultura, principalment la científica i la tecnològica en depenen, fan que la cultura matemàtica a la societat sigui minsa i, per tant, que les cultures científica i tecnològica tinguin una base feble. Si no fos que aquesta feblesa té conseqüències en el desenvolupament del país, a través de propiciar poques vocacions científiques i poques iniciatives que re-

quereixin coneixements més pregons, no caldria preocupar-se'n gaire. Com que sí que en té, doncs preocupem-nos-en.

La SCM ha estat al llarg dels darrers anys el portaveu de la nostra comunitat. D'una manera creixent ha anat portant a terme la labor de donar a conèixer i prestigiar el coneixement i l'ús de la matemàtica en diferents àmbits i estaments. La seva activitat és molta i polifacètica.

El repte que representa per a un nou equip dirigir les activitats de la Societat Catalana de Matemàtiques no és trivial. No és el meu paper fer un informe sobre quines han estat aquestes activitats, però cal esmentar-les per ubicar-nos.

Les accions destinades a promoure i prestigiar les matemàtiques entre el jovent són particularment notables: la Prova Cangur i la Olimpíada Matemàtica són actuacions de gran volada, que depassen les nostres fronteres; destaquem també la participació en el programa ESTALMAT. La SCM ha mostrat un interès clar per la qüestió de l'educació, com ho mostren, a més de les activitats just esmentades, la seva relació amb la FEEMCAT i l'ABEAM, i la Trobada Anual sobre l'Ensenyament.

Ha estat i segueix sent important l'edició del *Butlletí*, on treballs de matemàtiques sorgits del nostre medi poden publicar-se en la nostra llengua. Per la seva banda, la *SCM/Notícies* serveix com a palestra per donar a conèixer la nostra activitat i per aproximar-nos als nostres membres mitjançant opinions, resums i fins i tot problemes. També les publicacions electròniques hauran d'anar creixent, així ho demanen els temps.

L'organització de jornades, reunions, trobades i congressos, ja siguin interns o internacionals, ha estat important, i certament s'incrementarà. La participació en el Congrés Internacional de Matemàtiques ens ha col·locat una mica més dins la palestra internacional. I en aquest àmbit s'han realitzat més activitats (trobada amb Txèquia). La relació amb la Societat Matemàtica Europea està ben viva. S'han fet intents d'aproximar la Societat a l'IMU i sembla que hi ha dificultats que s'haurien de superar. També s'és membre del Comitè Espanyol de Matemàtiques, que sembla que està en plena eferescència, i la relació amb el qual hauríem de precisar.

Per portar a terme aquestes activitats s'ha comptat amb les comissions científica, d'ense-

nyament i de publicacions, a més de les persones que s'han encarregat de les tasques i representacions.

En el futur pensem que s'han de mantenir totes i cada una de les activitats esmentades, i enfortir-les allà on calgui.

El propòsit explícit del nou equip és prestigiar la matemàtica a la societat, donant-la a conèixer, juntament amb la seva utilitat. Això certament ja s'està fent, però cal enfortir-ho.

Cal que ens ajudin els mitjans de comunicació, premsa, radio i televisió, a fer veure el nexa de la matemàtica amb la cultura i les diverses activitats humanes.

S'han de potenciar més les relacions amb els usuaris de la matemàtica: científics, tècnics i humanistes. En particular, s'hauran d'organitzar més trobades amb les societats de física i química, i també d'altres disciplines, per mostrar-nos els uns als altres les nostres capacitats i els nostres problemes. No podem excloure d'aquestes relacions les que puguem tenir amb el teixit empresarial.

Preparar congressos on els nostres matemàtics exposin els seus treballs a la nostra comunitat. Obrir un fòrum electrònic per a la comunicació entre els matemàtics i altres interessats. I altres iniciatives també són possibles. Tot això, és clar, està lligat a l'interès, les iniciatives, la disponibilitat i els mitjans que tinguin les persones que s'hi involucrin. Que les puguem trobar!

El nou equip de direcció, proclamat després de la votació pertinent a l'Assemblea del passat 14 de novembre de 2006, està format per:

President: Carles Perelló Valls, actualment professor emèrit de la Universitat Autònoma de Barcelona, al Departament de Matemàtiques. Dedicat a l'estudi dels models d'evolució biològica mitjançant equacions en derivades parcials.

Vicepresident: Josep Lluís Solé Clivillés, professor titular del Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona. Dedicat a l'estudi de la probabilitat i dels processos estocàstics.

Secretària: Marianna Bosch Casabò, professora titular a la Facultat d'Economia IQS de la Universitat Ramon Llull. Dedicada a l'estudi de la didàctica de la matemàtica.

Tresorera: Maria Teresa Martínez-Seara Alonso, professora titular del Departament de Ma-

Estat de comptes

Per explicar correctament el balanç comptable de la Societat Catalana de Matemàtiques de l'any 2005, primer cal fer un recordatori de l'operativa normal d'una societat/empresa pel que fa a les periodificacions.

És perfectament normal que una societat pagui algunes despeses a final d'any, però que en realitat corresponen a projectes o factures de l'any següent. De la mateixa manera, una societat pot cobrar a finals d'any per conceptes corresponents a l'exercici següent. Per tal de reflectir aquestes operacions correctament, no s'han d'imputar les despeses o els ingressos l'any en què es produeixen, sinó l'any que realment els correspon. Això ens passa a nosaltres de manera prou significativa en l'activitat del **Cangur** que comença a generar despeses i ingressos durant els darrers mesos de l'any anterior al que té lloc l'activitat. De fet, l'any 2004 ja es van assumir unes despeses corresponents a la reunió preparatòria de la Meeting Cangur que s'ha realitzat aquest any 2006.

La Junta de la SCM aplica aquest criteri des del primer any en què vàrem assumir el mandat, però el Servei de Gestió Econòmica de l'IEC no havia assumit aquests conceptes, no pas perquè no els coneguessin, sinó simplement perquè ningú no els havia dit quines despeses i quins

ingressos havien de ser periodificats. Això que ja vàrem veure els primer anys de mandat tenia difícil solució atès que cada any començàvem a comptar (l'IEC i la SCM) des de diferents estats inicials. Per tant, l'única solució consistia a assumir nosaltres la diferència, és a dir, assumir com a estat inicial de 2005 el que ens donava l'IEC i a partir d'aquest moment aniríem al mateix pas. Es va decidir fer-ho el 2005 per tal de poder entregar a la nova Junta els comptes fins a bona part del 2006 sense aquestes complicacions, ja que si s'endarreriria més el nou tresorer es trobaria el problema d'esbrinar el perquè d'aquests moviments.

Per tant, com a primer moviment comptable de 2005 tenim una situació inicial que correspon a la situació de finals de 2004, segons l'IEC, i no a la de finals de 2004, segons la SCM. En definitiva, això afecta sis valors concrets: el valor de la SCM, el del Fons de Promoció d'Activitats (FPA), el dels ingressos periodificats, el de les despeses periodificades, el de les factures pendents de pagament i el dels rebuts pendents de cobrament, tots a 1 de gener de 2005. I com es pot veure, l'increment de patrimoni total de la SCM es veu justificat exactament per la modificació dels comptes periodificats.

Ajust comptable SCM-IEC 1-01-2005

	SCM	IEC	Diferència
Valor SCM a 01-01-05	3.002,08	5565,08	2.563,00
Valor Fons PA a 01-01-05	93.097,52	92620,91	-476,61
Total			2.086,39
Ingressos periodificats	-6.291,00	-570,66	5.720,34
Despeses periodificades	7.469,24	5.055,67	-2.413,57
Pendents de pagament	-261,49	-81,87	179,62
Pendents de cobrament	1.458,00	58	-1.400,00
Total			2.086,39

Aquest ajust de comptes en el pas de l'any 2004 al 2005 ha tingut efecte especialment sobre els resultats del Cangur 2005, que expliquem més endavant. Val a dir, però, que tot això és un simple quadre comptable i que no té cap efecte monetari; és a dir, no hem perdut ni guanyat res.

Un cop explicat això, passem a descriure el balanç de resultats de 2005. Primer us recordem quin va ser el pressupost aprovat per aquesta Assemblea el 14 de juny de 2004, i a continuació us presentem quin ha estat el balanç real de les diferents activitats.

Pressupost comptable SCM 2005

Activitat	Ingressos	Subvencions	Despeses	Total
Cangur	40.000	13.000	50.000	3.000
Olimpíada		3.000	3.000	0
Cursos	1.000		1.000	0
Publicacions	3.000	8.000	12.000	-1.000
Trobada	800	3.000	3.800	0
Congrés València		6.000	6.000	0
Trobada Ensenyament	1.000	3.000	4.000	0
Trobada EMS-SCM		21.000	21.000	0
Biblioteca digital	0	1.000	1.000	0
Funcionament SCM			14.500	-14.500
Nòmines			10.500	-10.500
Quotes socis	30.240			30.240
Total	76.040	58.000	126.800	7.240
Fons PA	2.000	-12.000	0	-10.000
Total	78.040	46.000	126.800	-2.760

Resum comptable SCM 2005. Definitiu

Activitat	Ingressos	Sub. IEC	Sub. extr.	Sub. FPA	Despeses	Total
Cangur	41.060,90	7.500,00	11.600,00		75.156,24	-14.995,34
Cangur modificat	5720,34				-4065,24	
Cangur modificat						990,43
Cangur real	46.781,24	7.500,00	11.600,00	0,00	72.081,43	-6.200,19
Olimpíada	416,60	3.000,00	1.400,00		5.196,75	-380,15
Cursos	763,00			317,00	1.080,00	0,00
Publicacions	633,10	6.600,00			11.432,41	-4.199,31
Trobada SCF-SCM	315,00	500,00		42,80	857,80	0,00
Congrés València			4.000,00		1.176,68	2.823,32
Trobada Ensenyament			900,00	2.264,12	3.164,12	0,00
Trobada EMS-SCM	2.819,38	4.000,00	10.517,87	11.956,71	29.293,96	0,00
Biblioteca digital			1.500,00	625,39	2.125,39	0,00
Funcionament SCM				21,19	11.410,17	-11.388,98
Nòmines					9.639,66	-9.639,66
Quotes socis	28.740,66					28.740,66
Conferències estudiants				1.389,00	1.389,00	0,00
Congrés Praga		3.000,00		4.471,87	7.471,87	0,00
Fons Cooperació				1.103,35	1.103,35	0,00
ICM 2006					393,90	-393,90
Total	74.769,83	24.600,00	29.917,87	22.170,24	160.891,30	-9.433,36
Fons PA	1.591,22			-25.263,94	28,86	-23.701,58
Total	76.361,05	24.600,00	29.917,87	-3.093,70	160.920,16	-33.134,94

Podeu comprovar que aquest any hem separat les entrades per subvencions segons la seva procedència: les de l'IEC, les que ens autosubvencionem des del Fons de Promoció d'Activitats (FPA), i les d'altres fonts.

En la fila Cangur podem veure el resultat oficial del Cangur 2005, però com a conseqüència de l'ajust comptable que hem explicat cal afegir les modificacions que es descriuen en les dues files inferiors, i el resultat autèntic correspon a la fila Cangur real. A efectes del càlcul total de l'any, només s'ha de mirar la fila Cangur. Les dues files Cangur modificat i Cangur real complementen la fila Cangur per donar una visió acurada del Cangur 2005, però no comptabilitzen per a la taula global. La descripció dels tres moviments és la següent.

En la primera fila Cangur modificat reflectim els ingressos que el Cangur 2005 va tenir durant l'any 2004, i que l'IEC havia interpretat en el seu moment com a ingressos del mateix any. Per tant, no figuren en el balanç del 2005 com nosaltres voldríem, però cal sumar-los per obtenir la xifra real de quotes cobrades als quasi bé quinze mil sis-cents estudiants que van apuntar-se a les proves.

També en la primera fila tenim les despeses que es van fer l'any 2004 per preparar el Meeting Cangur 2006. Nosaltres haguéssim volgut mantenir latent aquesta despesa per poder-la carregar l'any 2006 a la seva activitat, però atès que l'IEC ja l'havia imputada com a despesa l'any 2004, hem hagut de carregar-la al 2005 per tal de quadrar. Aquesta és una despesa que realment no correspon al Cangur 2005, encara que figurei així.

Finalment, en la segona fila Cangur modificat tenim les despeses que el Cangur 2005 va tenir durant l'any 2004 i que l'IEC ja havia imputat com a despeses d'aquell any. Aquestes sí que són unes despeses que haguéssim hagut de carregar al Cangur 2005 i que en realitat no hi són.

Amb tot i això, encara que la taula digui que el Cangur ha tingut un dèficit de quasi 15.000 €, no ha estat així, sinó que el dèficit ha estat de poc més de 6.000 €. Aquest dèficit és degut a una sèrie de despeses extraordinàries, autoritzades per la Junta, per a la celebració del desè aniversari de les proves Cangur, entre les quals, poden destacar: la invitació al senyor Delerac, fundador de l'Associació Cangur Internacional; uns obsequis d'agraïment als professors que han

portat el Cangur des del principi, i també es va ser un xic més generós del que és habitual en el premis als estudiants.

Per acabar la descripció econòmica de l'activitat del Cangur, val a dir que, tot i que les despeses van ser molt superiors al previst, també és cert que tant els ingressos per a inscripcions com les subvencions rebudes van créixer molt per sobre del previst.

Una altra de les activitats destacades de l'any 2005 va ser el Congrés conjunt amb l'EMS. Sota aquest concepte incloem tant les despeses generades pel congrés com les de la reunió de l'EMS que va tenir lloc a Barcelona els dies posteriors. De les subvencions previstes per al Congrés en va fallar una de 6.000 €. Si a això hi afegim que les despeses de les dues activitats van superar amb escreix les previsions, aquesta activitat va suposar unes pèrdues de 11.956,71 € que la Junta proposa eixugar amb diners del Fons de Promoció d'Activitats, atès que cau perfectament dins de les directrius per les quals es va crear aquest fons. De fet, ja teníem clar des de bon principi que les despeses de la reunió de l'EMS haurien de sortir d'aquest fons perquè no teníem previstes subvencions per a ella, però al final ha calgut recórrer al fons també per cobrir part del mateix Congrés.

Entre les activitats no previstes en el pressupost que es va aprovar el 2004, tenim el Congrés conjunt amb la Societat Matemàtica Txeca, per al qual vàrem aconseguir una subvenció de l'IEC, les conferències a estudiants de les tres universitats principals catalanes i el Fons de Cooperació. Aquest Fons de Cooperació prové d'una sol·licitud que vàrem rebre del Comité Español de Matemáticas en què pretenien que ens afegíssim a una campanya del tipus del 0,7 % per ajudar a la promoció de les matemàtiques en països subdesenvolupats. La proposta del CEMAT era que els donéssim el 0,7 % de les quotes dels nostres socis, cosa que ens va semblar poc rellevant, perquè, suposava una aportació del voltant de 200 € l'any. Així que vàrem preferir fer una aportació molt més generosa, però gestionar-la directament nosaltres, creant el Fons de Cooperació. D'aquesta manera, la SCM està ara oberta a pagar despeses de mil euros anuals per a un projecte que d'una manera o una altra ajudi a fomentar les matemàtiques en un d'aquests països. Durant el 2005 es va ajudar uns matemàtics sudamericans

a assistir a un congrés a Catalunya, i durant el 2006 s'ha ajudat a pagar el viatge d'un soci que ha anat a Paraguai a fer un curs de doctorat.

Totes aquestes activitats noves encaixen perfectament en el perfil de les activitats que poden ser subvencionades des del Fons de Promoció d'Activitats.

D'altra banda, el Fons de Promoció d'Activitats, a part de subvencionar les activitats extraordinàries de la SCM que es descriuen a la taula, ha subvencionat tres activitats exteriors per un valor total de 3.093,70€ segons es descriu en la taula següent:

Fons de promoció d'activitats 2005

Activitat	Subvencions
Ajut Congrés CRM	1.135,00
Ajut Congrés J. M. Font	1.508,70
Ajut Congrés Vilanova	450,00
Total	3.093,70

En resum, la SCM ha ingressat un total de 74.769,83€ en concepte de quotes i serveis; 24.600€, en subvencions de l'IEC, i 29.917,87€, en subvencions exteriors. El Fons de Promoció d'Activitats ha ajudat la SCM amb 22.170,24€. Les despeses totals han estat de 160.891,30€ i això implica un dèficit per a la SCM de 9.433,36€. Si a això hi afegim els 1.591,22€ que s'han cobrat d'interessos, les subvencions exteriors que ha fet el FPA i unes despeses financeres del mateix, tenim que el conjunt de la SCM+FPA ha gastat 33.134,94€ més del que ha ingressat. En concret, el FPA ha baixat durant l'any 2005 en 23.701,58€.

Atès que la SCM va començar l'any 2005 amb un valor de 5.565,08€, l'ha tancat amb un valor negatiu de 3.868,28€.

Pel que fa al valor conjunt SCM+FPA, va començar l'any 2005 amb un valor total de 98.185,99€ i el va acabar amb un valor de 65.051,05€.

Breu descripció dels comptes de 2006

Tot i que no està en l'ordre del dia el fet de comentar els comptes de l'any en curs, i que ara tampoc no tenim els comptes tancats, sí que voldria destacar tan sols un parell d'activitats extraordinàries que han tingut lloc aquest any. Les anomeno extraordinàries no tant perquè no les tinguéssim previstes (que sí que les

hi teníem), sinó per l'important moviment de recursos que han suposat. D'una banda tenim el Meeting Cangur que ha tingut lloc a Barcelona aquest mes d'octubre, i de l'altra, l'ICM 2006, que va tenir lloc a Madrid el mes d'agost. Totes dues activitats han gaudit de subvencions especials, però no està clar que puguin acabar amb saldo neutre. Per exemple, no esperem recuperar les aportacions fetes a l'ICM, ja que el seu estat financer final no ha estat pas gaire positiu. Amb això no preveiem que l'any 2006 pugui acabar amb saldo neutre per a la SCM tal com teníem pressupostat i que possiblement necessitem novament ajut del FPA per quadrar algunes de les activitats extraordinàries del 2006, cosa que no s'allunya pas de l'objectiu del mateix fons.

Descripció del pressupost per al 2007

Pel que fa al pressupost de 2007, ens trobem en el cas que la Junta va haver de presentar una proposta, que l'Assemblea del passat 14 de novembre va aprovar, i que haurà de ser duta a terme per la nova Junta escollida a la mateixa Assemblea. Per això, hem tractat de fer un pressupost una mica obert per tal de donar flexibilitat a la nova Junta i que pugui emprendre els projectes que cregui convenients. Així mateix, proposem la generació d'un cert benefici per tal d'eixugar els dèficits comesos en l'exercici 2005 i el que possiblement sortirà de l'exercici 2006.

Aquest pressupost preveu una pujada de la quota bàsica de soci de 32 a 34€. Voldria recordar que fa dos anys ja es va pujar la quota bàsica de 30 a 32€ i que vàrem adoptar el criteri d'anar actualitzant les quotes bianualment per tal d'assumir les alces del cost de la vida i buscar les quotes arrodonides a nombres enters mentre fos possible. Això deixa la quota per a estudiants en 17€ i la quota per a institucions en 64€.

Cal destacar en el pressupost de 2007 un increment en les subvencions previstes per al Cangur 2007, doncs ja tenim promesa una subvenció de 6.000€ de la Fundació Caixa Sabadell a aqueest efecte.

Gràcies a la millora de la situació econòmica de l'IEC, les subvencions procedents de l'Institut han estat en els darrers dos anys molt més generoses del que era habitual, i això cal esperar que continui igual sempre que es puguin justificar els projectes als quals aquestes subvencions

van dirigides. En concret, l'IEC ens ha aportat 5.000€ extres per a publicacions extraordinàries durant l'any 2006 i també està previst que ho faci per al 2007. A més, les activitats de pro-

jecció exterior que ha realitzat la SCM durant els anys 2005 i 2006 han estat beneïdes i adequadament subvencionades per l'Institut, sense negligir les activitats ordinàries.

Pressupost comptable SCM 2007

Activitat	Ingressos	Sub. IEC	Sub. extr.	Sub. FPA	Despeses	Total
Cangur	45.000	5.000	16.500		66.500	0
Cursos	1.000				1.000	0
Olimpíada		3.000	1.000		4.000	0
Trobada	1.200	3.000			4.200	0
Publicacions	500	11.600			12.100	0
Trobada Ensenyament	1.200	1.500			2.700	0
Fons Cooperació				1.000	1.000	0
Conferències estudiants				2.000	2.000	0
Funcionament SCM					12.000	-12.000
Nòmines					10.500	-10.500
Quotes socis	30.480					30.480
Altres activitats		5.000			5.000	0
Total	79.380	29.100	17.500	3.000	121.000	7.980
Fons PA	1.500			-6.000	0	-4.500
Total	80.880	29.100	17.500	-3.000	121.000	3.480

Atès que per a l'any 2007 no hi ha, en principi, cap activitat extraordinària prevista, i per tal de deixar a la nova Junta l'opció de programar-ne alguna, i també per intentar mantenir l'índex de subvencions que rebem de l'IEC, hem previst una partida de 5.000€ per a l'any 2007 sota el concepte d'altres activitats, amb el benentès que caldrà dotar de contingut aquesta partida per tal de confirmar la subvenció de l'IEC. Tot i el caràcter extraordinari del concepte, ha estat acceptat per l'IEC a causa del canvi recent de Junta.

Val a dir, a més, que aquest any, per primera vegada en la història de la SCM, l'IEC ha volgut incloure dins del seu pressupost per al

2007 el pressupost de totes les seves societats filials. I per això ens hem reunit amb el gerent i la cap de Gestió per tal d'exposar el nostre pressupost, que hem acabat quadrant amb el que l'IEC assumirà com a propi.

Amb tot això només em resta comentar que, atès que la Junta anterior ha perllongat el seu mandat fins quasi el final de l'any 2006, amb pràcticament totes les activitats de l'any ja finalitzades, entenc que és la meva obligació com a tresorer actual oferir-me a la nova Junta per tal de seguir exercint de fet, encara que no sigui de nom, com a tresorer fins a quadrar els comptes de l'any 2006.

Joan Carles Artés
Tresorer de la SCM

Benvinguda als nous socis

Durant l'any 2006, la Societat Catalana de Matemàtiques ha donat d'alta els socis següents: Judit Abardia Bochaca, Lesly Maria Acosta Argueta, Saleem Akhtar Raja, Rita Almeida, Josep M. Alonso Baez, José Manuel Benita Bordes, Marc Cámara Vallejo, Aris Daniilidis, Lauand Darbas Barbe, José Abraham de la Fuente Pérez, Pere Farró Sales, Sílvia Gago Álvarez, Francesc Xavier Gómez Naches, Gemma Huguet Casadas, Montse Moliné Brull, Col-

legi Montserrat, Fernando Navarro Espinosa, Toni Pérez López, Enric Pico Marco, Roger Rodríguez Font, Pili Royo Regueiro, Josep Sardanyés Cayuela, Juan Serra Marí i Xavier Xarles Ribas. La Societat Catalana de Matemàtiques us dona la més cordial benvinguda a tots, i desitja ser-vos d'utilitat en totes aquelles qüestions relacionades amb la comunitat matemàtica catalana.

Internacional

L'estand a l'ICM 2006

L'impacte del Congrés Internacional dels Matemàtics, ICM 2006, en les matemàtiques espanyoles i en el seu entorn dins i fora d'Espanya ha estat tan gran que tindrà ressò durant molts anys. El treball conjunt de moltes persones i diverses institucions durant cinc anys va culminar en un congrés ben organitzat i d'un nivell científic indiscutible del 22 al 30 d'agost de 2006 al Palau Municipal de Congressos de Madrid.



Estand de la SCM a l'ICM 2006.

La SCM va dedicar-li un número especial en anglès de la revista *SCM/Notícies* l'agost de 2006. Se'n varen repartir molts exemplars durant el Congrés i encara en queden a disposició dels socis que desitgin tenir-lo (el rebran gratuïtament si el demanen a la Secretaria de la SCM). D'altra banda, es publicarà una descripció detallada del Congrés en el proper número de la revista. En aquesta pàgina s'ofereix només una crònica de la participació de la SCM en el Congrés mitjançant un estand conjunt amb el Centre de Recerca Matemàtica (CRM), la Fede-

ració d'Entitats per a l'Ensenyament de les Matemàtiques a Catalunya (FEEMCAT) i el Departament d'Educació de la Generalitat, amb la col·laboració de les facultats i els departaments de matemàtiques i de didàctica de la matemàtica de Catalunya.

Aquesta iniciativa, que va ser aprovada per la Junta de la SCM el març de 2006, va partir d'una resolució del Parlament de Catalunya l'1 de març de 2006, on s'instava el Govern de la Generalitat a donar suport institucional i econòmic a les universitats catalanes, al CRM, a la SCM i a la FEEMCAT per tal de fer possible la seva participació com un col·lectiu representatiu nacional a l'ICM 2006, a més d'altres recomanacions referents a les activitats de foment de les matemàtiques per part de les institucions esmentades i a la representació internacional de la SCM.

L'estand estava format per tres mòduls de 9 m² cadascun. Va ser decorat per l'empresa 3A Disseny Gràfic i estava equipat amb dos ordinadors, un canó de vídeo i una gran quantitat de material promocional i informatiu de les institucions representades. Per a aquesta ocasió, a més del número especial de la revista *SCM/Notícies*, la SCM va tenir a punt un dossier anomenat *Mathematics in Catalonia* (que es troba disponible al web) i els primers volums de la nova sèrie de publicacions electròniques de la SCM. De fet, es va aprofitar aquest estand a l'ICM per fer una presentació pública d'aquesta sèrie en una recepció organitzada el dia 24 d'agost.

Es va imprimir un nou díptic en anglès de promoció de la SCM i un altre díptic de presentació del portal EDUMATCAT, conjuntament amb la FEEMCAT i el Departament d'Educació. També es va presentar el llibre d'actes de la Trobada d'Ensenyament de 2005 i es va exhibir un vídeo conjunt de les tres institucions esmentades, de quinze minuts de durada, que podeu demanar si ho desitgeu (els quatre minuts corresponents a la SCM es poden baixar del web).



Portada del díptic.

L'estand va estar controlat en tot moment per set voluntaris seleccionats per la SCM: Ja-

vier Alonso, Mireia Besalú, Francesc Castellà, Abraham de la Fuente (l'autor del vídeo i d'una presentació en Power Point), Iván Merillas, Joel Saà i Raquel Terrés. Donem les gràcies a tots ells.

Aprofitem aquest article per agrair l'aportació econòmica de l'antic DURSI a la SCM per tal de cobrir una part de les despeses d'aquest estand, així com la subvenció del Departament d'Educació a la FEEMCAT pel mateix concepte. Alhora, agraiem a la presidenta de la FEEMCAT, Pili Royo, i al director del CRM, Manuel Castellet, la seva col·laboració en la preparació de l'estand. També valorem molt la bona resposta i la presència de la Facultat de Matemàtiques de la UB, el Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica de la UB, el Departament de Matemàtiques de la UAB, el Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals de la UAB i la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC. Creiem que varem donar una molt bona imatge d'unitat i d'activitat col·lectiva. Tal com deia un rètol a l'estand, *Mathematics is thriving in Catalonia*.

Carles Casacuberta
President de la SCM

In memoriam

Pere Mumbrú i Rodríguez

Pere Mumbrú va estudiar la llicenciatura de matemàtiques a la Universitat Autònoma de Barcelona de 1974 a 1979.



Va obtenir el grau de llicenciatura, modalitat tesina, l'octubre de 1981 amb una tesina intitulada «Períodes 1, 2 3, 4 5 i 7 equivalen a caos»,

on va començar el seu camí en la recerca en sistemes dinàmics discrets a què es va dedicar al llarg de tota la seva carrera acadèmica.

Posteriorment, es va doctorar en Ciències Matemàtiques, també a la Universitat Autònoma de Barcelona, l'octubre de 1987 sota la direcció del doctor Jaume Llibre Saló amb una tesi intitulada «Estructura periòdica i entropia topològica de les aplicacions bimodals», obtenint la qualificació d'apte *cum laude*.

Tota la seva vida professional va transcórrer a la Universitat de Barcelona. De 1979 a 1993 al Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica de la Facultat de Formació del Professorat (abans Departament de Didàctica de les Matemàtiques de l'Esco-

la Universitària de Formació del Professorat) i de 1993 en endavant al Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi de la Facultat de Matemàtiques. De 1979 a 1986 va ocupar un càrrec de professor contractat; de 1986 a 1988 va ser professor titular d'escola universitària; de 1988 a 1993 va ser catedràtic d'escola universitària, i de 1993 en endavant (ja al Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi) va ocupar el càrrec de titular d'universitat.

Com a professor és una persona molt recordada per la qualitat de les seves classes, l'entrega, la dedicació i el bon tracte als alumnes, així com la capacitat de motivació dels seus cursos.

Com veurem més endavant, en Pere va ser una personalitat molt global, que s'interessà per diversitat d'aspectes de la ciència, la vida i la cultura. En el món de la recerca, mentre la pressió del sistema acadèmic li ho va permetre, va compatibilitzar la recerca en didàctica de les matemàtiques i els sistemes dinàmics. Va arribar un moment en què es va adonar que el sistema universitari, en un procés de burocratització creixent, el penalitzaria (de fet ja ho va començar a fer) per la seva manca d'especialització. Això va coincidir en el temps amb l'obtenció de la seva plaça de professor titular al Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi de la Universitat de Barcelona i el va fer decantar per especialitzar la seva recerca en els sistemes dinàmics discrets, en què ja treballava.

Té publicacions en el camp de la didàctica de les matemàtiques i en el dels sistemes dinàmics discrets. En aquest darrer camp els seus interessos i publicacions es van repartir en els temes següents: dinàmica simbòlica, entropia topològica, models amb dinàmica minimal en arbres i grafs i caracterització del conjunt de períodes de les aplicacions contínues d'arbres

En Pere va ser un excel·lent matemàtic. Tenia un pensament profund i creatiu, una gran capacitat de treball i un entusiasme encomanadís. Les seves aportacions van ser molt importants per comprendre certs fenòmens lligats a la dinàmica caòtica en espais 1-dimensionals. En aquest camp va desenvolupar una singular intuïció a la qual molts dels seus col·legues vam recórrer a l'hora de refermar o refutar les nostres conjectures per intentar comprendre determinats comportaments dinàmics. Sovint la conjectura era refutada amb un sorprenent i inesperat exemple.

En Pere també va tenir una vessant com a intel·lectual. Va ser un home profundament interessat en tot el que passava al seu entorn. Amant de la lectura, el cinema i l'art en totes les seves manifestacions. Interessat en la psicologia, l'ensenyament, la política... Sempre que sorgia a la conversa algun tema més o menys complex ell gairebé sempre ja hi havia pensat, i ja en tenia una opinió fruit d'una elaborada reflexió. Usualment adoptava criteris que no eren fruit de la improvisació, sinó del coneixement i la reflexió. En aquest aspecte, a més, era una persona molt oberta. Allò que desconeixia, lluny de rebutjar-ho, era objecte del seu interès. Era també, i per això mateix, un home molt crític amb la realitat social i política que ens ha tocat viure. El preocupava profundament la injustícia tan estesa i arrelada a la nostra societat i, especialment, el nostre paper i responsabilitat en aquesta situació.

Un altre punt que cal destacar en la seva personalitat és el d'home compromès. Compromès amb el seus companys de recerca. Sempre posant per davant els interessos del grup als propis. Disposat a fer feines feixugues que cal fer, però no ens agraden a ningú. Compromès amb la seva Facultat. Disposat també a sacrificar part del seu temps en feines de gestió. I desenvolupant-les amb eficiència i humanitat. Compromès, finalment, amb les seves idees. No només era crític amb la situació actual, sinó que treballava per canviar-la. En Pere mantenia una activitat política discreta però constant en el seu municipi. Allunyat dels partits polítics i mantenint la seva independència dedicava part del seu temps lliure a incidir en la vida política del seu poble. Era conscient de l'enorme dificultat per aconseguir qualsevol canvi, però, alhora, sabia de la necessitat d'actuar per canviar la realitat. I vivia aquesta activitat amb gran passió. L'evolució política era un tema de conversa recurrent en els dinars els dies que ens trobàvem per treballar.

En Pere va conèixer amb una feixuga malaltia els darrers dos anys de la seva vida. En tot aquest temps va mantenir sempre una actitud extraordinàriament positiva. L'hem vist caminar lentament, pujar escales, parar, respirar amb dificultat... Amb una força interior enorme i sempre amb un somriure als ulls. En la mesura de les seves possibilitats no va abandonar mai cap de les seves activitats. Intentant

aprofitar fins a l'últim moment el temps que tenia. Ens pot donar una idea d'aquest tarannà el fet que quinze dies abans de morir va agafar l'avió i se'n va anar a passar el cap de setmana a una ciutat que l'enamorava. Certament, va aprofitar el seu temps.

Durant els dos anys de la seva malaltia no vam deixar de treballar pràcticament cap setmana. A tots els seus companys ens semblava més preocupat perquè la seva situació no afectés anímicament el seu entorn que no pas per la seva pròpia malaltia. Actuava, dins de les seves possibilitats, com si res important es-

tigués passant. Realment treia energia de les nostres trobades setmanals. No evitava parlar de la seva malaltia, però sempre amb un esperit summament positiu. Els que vàrem estar a prop seu aquests darrers temps vam quedar profundament impressionats per la seva actitud vital.

En Pere va ser, en definitiva, un científic lúcid, profundament humà i compromès amb la seva societat. Tots aquells que vàrem tenir la sort de col·laborar amb ell en alguna de les seves activitats no l'esborrarem mai del nostre record.

Lluís Alseda i Francesc Mañosas
UAB

Javier Chavarriga Soriano

Oferim aquestes notes per donar testimoni i agraïment a una vida dedicada a les matemàtiques.

Javier Chavarriga va cursar la llicenciatura en ciències matemàtiques a la Facultat de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona en el període 1974-1979, es va especialitzar en anàlisi matemàtica. Es va llicenciar el juny de 1979, i va obtenir el grau de llicenciatura, modalitat tesina, el desembre de 1981. Posteriorment, es va doctorar en ciències matemàtiques en la mateixa Facultat el novembre de 1985, i va obtenir la qualificació d'apte *cum laude* sota la direcció del doctor Carles Simó Torres. Durant els cursos 1979-1983 va exercir de professor ajudant al Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi de la Universitat de Barcelona. Molts antics alumnes, que avui són professors, encara recorden aquell flamant llicenciat que ensenyava equacions diferencials i que, tot i que era novell en la feina, transmetia amb una gran intensitat el seu permanent entusiasme per les matemàtiques.

Inicià el curs 1983-1984 com a professor col·laborador de docència i investigació a la Facultat d'Informàtica de la Universitat Politècnica de Catalunya. El novembre de 1984 obtingué una plaça de professor adjunt interí de matemàtiques generals a la Facultat de Farmàcia de la Universitat de Barcelona, on desenvolupà la seva activitat docent en el període comprès entre el novembre de 1984 i el juny de 1992. El gener de 1985 és nomenat professor titular d'universitat interí de matemàtica aplicada. El maig de

1987 guanya per concurs oposició, la plaça de professor titular d'universitat de matemàtica aplicada al Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi de la Universitat de Barcelona.



Els anys noranta, es produeix la reestructuració del sistema universitari català. En aquells moments, Catalunya només comptava amb tres universitats, amb diverses delegacions, en les quatre províncies del Principat. Amb l'esmentada reestructuració, es creen o restitueixen noves universitats, com ara la Universitat de Girona, la Universitat de Lleida i la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona.

Els seus llaços sentimentals i familiars amb les terres de la Franja de Ponent, i més concretament amb el poble de Sena, a poc més de cinquanta quilòmetres de la ciutat de Lleida, van propiciar que, durant aquest període de canvis, apostés per la seva incorporació a la Universitat de Lleida, de la qual, més endavant, se sentiria molt orgullós.

Així, l'octubre de 1992 es va integrar a la secció de matemàtiques del Segrià de la Universitat Politècnica de Catalunya, a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Agrònoms de Lleida.

Aquest centre va quedar adscrit a la Universitat de Lleida el novembre del mateix any.

Finalment, el juny de 1995 va guanyar la plaça de professor titular d'universitat de matemàtica aplicada al Departament de Matemàtica de la Universitat de Lleida.

Des d'aleshores i fins a la seva mort, hem compartit amb ell una bona part de les seves inquietuds de recerca i estudi científic. És en aquest darrer centre universitari on va desenvolupar la part principal i més fructífera del seu treball docent i investigador.

Javier fou un dels impulsors del nou Departament de Matemàtica de la nostra Universitat i en va ocupar el càrrec de director durant un llarg període.

La seva gran il·lusió era formar un grup d'investigació en sistemes dinàmics: volia «crear escola».

Per aconseguir el seu objectiu va començar per buscar alumnes i va iniciar un curs de doctorat titulat Modelització matemàtica, que alguns membres del nostre Departament vàrem cursar com a deixebles seus. D'aquests, en Jaume Giné va continuar com a doctorant i així es va crear el nucli inicial del nostre grup de recerca. L'any 1995 s'hi incorporà Isaac A. García.

El començament va ser força dur i amb estretor: encara recordem el despatx de quatre metres quadrats compartit per tots tres al vell edifici del rectorat. És una època marcada per grans sacrificis i moltes hores de dedicació al treball. En aquest període, Javier mostrava algunes de les grans virtuts que el caracteritzaven, com ara l'empenta i la força de voluntat, que li permetien superar obstacles de qualsevol magnitud, i la seva gran estimació per la feina ben feta.

Els fruits d'aquests esforços es fan evidents amb el reconeixement de molts membres de la comunitat científica internacional i tenen lloc les primeres col·laboracions i visites. S'estableixen col·laboracions científiques importants a escala estatal i internacional. Sense ànim de ser exhaustius, professors com ara Héctor Giacomini, de la Universitat de Tours; Armengol Gassull i Jaume Llibre, de la UAB; Mijhail Popescu, de l'Institut de Matemàtiques de Bucarest; Laurent Cairó, de la Universitat d'Orleans; Mircea Sofonea, de la Universitat de Perpinyà; Marco Sabatini, de la Universitat de Trento, etc., foren alguns dels professors visitants durant aquest període inicial.

La consolidació del grup d'investigació Seminari de Sistemes Dinàmics i les esmentades col·laboracions van contribuir a l'organització de diferents congressos, entre els quals podem destacar les Jornades Catalanes de Matemàtica Aplicada i les dues edicions del Symposium on Planar Vector Fields.

Més endavant, el grup es va ampliar amb els doctorants Josep Mallol, Jordi Sorolla i Maite Grau, de manera que la continuïtat de l'Escola de Sistemes Dinàmics, creada pel Javier, quedava garantida i, per tant, l'objectiu inicial del Javier, aconseguit.

Quant a la seva investigació, la podem emmarcar en els sistemes dinàmics continus i, en particular, en els de dimensió dos. Aquests sistemes es poden pensar com a equacions diferencials ordinàries que han estat parametritzades per una variable temporal.

Són remarcables les seves contribucions al problema del centre i també al problema de la integrabilitat. Es va dedicar igualment a l'estudi de temes com ara els centres isocrons, la reversibilitat, els sistemes nilpotents i degenerats, les bifurcacions, els cicles límit (16è problema de Hilbert), les simetries de Lie, les equacions diferencials al pla complex projectiu, etc.

En els darrers temps fou un dels principals impulsors de la teoria de la integrabilitat de Darboux. Aquesta teoria es basa en el fet que la determinació d'un nombre prou alt de solucions algebraïques per a un sistema dinàmic en el pla, si aquestes existeixen, permet donar la integral primera del sistema. El matemàtic francès Gaston Darboux va iniciar aquesta teoria i, després de llegir la seva memòria, Javier, amb la seva intuïció matemàtica proverbial, va veure en les idees de Darboux l'inici de la teoria algebraica de les equacions diferencials, que pretén l'estudi de les característiques de les corbes algebraïques invariants d'un sistema diferencial i la seva relació amb les altres solucions del sistema. Es va abocar en gran manera a l'estudi d'aquestes corbes algebraïques invariants, la qual cosa li va permetre trobar famílies de sistemes amb propietats d'integrabilitat interessants, exemples nous de cicles límit algebraics per a sistemes quadràtics i determinar propietats per a sistemes quadràtics amb integral primera racional.

El juliol de 2002, Javier obtingué la plaça de catedràtic d'universitat de matemàtica aplicada, fet que va suposar la culminació del treball

docent i investigador realitzat fins aleshores en la seva carrera universitària.

Afegit a tot l'anterior, Javier Chavarriga es va preocupar per la difusió i divulgació de les matemàtiques i la ciència en general, i va organitzar diversos cicles de conferències amb l'Institut d'Estudis Ilerdencs (IEI), del qual fou conseller, a l'Institut de Ciències de l'Educació (ICE), o des de la mateixa Universitat de Lleida, on va impartir cursos de lliure elecció oberts a tot l'alumnat de la Universitat i també per a professorat de secundària. Entre aquests cursos volem destacar les Lliçons populars de matemàtiques, que van suposar un gran èxit d'assistència.

En l'àmbit docent, i dins de l'Escola Politècnica Superior (EPS), volem fer notar que Javier es va involucrar en l'establiment dels estudis d'enginyeria tècnica industrial, des del curs inicial, 1997-1998, com a professor de l'assignatura de càlcul, i va col·laborar activament en la consolidació d'aquesta titulació. Hem de remarcar que Javier sabia fer atractives les assignatures que impartia i era apreciat i molt respectat pels seus alumnes. Això queda palès, per exemple, pel bon nombre de vegades que se'l va requerir per apadrinar diverses promocions.

La darrera etapa de Javier ha estat com a membre de l'equip directiu de l'Escola Politècnica Superior. Durant aquest darrer any i mig, Javier menà totes les seves il·lusions i esforços

cap a l'Escola, i va impulsar la creació dels estudis d'arquitectura tècnica, dels quals ha estat un gran entusiasta, així com l'obertura del Centre de Recerca d'Energies Aplicades (CREA). Els darrers mesos va participar en l'elaboració d'una proposta de postgrau en enginyeria i tecnologies de la informació, i va aconseguir el vistiplau necessari per portar a terme el projecte. Com veiem, una altra de les característiques que el definien era intentar trobar el consens entre tots.

Des de la seva vessant més humana, tots els que hem estat propers a ell podem donar testimoniatge de la gran devoció envers el seu pare, cap a la seva dona, Cristina i, per descomptat i per damunt de tot, cap als seus fills Marta i Xavier, dels quals estava molt orgullós.

A més de ciència, Javier ens ha ensenyat moltes altres coses de la vida i ens ha servit no poques vegades de model gràcies a la seva empena, i les seves ganes de treballar, d'entendre els problemes, etc. El seu llegat queda en nosaltres i en cap cas seríem el que som si no l'haguéssim conegut i ens hagués marcat considerablement.

Ara, estem segurs que ens animaria a tots, amb la seva peculiar manera de ser i la seva rialla, a continuar endavant. Continuar la seva obra, fruit del seu treball i dedicació, és la millor manera de seguir recordant-lo.

Una forta abraçada, Javier.

Isaac A. García, Jaume Giné, Maite Grau,
Josep Mallol i Jordi Sorolla

Noticiari

Creu de Sant Jordi per a M. A. Canals i M. Castellet

Maria Antònia Canals i Tolosa

El treball generós, vital i incansable marca la vida de la Maria Antònia Canals, nascuda a Barcelona l'any 1930 en el sí d'una família molt vinculada al món de l'ensenyament. Diu la Maria Antònia que el seu pare, Emili Canals, un enginyer molt aficionat a les matemàtiques que morí quan ella tenia vuit anys, fou la primera persona que exercí una influència decisiva en la seva vocació, que neix a partir de la vivència personal lligada al joc, la manipulació i la intuïció. També fou decisiva la influència de les

seves ties Dolores i Francesca Canals, conegudes com les ties Montessori, introductores a Catalunya del mètode que porta aquest nom. Amb aquestes influències, l'any 1950 acaba els estudis de magisteri i el 1953 finalitza la llicenciatura de ciències exactes a la Universitat de Barcelona.

Un dels seus primers contactes amb la docència fou al Liceu Francès, una de les escoles de més prestigi social de Barcelona, on impartia classes de matemàtiques al batxillerat superior.



Però fou a l'Escola Talitha on va poder posar en pràctica, entre el 1956 i el 1962, el sistema montessorià. Tenia vint-i-set anys i va deixar el treball anterior perquè el projecte de la nova escola l'entusiasmava i perquè, segons les seves paraules, «un no ha de quedar-se mai tancat, sinó que ha de fer sempre allò en què realment creu». Així, la seva influència com a coneixedora del mètode Montessori, amb el suport de l'opinió d'Alexandre Galí, va incidir en la decisió d'aplicar aquesta metodologia al parvulari de l'escola. El pas següent fou la construcció de tot el material necessari, tasca que dugué a terme amb minuciosa precisió.

Cinc anys després d'iniciar el projecte de Talhita, Maria Antònia decideix iniciar un nou projecte en un barri amb més necessitats. Asabentada de les males condicions del barri barcelonès de Verdum, decideix canalitzar el seu compromís social en aquesta direcció. El barri disposava d'un barracó propietat de la parròquia on cada tarda s'impartien classes de capacitació professional. És aquí on l'octubre de 1962 la Maria Antònia inicià el funcionament de l'escola Ton i Guida, penjant a la porta un rètol que deia «Parvulario». Començà ella sola amb quaranta-dos nens i nenes d'entre quatre i sis anys, la majoria fills d'immigrants. L'escola es mantenia amb les quotes que pagaven les famílies segons les seves possibilitats econòmiques, encara que per arribar a fer realitat la construcció d'un nou edifici es va comptar amb les aportacions d'importants donatius de gent benestant que creia en el projecte.

Com a Talhita, la M. Antònia aconseguí crear a l'escola Ton i Guida un equip de mestres conscients de la importància de la seva tasca i de l'esperit de treball en equip. L'escola gaudí de molta anomenada i el 1975, amb més de

quatre-cents alumnes, s'havia convertit en un exemple i model d'escola. Deixa Ton i Guida per dedicar-se al càrrec de cap de l'Àrea de Serveis d'Ensenyament de Barcelona. Però no acaba de trobar-se bé en el món de la política i deixa el càrrec després d'un any. S'havia involucrat en l'àmbit universitari, impartint classes de didàctica de la matemàtica a l'Escola de Mestres de la Universitat Autònoma de Barcelona, i l'any 1982 obté plaça a l'Escola Normal de Girona. Aquest fet significà un canvi de residència. I el 1985 també comença a impartir classes a l'Escola de Mestres de Vic. Paral·lelament a la docència a la universitat, i fruit de les activitats de formació permanent, l'any 1992 sorgeix el primer grup de mestres dedicat a la didàctica de les matemàtiques: Grup Perímetre, ubicat a Girona. El Grup Perímetre, juntament amb l'equip ICE de matemàtiques de la UdG, funden l'Associació d'Ensenyants de Matemàtiques de Girona (ADEMGI), de la qual M. Antònia fou presidenta durant els quatre primers anys, de 1992 a 1996. El 1994, l'Associació de Professors de Matemàtiques de les Comarques Meridionals (APMCM) i l'ADEMGI funden la Federació d'Entitats per a l'Ensenyament de les Matemàtiques a Catalunya (FEEMCAT), de la qual fou presidenta durant els tres primers anys.



La seva tasca ha estat reconeguda amb diversos premis i homenatges: Medalla President Macià (Medalla del Treball) (Barcelona, 13 d'abril de 1988); Premi Mestres 68, per la renovació aportada al camp de la didàctica de la matemàtica i a la concepció de l'educació infantil (Girona, 17 de desembre de 1994); homenatge per la tasca docent i innovadora desenvolupada en el camp de la didàctica de les matemàtiques (Girona, 29 de abril de 2000); insígnia de plaça de la FEEMCAT (juliol de 2000); Meda-

lla d'or de la Universitat de Vic (17 d'octubre de 2000) i de la Universitat de Girona (4 d'octubre de 2001); homenatge de la Facultat de Ciències de l'Educació de la Universitat de Girona (29 de maig de 2001) i la distinció Jaume Vicens Vives a la qualitat en la docència universitària (4 d'octubre de 2001), dedicat per la M. Antònia «als milers de noies i nois i als molts mestres joves i grans que durant tots aquests anys han estat els meus alumnes». Des del 30 de setembre de 2001, Maria Antònia està oficial-

ment jubilada. Nomenada professora emèrita de la Universitat de Girona, actualment coordina el GAMAR (Gabinet de Materials i de Recerca per la Matemàtica a l'escola).

El passat dia 25 de setembre li va ser atorgada la Creu de Sant Jordi, per la seva dedicació al país i, en concret, per la seva tasca en la formació de mestres i les seves publicacions matemàtiques. Ens alegrem amb ella d'aquesta merescuda distinció.

Pili Royo Regueiro
Presidenta de la FEEMCAT

Manuel Castellet i Solanas

Manuel Castellet i Solanas va rebre la Creu de Sant Jordi el 25 de setembre de 2006 en reconeixement de la seva valuosa trajectòria en l'àmbit universitari i la seva contribució a la recerca amb la creació del Grup de Topologia Algebraica de Barcelona, adscrit a la Universitat Autònoma, de prestigi internacional; i també de la seva àmplia vinculació amb l'Institut d'Estudis Catalans, del qual, a més de la direcció del Centre de Recerca Matemàtica (CRM), fou president.



En Manuel és ben conegut, no cal dir-ho, dins d'una institució que ell mateix va presidir de 1978 a 1982, quan encara era la Secció de Matemàtiques de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques. De fet, l'arrencada de la SCM fins al que és avui va començar en aquest període. Més endavant, va tornar a influir-hi fortament des de la presidència de l'IEC. La seva col·laboració i la seva empenta varen ser decisives per a l'èxit del Tercer Congrés Europeu de Matemàtiques

l'any 2000. Des del seu lloc de privilegi al capdavant de l'Institut (com a secretari general de 1989 a 1992, com a vicepresident de 1992 a 1995 i com a president de 1995 a 2002), va contribuir al foment i a la difusió de les matemàtiques amb diverses iniciatives, entre elles la incorporació a l'IEC de la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer el 1991.

Algunes dades biogràfiques: va néixer a Barcelona el desembre de 1943; es va llicenciar en matemàtiques a la Universitat de Barcelona el 1965 i va obtenir el grau de doctor a la mateixa universitat el 1973, amb una tesi doctoral realitzada a l'Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) de Zuric sota la direcció de Beno Eckmann, un dels investigadors més destacats en topologia algebraica del segle XX (i que, per cert, el març de 2007 complirà noranta anys). La topologia ha estat la seva especialitat científica des d'aleshores. Ben aviat va iniciar a Bellaterra el que ara és el Grup de Topologia Algebraica de Barcelona. A principis de la dècada de 1980 l'equip estava format per ell, la seva esposa Irene Llerena i un dels seus primers alumnes de doctorat, Jaume Aguadé (1979). Actualment compta amb vint-i-cinc membres i és un grup consolidat de la Generalitat de Catalunya, capdavanter en la seva especialitat a l'Estat i molt actiu a Europa, on ha aconseguit distincions com ara un programa de formació Marie Curie entre 2000 i 2004.

Entre d'altres càrrecs acadèmics, ha estat degà de la Facultat de Ciències de la UAB de 1987 a 1991, vicerector de la UAB de 1993 a 1994, membre del Consell Social de la UAB

entre 1988 i 1991, membre del Consell Social de la UOC entre 1996 i 2005, membre del Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de la Generalitat de Catalunya de 1999 a 2002, membre del Consell de la Societat Matemàtica Europea des de 1994, membre del Real Patronato de la Biblioteca Nacional de 1997 a 2002 i membre del jurat dels Premis Nacionals de Cultura de la Generalitat de Catalunya de 1998 a 2002. És editor de la sèrie «Advanced Courses in Mathematics CRM Barcelona», publicada per Birkhäuser des de 2001. Va rebre la Medalla Narcís Monturiol de la Generalitat de Catalunya al mèrit científic i tecnològic l'any 1991 i va aconseguir la Placa Narcís Monturiol per al CRM l'any 2000.

La més gran creació professional d'en Manuel ha estat, sens dubte, el CRM, que ell va posar en marxa el 1984, tres anys després d'haver obtingut una Càtedra de Geometria i Topologia a la UAB. El CRM va començar amb poca superfície, però amb una capacitat organitzadora extraordinària. Aviat va aconseguir prestigi internacional i va acollir investigadors molt destacats, entre ells sis guanyadors de la medalla Fields l'any 1991 i d'altres més tard, com ara Jean-Pierre Serre el 2004. En el seu desè aniversari, el CRM es va traslladar a la seva ubicació

actual, i el 2005 amplià la seva capacitat fins a 1.225 m², amb espai per a una trentena de visitants i un auditori nou per a cent persones. Durant tot el període 1984-2006, ell n'ha estat el director i ha aconseguit situar-lo entre els millors centres d'Europa. De fet, ell mateix va presidir el comitè ERCOM de centres de recerca europeus de matemàtiques entre el 2002 i el 2005. Durant aquests dotze anys, diverses generacions de matemàtics catalans s'han beneficiat de l'existència del CRM i molts grups de recerca han crescut a la seva empara.



Tant des de la SCM com des del seu equip, li fem arribar una efusiva enhorabona per aquesta nova distinció tan rellevant, que premia una dedicació de molts anys a les matemàtiques i sobretot a Catalunya.

Carles Casacuberta
UB

El marc contractual del professorat universitari de matemàtiques

No fa pas gaire temps que la Ley Orgánica de Universidades (la LOU) va donar el tret de sortida per a la creació de cossos de professorat contractat a les universitats espanyoles, de manera paral·lela als cossos de funcionaris, que eren els únics existents fins al moment. La LOU estableix les bases generals i deixava en mans de les comunitats autònomes la implantació real d'aquests nous cossos de professors universitaris. Tot seguit, el Govern de la Generalitat va elaborar la Llei d'universitats de Catalunya (LUC) definint els contractes que es volien impulsar a Catalunya, i les regulacions i els requisits per accedir-hi.

Malgrat que aquestes noves figures de professorat ja comencen a ser presents a les universitats catalanes (encara que potser només tímidament), entre la comunitat universitària

encara no hi ha un coneixement prou clar de quines figures són, ni de les seves característiques principals. Per aquest motiu, i atès l'interès que té el tema per a les expectatives dels matemàtics catalans, des de la redacció de la *SCM/Notícies* hem cregut convenient preparar aquest informe, amb l'objectiu que els investigadors puguin dimensionar correctament aquestes figures i puguin autoavaluar-se abans d'optar a un d'aquests contractes. Explicarem també com funciona el procés d'acreditació (definit més avall), els criteris d'avaluació en matemàtiques i els resultats acumulats de les convocatòries fetes fins ara.

Totes les dades necessàries per a l'elaboració d'aquest informe ens han estat trameses molt amablement per l'Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU), mit-

jançant alguns dels membres de les seves comissions d'acreditació. Sense aquest *input* no hagués estat possible l'elaboració d'aquest escrit, amb l'objectivitat que se li ha pretès donar.

L'informe minimitza les informacions de tipus burocràtic i administratiu (que es poden trobar al web de l'AQU, www.aqucatalunya.org) i posa més èmfasi en els criteris i resultats observats.

Les figures contractuals

La LUC recull una via contractual, no funcional, per a la trajectòria acadèmica del professorat, concretament a través de quatre tipus de contractes laborals: professor col·laborador, professor lector, professor agregat i professor catedràtic. Cadascuna d'aquestes categories està definida a la LUC, juntament amb els requisits per accedir-hi. El que segueix n'és un resum:

- **Professor col·laborador:** és la figura contractual de caràcter temporal o permanent que desenvolupa exclusivament tasques docents per tal de cobrir necessitats de docència qualificada en àmbits específics de coneixement. La figura del professor col·laborador és, per tant, una figura ideada essencialment per a la docència, no és una figura que pugui cobrir l'etapa de formació, ni tampoc és una figura de trànsit cap a la permanència, com ho és la figura del lector.
- **Professor lector:** la figura de professorat lector obre les portes de la nova carrera acadèmica a través de la via contractual i permet accedir més endavant a categories superiors amb contracte indefinit (professorat agregat i catedràtic). El contracte és d'un màxim de quatre anys, flexibles en casos de maternitat o paternitat, i amb plena capacitat docent i investigadora. La figura de professorat lector és la típica per a les persones que han completat recentment la seva etapa postdoctoral.
- **Professor agregat:** el contracte de professor agregat és indefinit i suposa una provada capacitat docent i investigadora.
- **Professor catedràtic:** el contracte també és indefinit i correspon a l'etapa més avançada i consolidada de la carrera acadèmica; és la categoria superior del model contractual de la LUC.

En tots els casos, els tres requisits indispensables per aconseguir un d'aquests contractes són: 1) tenir un títol universitari, 2) disposar

de l'acreditació per a la categoria corresponent, atorgada per l'Agència per l'AQU, i 3) superar un procés selectiu que inclou una avaluació interna de la universitat contractant, regulada pels seus estatuts propis i les seves normes de funcionament.

A més, excepte per al cas dels col·laboradors, s'exigeix també estar en possessió del títol de doctor i acreditar dos anys d'activitat docent o investigadora, predoctoral o postdoctoral, o de transferència de tecnologia, en situació de desvinculació acadèmica de la universitat convocant. Aquest últim requisit es considera complert si els estudis de doctorat han estat cursats íntegrament en una altra universitat, que haurà expedit el títol de doctor.

Finalment, per a les figures d'agregat i de catedràtic també cal acreditar un mínim de tres anys d'activitat docent i de recerca, prioritàriament postdoctoral.

Les avaluacions o acreditacions a les quals es fa referència més amunt les gestiona l'AQU, que obre dues convocatòries cada any per a cadascuna de les quatre categories de professorat. La Comissió de Professorat Lector i Professorat Col·laborador (CLiC) és l'encarregada de les acreditacions per a col·laboradors i lectors, mentre que la Comissió d'Avaluació de la Recerca (CAR) gestiona les d'agregat i catedràtic (també anomenades *acreditacions de recerca i de recerca avançada*). Ambdues comissions van començar a treballar el febrer de 2003 i estan estructurades en sis subcomissions específiques: humanitats, ciències socials, ciències, ciències de la vida, ciències mèdiques i de la salut, i enginyeria i arquitectura. El professorat de matemàtiques és avaluat per les subcomissions de ciències.

Procés d'acreditació

Com s'ha dit en el paràgraf anterior, l'AQU obre dues convocatòries cada curs, una a la tardor, que es resol a finals de febrer, i una altra durant la primavera, que es resol el juliol. Els sol·licitants poden presentar la seva documentació presencialment o bé telemàticament, indicar quina subcomissió consideren més afí al seu àmbit d'especialització, si bé l'assignació definitiva la fan els presidents de les subcomissions específiques. Aquestes estan compostes per professorat reconegut de les diverses àrees de coneixement (vegeu www.aqucatalunya.org), i en

la seva avaluació poden, si escau, recórrer a *referees* externs que són nomenats per a aquest propòsit per l'AQU. L'AQU garanteix que tot expedient sigui avaluat per un mínim de dos especialistes del mateix camp del candidat.

Per a l'emissió dels seus informes, la Subcomissió de Ciències es basa en la definició de cadascuna de les quatre figures de professorat establerta a la Llei 1/2003, d'universitats de Catalunya (LUC), i en la Resolució UNI/938/2003, d'11 d'abril (DOGC núm. 3866, de 16 d'abril de 2003). La valoració d'un expedient està estructurada en diversos camps d'avaluació (mèrits d'investigació, formació, etc.), que depenen del tipus d'acreditació. Cada camp d'avaluació té associada una ponderació en la qualificació final, ponderació que també depèn de l'acreditació; per exemple, els mèrits en formació i captació de recursos tenen un pes específic més alt en l'acreditació de recerca avançada que en la de recerca. Cada avaluador omple un full d'avaluació, amb les qualificacions dels diferents camps, i un informe, i es completa així la primera etapa del procés. La segona etapa de l'avaluació és en la reunió de la comissió corresponent, on cadascun dels expedients és analitzat globalment, es creuen les qualificacions i informes dels avaluadors, i es determinen les qualificacions definitives de cada camp d'avaluació. Aquestes, un cop ponderades, duen a la qualificació final, que és la que formalment determina el resultat final de l'acreditació (positiu o negatiu).

En conseqüència, la valoració baixa en un camp pot ser compensada per mèrits en altres camps i, per tant, un informe favorable no significa que s'hagi assolit el nivell fixat per la subcomissió en cada apartat avaluat, de la mateixa manera que un informe desfavorable no significa insuficiència en tots i cadascun dels apartats.

Els sol·licitants reben de l'AQU el resultat del procés i, en el cas d'acreditacions desestimades, un breu comentari indica quins són els punts febles detectats en el seu expedient. Els sol·licitants poden demanar veure el full d'avaluació de la seva sol·licitud amb les qualificacions obtingudes en els diferents camps d'avaluació. També hi ha un termini per presentar recurs d'alçada i exposar les al·legacions que es considerin convenients, davant del president de la comissió corresponent (Clic o CAR) —no a la subcomissió avaluadora— recurs que

conduïx a la revisió de l'expedient. El termini màxim de resolució d'un recurs és de tres mesos a partir de la presentació.

Les acreditacions no tenen caducitat, i tampoc no hi ha un temps mínim entre una sol·licitud i la següent.

Les acreditacions de col·laborador i lector emeses per l'agència estatal ANECA també són vàlides a efectes de contractació. L'acreditació de contractat doctor emesa per l'ANECA és reconeguda per les universitats catalanes a efectes de contractació de professorat agregat, però en aquest cas no poden acollir-se al Programa Serra-Hunter (vegeu l'apartat 8).

Acreditació del professorat col·laborador

En el cas del professorat col·laborador, l'element central de l'avaluació és l'experiència docent i el currículum professional del candidat. La formació acadèmica i l'experiència investigadora són mèrits complementaris en l'avaluació del sol·licitant. És a dir, el que prioritàriament es valora de manera positiva és una trajectòria docent variada i extensa, tant teòrica com pràctica, complementada per innovació i formació adreçades a la docència, com també una trajectòria professional reconeguda en un àmbit relacionat amb la trajectòria docent. El títol de doctor es considera una part d'aquesta experiència professional.

Hi ha quatre camps d'avaluació, cadascun amb un pes específic diferent, que comentem a continuació: experiència docent, 50 % (40 % trajectòria docent universitària i 10 % per altres mèrits docents) currículum professional, 25 %; formació acadèmica, 10 %, i experiència investigadora 15 %.

1. **Experiència docent.** Aquest apartat inclou la trajectòria en docència reglada universitària i altres mèrits relacionats amb activitats de formació per a la docència i d'innovació docent. La valoració de la trajectòria docent universitària es basa en el nombre d'assignatures i el volum de docència acreditat, i es considera el caràcter teòric o pràctic. La docència no universitària no és un mèrit que es tingui en compte en aquest apartat i es valora, si escau, en l'apartat d'altres mèrits docents o dins de l'apartat d'experiència professional. Només es valora la docència amb un mínim d'un any acadèmic d'activitat docent i la màxima valoració requereix un mínim de tres anys acadèmics d'activitat docent regula-

da, que inclogui docència teòrica. Es considera que un any acadèmic comporta una mitjana de dotze crèdits impartits i la docència impartida anualment es valora proporcionalment a aquest criteri. L'activitat docent s'ha d'acreditar documentalment.

Pel que fa a activitats de formació per a la docència universitària i d'innovació docent, i altres mèrits docents, es valoren com a mèrits la participació en cursos, postgraus i programes per a la docència universitària. No es considera un mèrit d'aquest apartat la formació doctoral específica en l'àrea d'especialització, que contribueix a l'obtenció del títol de doctor, i que es valora en l'apartat de currículum professional. Pel que fa als projectes d'innovació docent, es valoren positivament i d'acord amb el seu grau de qualitat, l'entitat financadora i la durada. També es valoren aquí les tasques institucionals de millora de la docència. En qualitat d'altres mèrits docents es pot valorar la docència universitària no reglada i la docència no universitària, sempre que estigui justificada documentalment.

2. **Currículum professional.** Es valora positivament l'experiència professional que estigui relacionada amb l'àmbit docent que s'avalua, de la qual es tenen en compte la durada, la dedicació, l'empresa o l'organisme, el càrrec i l'activitat exercida. Per tal que la valoració en aquest camp sigui la màxima possible, es requereix una activitat professional de com a mínim tres anys a temps complet. Alternativament, el títol de doctor també es considera com a experiència professional amb la màxima valoració. L'assoliment acreditat de la suficiència investigadora o del diploma d'estudis avançats es valora proporcionalment. No obstant això, aquesta segona possibilitat no és un requisit necessari per a la qualificació positiva de l'experiència professional.

3. **Formació acadèmica.** Es té en compte l'expedient acadèmic, i es considera un mèrit addicional que el candidat estigui en possessió de més d'una titulació o que hagi estat mereixedor d'un premi extraordinari.

4. **Experiència investigadora.** Tot i que l'avaluació favorable per a professorat col·laborador no requereix una experiència investigadora, aquesta experiència pot contribuir a l'avaluació positiva i compensar dèficits en altres apartats. Es valoren preferentment les publicacions en re-

vistes indexades, és a dir, que hagin passat un procés d'avaluació *peer review* i que apareguin en les llistes del Science Citation Index o similars. Preval especialment la publicació en revistes dels quartils superiors d'aquests llistats. També es tenen en compte altres publicacions de recerca, incloent-hi llibres o capítols de llibres.

Conceptes avaluats en les acreditacions de lector, agregat i catedràtic

Ja hem indicat abans que els matemàtics són avaluats per les subcomissions de Ciències de la CliC i la CAR. Farem un repàs dels criteris fets públics per aquestes subcomissions, per al cas de lectors, agregats i catedràtics, que són les figures més vinculades a la recerca. En els tres casos, els conceptes que s'avaluen són els mateixos, l'únic que canvia és el pes específic que té cadascun d'ells en l'avaluació final. Es tracta dels següents:

1. **Publicacions.** Els criteris publicats per les dues comissions de ciències indiquen una xifra orientativa del nombre mínim de publicacions exigides, depenent de l'acreditació, per dir tot seguit que aquest nombre s'ha de contrastar amb les especificitats de l'àrea, la productivitat mitjana del camp d'especialització, etc. Evidentment resulta impossible establir una xifra que sigui reconeguda com una aproximació vàlida tant per físics, químics, matemàtics, etc. Aquest contrast es fa efectivament en el cas de matemàtiques, ja que els paràmetres que després presentarem indiquen que en tots els casos el nombre mínim anterior està per sobre de la mitjana observada entre les sol·licituds avaluades favorablement en matemàtiques.

Pel que fa a la qualitat, l'avaluació en l'apartat de publicacions té en compte aspectes habituals en aquests casos. Així, es valoren bàsicament les publicacions en revistes indexades, és a dir, que hagin passat un procés d'avaluació *peer review* i que apareguin en les llistes del JCR Science Edition o similars. Les llistes es divideixen en quartils per a cadascun dels subàmbits científics. Quan una revista apareix llistada en més d'un subàmbit, es considera sempre la situació relativa de la revista en el subàmbit més favorable per al candidat. Es valora especialment la publicació en revistes dels quartils superiors, i es considera l'extensió de l'article. A part del quartil (i per tal de pre-

cisar la repercussió efectiva de la recerca duta a terme pel sol·licitant), quan sigui possible es considera l'índex d'impacte de les publicacions i el nombre de citacions rebudes per cada article. Aquests, que són criteris generals per a ciències, també són matisats per al cas específic de matemàtiques, perquè hi ha revistes molt ben considerades per la comunitat amb independència de la seva posició en el JCR, i d'altra banda els índexs d'impacte de bones revistes de matemàtiques són molt baixos comparats amb altres ciències. Als avaluadors se'ls demana el seu propi parer sobre les publicacions, amb independència de l'índex d'impacte, que els mateixos sol·licitants ja aporten en el currículum normalitzat.

Per tal de contrastar si el candidat té una trajectòria científica recent, es té en compte que una part dels articles valorats s'hagi publicat en els darrers tres anys. En la publicació de llibres, es valora la qualitat de l'editorial segons el seu prestigi internacional, i es té en compte l'exigència i el rigor científic en els processos de selecció dels treballs publicats, el nombre d'autors i el tipus d'aportació, ja sigui en el conjunt de l'obra, en un o diversos capítols, o bé en l'edició d'una obra col·lectiva. També, en aquest cas, es valora especialment la trajectòria dels darrers anys, encara que sense establir un límit fix de temps.

2. Informes valoratius. Un altre aspecte fa referència als informes valoratius demanats pels sol·licitants a terceres persones, i que aquestes remeten directament a l'AQU. Aquests, que no són en cap cas obligatoris, sí que resulten conuenients ja que ajuden els avaluadors a fer una valoració més ajustada dels mèrits dels candidats. Lògicament, els informes valoratius es tenen en compte considerant el prestigi de la persona que els emet, la informació que contenen i la relació que hi ha entre el signant i el sol·licitant. Així, per exemple, cal distingir els informes valoratius de la recerca emesos per investigadors de prestigi allunyats de l'entorn del candidat dels emesos per coautors o directores de tesi.

3. Contribucions a congressos. Les contribucions a congressos només es consideren com a mèrit addicional, i en cap cas no substitueixen altres mancances en l'experiència científica. Es considera l'abast i la rellevància internacional del congrés, i es valoren les comunicacions orals i les ponències invitades, en cap cas les assistències.

4. Estadades en centres de recerca. Es valoren positivament les estadades de recerca de mitjana i llarga durada, com a mínim de tres mesos i preferiblement superiors a un any, en centres de recerca de prestigi internacional reconegut i diferents del centre on es fa la feina habitual. Quan l'estada és posterior a la realització de la tesi doctoral, es considera com a formació postdoctoral.

5. Participació i direcció de projectes de recerca. Es consideren exclusivament els projectes de recerca finançats en convocatòries competitives, tant de les administracions públiques (europees, estatals i autonòmiques) com del sector privat (fundacions i empreses), i té una consideració positiva especial la participació del candidat com a investigador principal del projecte.

6. Direcció d'activitats de recerca, activitats formatives i desenvolupament. Es valora la capacitat del sol·licitant per formar un grup o nucli de recerca, com també el fet d'haver dirigit i/o estar dirigint tesis doctorals. També es valorarà la seva implicació en la impartició i/o la coordinació de cursos de doctorat, postgraus i màsters. En definitiva, els punts 5 i 6 mesuren l'impacte de la tasca del candidat en el seu entorn acadèmic.

7. Transferència de tecnologia, patents, models d'utilitat i altres resultats. Es valoren aquells resultats l'ús actual dels quals pugui ser demostrat pel sol·licitant, o bé que tinguin prou avançat el tràmit per a la protecció internacional de drets, de manera que la comissió pugui avaluar l'interès real de l'aplicació.

8. Formació doctoral i postdoctoral. En la formació doctoral, es valora el centre en el qual s'ha realitzat la formació, el fet d'haver gaudit d'una beca competitiva i les publicacions que s'han derivat d'aquest treball de recerca. Es valora la recerca desenvolupada en centres diferents del de la realització de la tesi, i es té en compte el prestigi internacional. Pel que fa a les estadades postdoctorals, no es consideren les estadades inferiors a sis mesos i la valoració és especialment positiva per a les estadades d'almenys un any i mig.

9. Trajectòria docent universitària (només per al cas de lector). La valoració de la trajectòria docent universitària es basa en el nombre d'assignatures i el volum de docència acreditat, i es considera la naturalesa teòrica o pràctica.

Té una consideració especialment positiva el fet que el candidat hagi estat responsable d'alguna assignatura. La docència no universitària no és un mèrit que es tingui en compte en aquest apartat, i es valora, si escau, a l'apartat d'altres mèrits docents.

10. **Innovació docent** (només per al cas de lector). Es valoren positivament els projectes d'innovació docent i es tenen en compte el grau de qualitat, l'entitat financeradora i la durada. També es valoren les tasques institucionals de millora de la docència.

11. **Altres mèrits**. Es valoren els premis, les distincions, els trams de recerca, la pertinença a societats científiques, comitès editorials, comitès de premis, etc., i els càrrecs ocupats pel candidat que impliquin una activitat de gestió de la investigació.

Acreditació del professorat lector

En el cas del professorat lector, l'element central de l'avaluació són els mèrits investigadors del candidat i, entre aquests, les publicacions científiques. Altres mèrits del candidat, entre els quals hi ha els docents, poden modular l'avaluació, però per si sols no poden ser determinants d'una avaluació positiva o negativa.

Els onze conceptes de l'apartat anterior s'organitzen en els tres camps d'avaluació següents:

a) Experiència investigadora, 65 % (publicacions indexades 50 %; comunicacions a congressos i estades de recerca no incloses en la formació acadèmica, publicacions no indexades, 8 %, i participació en projectes de recerca, direcció de recerca i transferència de tecnologia, 7 %). Els criteris generals per a ciències de la CLiC estableixen què del conjunt de publicacions, per a l'avaluació es consideren les sis millors, valorades d'acord amb la qualitat de la revista, tot i que aquest nombre no s'ha de considerar un mínim absolut, sinó que es contrasta en cada cas, entre altres coses, amb la productivitat mitjana de l'àrea. En el cas de les matemàtiques, aquest contrast és ben present, ja que la qualificació màxima en l'apartat de publicacions s'assoleix en matemàtiques amb tres publicacions indexades, una de les quals estigui en el primer quartil.

b) Formació acadèmica, 20 % (predoctoral, 5 %; doctoral i postdoctoral, 15 %). La formació

postdoctoral aquí té un paper important, i la qualificació màxima en aquest apartat s'assoleix amb una estada postdoctoral d'un any en un centre de prestigi reconegut.

c) Experiència docent, 15 % (trajectòria docent universitària, innovació docent). De mitjana, s'observa que els lectors acreditats en matemàtiques han impartit docència reglada durant tres anys acadèmics o més. Tanmateix, aquest apartat és poc determinant, pel seu poc pes.

Resumint, un lector acreditat de matemàtiques és una persona que té entre tres i quatre publicacions de qualitat, que participa en algun projecte de recerca competitiu, i amb mobilitat a escala internacional. Els sol·licitants que gaudeixen d'una beca tipus Juan de la Cierva o similar solen obtenir l'acreditació de manera natural.

Acreditació de recerca del professorat agregat

Per a l'emissió de l'acreditació de recerca, la CAR avalua l'activitat d'investigació duta a terme fins ara i l'activitat en formació, desenvolupament, gestió i administració de la recerca, i altres mèrits en general. Es considera la temporalitat de la tasca científica que s'hagi portat a terme i, en especial, la trajectòria dels darrers anys.

Els sol·licitants hauran de demostrar una capacitat docent i investigadora provada, d'acord amb l'article 46 de la Llei 1/2003, de 19 de febrer, d'universitats de Catalunya. Pel que fa a la capacitat investigadora, els sol·licitants hauran de demostrar, almenys, tres anys d'activitat investigadora postdoctoral per poder ser acreditats.

Hi ha quatre camps d'avaluació, basats en els nou primers conceptes de l'apartat 4 (l'avaluació és estrictament de recerca, sense que es considerin els mèrits docents):

a) Publicacions i transferència dels resultats de recerca, 75 %. Es valoren les publicacions i la transferència de tecnologia de manera conjunta i amb el mateix valor. Els criteris esmenten una xifra mínima de quinze articles, si bé es precisa que no es tracta de mínims absoluts exigibles, sinó d'una referència general en l'àmbit de ciències, que en cada cas s'ha de contrastar amb la qualitat mitjana de les publicacions del sol·licitant i la productivitat mitjana de l'àrea

corresponent. I efectivament, en matemàtiques, la mitjana observada del nombre de publicacions entre les acreditacions de recerca positives està al voltant de deu.

b) Direcció i participació en projectes d'investigació, 10 %. En aquest apartat, el que es considera dins la normalitat i típic de l'agregat acreditat és haver participat i estar participant en un projecte de recerca competitiu. En cas de ser investigador principal del projecte o d'altres de menor entitat (accions integrades, PICS, etc.), la seva puntuació en aquest camp es veu incrementada.

c) Activitat formativa, 10 %. En aquest camp la normalitat se situa en el fet d'haver dirigit o estar dirigint tesines o treballs de recerca, participar en programes de doctorat, etc. La direcció de tesis incrementa la puntuació en aquest apartat.

d) Altres mèrits, 5 %. Es dona una importància especial a la mobilitat internacional del candidat i als informes valoratius de terceres persones.

En definitiva, un agregat acreditat de matemàtiques és una persona que ha superat completament l'etapa postdoctoral, capaç de dur a terme recerca de manera autònoma i no subsidiària, que comença a contribuir significativament en temes actuals en una línia diferent de la tesi doctoral, que participa activament en projectes competitius, amb mobilitat internacional, i que comença a implicar-se en formació.

Acreditació de recerca avançada del professorat catedràtic

La figura del catedràtic contractat correspon a la fase més avançada i consolidada de la carrera acadèmica. El catedràtic contractat és un investigador reconegut internacionalment en el seu camp, que ha fet contribucions importants a més d'una línia d'investigació, que participa i dirigeix projectes competitius, amb capacitat de lideratge i de captació de recursos, que ha dirigit i format altres investigadors, i que en definitiva té un impacte en el seu entorn acadèmic.

Per a l'emissió de l'acreditació de recerca avançada, la CAR utilitza els mateixos camps d'avaluació que per a l'acreditació de recerca, però amb ponderacions diferents que reflecteixen la major importància que es dona a l'activitat de direcció i gestió de projectes, i formació. Evidentment, també hi ha el requisit formal de

tres anys d'activitat investigadora postdoctoral per optar a l'acreditació.

a) Publicacions a revistes i publicació de llibres, 65 %. En aquest cas, els criteris indiquen la xifra de trenta com a orientativa del nombre mínim de publicacions exigides, xifra que en matemàtiques resulta molt respectable. Els mateixos criteris diuen que aquesta xifra no és un mínim absolut. I, novament, la xifra mitjana de publicacions entre les acreditacions de recerca avançada en matemàtiques està al voltant de vint.

b) Direcció i participació en projectes d'investigació, 15 %. En aquest cas la situació típica és la d'una persona que és investigador principal del seu projecte i que dirigeix un grup de recerca. La implicació en projectes europeus, projectes de grans dimensions, etc., incrementa la puntuació en aquest apartat. Es considera important la capacitat de lideratge i de dinamització, impuls de nous projectes, etc.

c) Activitat formativa, 15 %. Haver dirigit com a mínim un parell de tesis doctorals és el que es considera dins la normalitat. La qualificació màxima s'assoleix quan el candidat és cap visible d'una escola reconeguda.

d) Altres mèrits, 5 %.

La major part de les acreditacions de recerca avançada positives corresponen a titulars d'universitat amb dos o tres sexenis de recerca i a investigadors del Programa Ramón y Cajal en el seu darrer any de contracte.

Resultats acumulats de les acreditacions. Comentaris

Pel que fa a matemàtiques, en les convocatòries resoltes fins ara els resultats han estat els següents:

Col·laboradors: 127 sol·licituds, 110 avaluades favorablement (87 %).

Lectors: 105 sol·licituds, 66 avaluades favorablement (63 %).

Agregats: 49 sol·licituds, 22 avaluades favorablement (47 %).

Catedràtics: 16 sol·licituds, 8 avaluades favorablement (50 %).

És interessant veure quants contractes han estat originats per aquestes acreditacions en matemàtiques en el total de les universitats catalanes: col·laborador, 19; lector, 25; agregat, 7; catedràtic, 0.

Totes les persones contractades, excepte un col·laborador, han estat acreditats per l'AQU de la Generalitat de Catalunya. L'absència total de catedràtics contractats es dona gairebé universalment. No n'hi ha cap en tot l'àmbit de ciències, i globalment només n'hi ha 4. Evidentment, l'explicació radica en el fet que pel que fa a la retribució la figura del catedràtic contractat no ha estat considerada a l'altura de les expectatives originals. La CAR ja va adreçar al DURSI un escrit posant de manifest aquesta circumstància.

Els contractes laborals d'agregat i catedràtic són objecte del Programa Serra-Húnter. Aquest pla del DURSI, pactat amb els partits polítics en el seu moment, preveu la creació de 1.200 contractes d'agregat o catedràtic fins al 2015 (800 d'agregat i 400 de catedràtic). El pri-

mer de gener de 2006, les xifres eren de 163 i 4, respectivament, la qual cosa mostra que no s'estan assolint les expectatives. D'altra banda, per tal d'incentivar la via contractual a les universitats catalanes, el pla estableix que el DURSI assumeix el 50 % del cost d'una plaça de contracte en el cas que la persona contractada disposi d'una acreditació emesa per l'AQU. Les universitats poden contractar com a agregat persones amb acreditació de contractat-doctor per l'ANECA i que hagin superat les proves que la Universitat hagi dissenyat, però si aquesta persona no disposa de l'acreditació de l'AQU aquest contracte no entra en el Programa Serra-Hunter i els costos de la plaça van a càrrec totalment dels presupostos de la Universitat. En matemàtiques tots 7 agregats contractats han estat acreditats per AQU Catalunya.

La docència de les matemàtiques a la UPC: preparant l'espai europeu

En aquest article es descriuen les activitats que han dut a terme de manera conjunta els quatre departaments de Matemàtica Aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), en el marc d'un projecte promogut per aquests departaments per tal de debatre i preparar la propera implantació de l'espai europeu d'ensenyament superior. Les activitats realitzades han estat conferències, tallers de treball i estades informatives a diverses universitats europees.

El que anomenem *Espai Europeu d'Ensenyament Superior*, conegut per les sigles EEES, es pot definir com un nou marc universitari fruit de l'acord entre diversos estats europeus, per tal d'harmonitzar les titulacions universitàries i presentar un àmbit universitari que conjuntament fos més compacte o més competitiu a escala internacional.



Si només fos això, i mirat des del punt de vista dels departaments o del professorat universitari, gairebé no ens caldria fer gaire cosa més. Però si això de l'espai europeu és quelcom més, caldria precisar-ho, analitzar-ho i treure'n conseqüències. Doncs bé: en efecte,

hi ha alguna cosa més que, en essència, per a nosaltres significa aprofitar la implantació de l'espai europeu per dur a terme un debat sobre la renovació de la metodologia docent i la conveniència o no de centrar-la més en l'aprenentatge de l'alumnat (és a dir, en la comunicació professor-alumne, l'atenció personal, els recursos, els materials, etc.). Acceptant que aquesta és, en síntesi, l'essència dels possibles canvis que poden acompanyar la implantació de l'EEES, cal definir i precisar de què s'està parlant, analitzar les implicacions en tots els àmbits i, després del debat necessari, treure'n conclusions per tal d'establir objectius i actuacions sobre aquest tema.

I és en aquest context que, prenent consciència de la importància del tema i amb el convenciment que unes actuacions presentades i planificades de manera conjunta i coordinada podrien permetre aprofitar millor les activitats i permetre una major intercomunicació, els quatre departaments de Matemàtica Aplicada de la UPC vàrem acordar promoure un projecte que s'ha dut a terme al llarg del curs 2005-2006 i que s'ha plantejat assolir els objectius següents:

- posar a l'abast del personal dels quatre departaments (PDI i PAS) informació relativa a l'espai europeu d'ensenyament superior, què és i què significa;
- reflexionar de manera col·lectiva sobre el tema i, en particular, sobre com pot afectar l'activitat docent de les matemàtiques en el context d'una universitat politècnica com la nostra;
- dur a terme activitats informatives de caràcter general i de caràcter específic;
- dur a terme activitats de treball, que hem anomenat *tallers*, de diferents tipus (temàtics, territorials) sobre la nostra activitat docent actual i les perspectives de futur en el marc de l'EEES;
- obtenir informació de què s'ha fet a Europa, duent a terme visites informatives de tipus general i sobre la docència de les matemàtiques;
- constituir un espai permanent d'informació i de debat (web), que a més sigui un vincle entre les persones i les unitats participants en el projecte;
- implicar les institucions i convidar-les a participar en aquestes activitats de manera propera a les persones que, d'una manera o altra, hauran de protagonitzar els canvis futurs.

Amb aquests elements, es va formalitzar un acord entre els quatre departaments esmentats, que es va concretar en un projecte d'actuació que es va presentar a l'equip de govern de la UPC i va obtenir el suport institucional que s'esperava. El projecte es va presentar a l'Agència d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR) del Govern de Catalunya, la qual va aprovar el projecte i el va dotar d'un ajut econòmic per poder fer-lo realitat.

Les actuacions realitzades han estat: jornades plenàries, tallers territorials, tallers temàtics i estades informatives a diverses universitats europees. La informació completa es pot trobar a <http://EEESMAT.upc.edu>.

Tenint en compte el conjunt d'activitats realitzades, les principals conclusions del projecte es poden resumir en els apartats següents:

1. S'ha posat a l'abast del personal dels quatre departaments una quantitat d'informació molt notable tant quantitativament com qualitativament, relativa a què és o què s'interpreta que és l'EEES; aquesta informació permet fer-se una idea molt precisa del significat de l'EEES i de com s'està implantant en diferents universitats d'Espanya i d'Europa.

2. S'ha intensificat notablement el coneixement mutu entre els quatre departaments implicats i el seu personal, fet que ha propiciat marcs de col·laboració i entesa amb vista al futur.

3. S'ha propiciat la reflexió individual i col·lectiva sobre l'espai europeu d'ensenyament superior i, d'una manera més concreta, sobre les implicacions en l'activitat docent de les matemàtiques en el context d'una universitat politècnica com ara la UPC. Aquestes reflexions han de contribuir necessàriament a promoure millores en la innovació i la qualitat de la docència.

4. S'han realitzat activitats informatives de caràcter específic sobre temes d'interès molt concret que afecten territoris o diferents àmbits de les matemàtiques; les conclusions d'aquestes activitats han de servir per compartir experiències i millorar-ne el plantejament docent en el futur.

5. Els anomenats *tallers* han donat fruits concrets, ja que han permès la participació directa de les persones i han propiciat un millor coneixement de l'activitat docent actual i el debat sobre les perspectives de futur en el marc de l'EEES.

6. Les visites informatives realitzades han permès obtenir i estructurar una informació sobre què s'ha fet a Europa, tant des d'un punt de vista general com més concretament sobre la docència de les matemàtiques. En aquest àmbit no només el personal dels departaments hem de treure conclusions, sinó que aquestes aportacions també han de ser útils als gestors del sistema universitari.

7. La creació d'un espai permanent d'informació i de debat al web, a més de contenir tota la informació sobre el projecte realitzat, servirà sens dubte de vincle i d'espai comú entre les persones i les unitats participants en el projecte, a més de poder ser d'utilitat a la resta de la comunitat universitària de la UPC i d'altres universitats.

8. La implicació de les institucions ha estat completa des del primer moment i s'han implicat i han participat en les diferents activitats realitzades. A la vegada, s'ha assolit un millor coneixement d'aquestes institucions per part de les persones dels departaments, les quals seran les protagonistes més directes dels canvis que eventualment es produiran en el futur.

9. S'ha propiciat un coneixement més complet de les matemàtiques de la UPC a altres univer-

sitats de l'Estat i d'altres indrets, que habitualment en tenen una visió més concreta o parcial. 10. S'ha preparat el terreny per a una implantació de l'ensenyament de les matemàtiques en el context de l'espai europeu, basada en la informació, el debat, la reflexió i la participació. Aquests elements són els que poden aportar llum i propostes raonades i raonables; qualsevol altre marc no seria, segons la nostra opinió, propi d'una institució com és la universitat.

Si s'han assolit veritablement els objectius d'aquest projecte, pot dependre en part de la percepció individual, però és ben clar que el document il·lustra que les activitats realitzades han comptat amb una participació molt àmplia, amb una atenció i un seguiment molt notables i han respost a les expectatives que s'esperaven. Per aquests motius, es pot afirmar de manera clara que hem fet el que volíem fer, hem estimulat el debat que volíem propiciar, hem incitat a la reflexió individual i col·lectiva que volíem promoure i hem situat la innovació docent en matemàtiques en el centre d'atenció que volíem ubicar. Ara cal que cada persona ho faci seu, hi reflexioni, ho compartei-

xi i, col·lectivament, anem enfortint i millorant la qualitat docent que oferim en els ensenyaments de la UPC; aquest és el nostre repte i el nostre objectiu.

Els quatre departaments impulsors d'aquestes activitats estem satisfets, en línies generals, de com ha anat la materialització del projecte. A més d'expressar el nostre agraïment a les institucions que ens han ajudat a fer realitat el projecte, ens volem refermar en el nostre convenciment que només amb informació, debat i participació s'assolirà satisfactòriament una renovació com la que es planteja amb la implantació de l'EEES, de la qual les universitats han de ser les protagonistes i, d'una manera molt especial, les persones que la viuran de manera directa i explícita. Sense elles, tot el que es planteja no es pot concretar, ni té cap sentit fer-ho sense la seva col·laboració i implicació; amb aquest projecte s'han posat al seu abast els primers elements per fer-ho, que naturalment no poden ser els últims i en el futur caldrà treballar molt per assolir aquesta nova realitat de manera satisfactòria i al servei de la societat, dels seus interessos, inquietuds i aspiracions.

Amadeu Delshams, Josep M. Brunat, Eusebi Jarauta i Josep Fàbrega
Directors dels Departaments de Matemàtica Aplicada I, II, III i IV, respectivament

Les universitats informen

Activitats de la Facultat de Matemàtiques de la UB durant el curs 2006-2007

La Facultat de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona va inaugurar el curs acadèmic el dia 4 d'octubre amb l'excel·lent conferència del doctor Eduard Casas Alvero titulada «Nombres, punts singulars i geometria infinitesimal». El professor Casas ens va conduir, a professors i alumnes, per l'interessant món de les singularitats i la seva història. Altres conferències programades inclouen la que anualment dediquem a la feina del guardonat amb el Premi Abel, i que tindrà lloc durant el semestre de primavera.

Dins del marc de col·laboració amb els professors de l'ensenyament secundari s'han continuat les diverses activitats que ja fa diversos anys que porta a terme la Facultat. Així doncs, els passats 8 i 15 de novembre va tenir lloc la xerrada taller «Graf: matemàtiques + in-

formàtica», impartida pel doctor Antoni Benseny, a la qual van assistir un total de set-cents cinquanta-quatre alumnes de diversos centres de Catalunya. A la xerrada vam veure com les matemàtiques i la informàtica es complementen per resoldre problemes complexos modelables amb grafs, mentre que al taller vam disfrutar dissenyant estratègies guanyadores per jugar al joc del Nim. Els dies 24 i 31 de gener, tindrà lloc la xerrada-taller «Visualització de dades científiques» per part de la doctora Anna Puig, que ens explicarà com utilitzar eines gràfiques i matemàtiques per ajudar a la visualització i interpretació de grups complexos de dades. (Les inscripcions per les dues xerrades taller es fan durant el mes de setembre. Si voleu rebre la informació personalment, envieu un correu electrònic a secundaria@maia.ub.es.)

Des de la Facultat hem continuat donant suport a diversos treballs de recerca en matemàtiques, posant en contacte els nostres alumnes i professors amb aquells alumnes i tutors de batxillerat que així ho han demanat. Tornarem a començar aquesta activitat durant els primers mesos de 2007.

Finalment, l'edició d'enguany de la Matefest/Infofest, la nostra particular Festa de les Matemàtiques i la Informàtica, tindrà lloc el matí del dia 28 de març. Aquesta festa singular l'organitzen els mateixos alumnes de la Facultat i va adreçada als alumnes de segon cicle d'ESO i també de batxillerat. En aquesta jorna-

da, podem experimentar amb les diverses vessants de les matemàtiques i de la informàtica, en les diferents paradetes i estants repartits per tot l'edifici històric de la UB. Al llarg del matí també es pot gaudir de conferències i tallers. Coincidint amb la Matefest/Infofest, la Facultat organitza la Jornada de Portes Obertes, adreçada a tots els alumnes de secundària que vulguin informació sobre els ensenyaments que s'imparteixen a la Facultat.

Trobareu informació sobre aquestes i altres activitats a www.ub.edu/csecundaria/ubicat, i informació més general sobre la Facultat, a www.mat.ub.edu.

Núria Fagella

Coordinadora d'activitats per a secundària
Facultat de Matemàtiques, UB

Activitats de les Seccions de Matemàtiques i d'Estadística de la UAB

Aquest curs 2006-2007 va començar a la UAB amb la molt bona notícia que el nombre de matriculats de primer curs en la Secció de Matemàtiques havia augmentat. Un dels motius d'aquest fet el podem trobar en l'èxit de la doble titulació *Matemàtiques - Informàtica*. Les inauguracions oficials dels estudis de matemàtiques i estadística van consistir, respectivament, en les conferències:

- «Rècords: Quina és la probabilitat d'obtenir-ne? Quan apareixen? Quins valors prenen?», impartida pel professor del Departament de Matemàtiques Xavier Bardina i Simorra, el dia 18 d'octubre.
- «Los estudios observacionales en Ciencias de la Salud: La varianza es la clave», impartida pel professor del Departament de Pediatria, d'Obstetrícia i Ginecologia i de Medicina Preventiva Miguel Martín Mateo, el dia 19 d'octubre.

Regularment, el Departament de Matemàtiques organitza els «Col·loquis» que, recordem, van dirigits tant als alumnes universitaris com als professors. Els dos planificats per a aquest curs són:

- «Combinatòria enumerativa, probabilitat i anàlisi complexa,» impartit pel professor de la Universitat Politècnica de Catalunya Marc Noy, el dimecres 29 de novembre.
- «Cinco años de juegos matemáticos,» impartit pel professor de la Universidad Complutense de Madrid i editor de la Secció de Jocs

Matemàtics de la revista *Investigación y Ciencia*, Juan M. R. Parrondo, el dimecres 21 de març.

També se segueixen realitzant les sessions de preparació per a l'Olimpíada Matemàtica i enguany s'ha afegit a aquesta activitat una de nova, les anomenades Sessions d'aprofundiment en matemàtiques per a alumnes del segon cicle d'ESO.



Dissabtes de les Matemàtiques del curs 2005-2006

Continuant amb les activitats més relacionades amb l'ensenyament secundari, ens agradaria comentar la bona acollida que ha tingut el Programa Argó. Aquest és un programa general de la UAB que, entre altres coses, dóna suport per a la realització dels treballs de recerca de secundària. Podeu trobar més informació a www.uab.cat/ice/argo/. Alguns dels temes estadístics o matemàtics sobre els quals s'ofe-

reix assessorament són: aplicacions de les funcions contínues, rellotges de sol, trigonometria esfèrica, nombres primers i tests de primalitat, el nombre d'or, el creixement de poblacions, és la música un llenguatge sense gramàtica?, construccions geomètriques amb regla i compàs assistides per ordinador, càlcul de longituds de corbes, d'àrees de superfícies i de volums de cossos comptant punts de l'espai, introducció a l'astronomia a través de l'esfera celeste, provarem el teorema de Pick, mètodes de votació: podríem fer-ho millor!, enrajolaments del pla, l'estadística de poblacions ocultes: com conèixer el número de consumidors de drogues d'una ciutat?, estadística, canvi climàtic i salut, els fractals a la natura, un passeig per la criptografia, al compàs d'un algorisme, càlcul del radi de la Terra repetint l'experiment d'Eratòstenes, s. III aC, etc.

Els Dissabtes de les Matemàtiques se centraran enguany en els temes següents: les for-

mes que ens envolten, evolució i matemàtiques, teoria i pràctica del malabarisme i, finalment, matemàtiques i astrodinàmica. Les xerrades seran:

- 17 de març, a càrrec de Natàlia Castellana, «Per a quins problemes trucaries a un topòleg?»
- 24 de març, a càrrec d'Àngel Calsina, «Com les matemàtiques ens ajuden a entendre la natura.»
- 14 d'abril, a càrrec d'Andy Tonks, «Les Matemàtiques dels jocs malabars.»
- 21 d'abril, a càrrec de Josep Maria Mondelo, «Disseny de missions espacials.»

Recordeu que aquestes activitats estan dirigides als alumnes de batxillerat. La del dia 24 de març s'emmarca, a més, dins de l'any dedicat a l'evolució a la UAB. Per a inscripcions i més informació consulteu: www.mat.uab.cat/dpt/Varis/trobades.html.

Armengol Gasull
Departament de Matemàtiques, UAB

Activitats de la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC durant el curs 2006-2007

El curs 2006-2007 a la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la Universitat Politècnica de Catalunya es dedica, com ja comença a ser tradició, a un matemàtic il·lustre. Enguany hem escollit Leonhard Euler en commemoració del tercer centenari del seu naixement. A l'inici del curs, la lliçó inaugural «Leonhard Euler: quatre lliçons escollides» la va impartir el professor Enric Fossas (UPC) el dia 20 de setembre de 2006.

L'acte va comptar amb l'assistència, a banda del conferenciant i del degà de la Facultat, dels vicerectors de la UPC T. Rovira i L. Andrés Yebra, i del cònsol de Suïssa a Barcelona.

El dia 10 d'octubre l'exrector de la UPC, doctor Jaume Pagès, va parlar-nos de «L'avaluació de la producció científica de les universitats iberoamericanes». I el dia 18 del mateix mes, el professor Carlos Sánchez de la Universitat de la Habana (Cuba) va pronunciar la conferència titulada «Los Bernoulli y Euler: convergencias y divergencias». El mateix dia a la tarda vam iniciar els *cafès matemàtics*, pensats

com unes sessions més informals que les conferències i amb la voluntat que siguin més participatives i de discussió. Aquest primer càfè va ser sobre «Kolmogórov y la edad dorada de la matemática moscovita» a càrrec també del professor Carlos Sánchez.



Lliçó inaugural del curs 2006-2007 a la FME

Al voltant de la Sisena Setmana de la Ciència, del 9 al 17 de novembre, es van organitzar diverses activitats. Les exposicions «Les matemàtiques a les enginyeries de l'agricultura

i l'alimentació» i «Homes i màquines que volen» es van poder veure durant tots els dies, a la biblioteca i al vestíbul de l'edifici, respectivament. La conferència «Això sona bé: una teoria matemàtica de la consonància», va anar a càrrec del doctor Xavier Gràcia, professor de la FME, i el divendres dia 17 el professor, i actual director de l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB-UPC), doctor Daniel López va parlar, juntament amb la doctora Mònica Blanco també de l'ESAB, de *Matemàtiques, agricultura i alimentació*. La primera fase del Premi Poincaré va cloure, el mateix divendres 17 de novembre, els actes de la Sisena Setmana de la Ciència.

Enguany, els actes d'entrega de diplomes i de comiat i felicitació als titulats s'han celebrat en dues ocasions. L'últim divendres del mes d'octubre hi va haver l'acte d'entrega de diplomes als estudiants que havien acabat la diplomatura d'estadística i als que havien acabat els estudis corresponents a la llicenciatura en ciències i tècniques estadístiques. L'entrega de diplomes als llicenciats en matemàtiques es va fer el dia 1 de desembre. Cadascun dels actes

va començar amb paraules de felicitació i reconeixement als titulats per part del degà i dels caps d'estudis respectius i amb l'assistència del padrí de la promoció, a més de comptar amb la presència de familiars i amics dels recentment titulats. Durant el mes de novembre, per Sant Albert, es van fer la tradicional fotografia amb tots els estudiants a les escales del pati.

El dia 11 de novembre la FME va acollir la VIII Jornada Didàctica de Matemàtiques de l'ABEAM, l'Associació de Barcelona per a l'Estudi i l'Aprenentatge de les Matemàtiques. Professors de matemàtiques de totes les etapes educatives van assistir a les diferents xerrades, exposicions i activitats que es van organitzar.

Les activitats del mes de desembre se centren en les celebracions del Nadal i, en especial, en el tradicional concert que van organitzar a mig mes els estudiants músics de la FME.

Per al quadrimestre de primavera hi ha programada la Jornada Euler el dia 14 de febrer, i altres conferències també al voltant del personatge i els seus treballs. Trobareu la informació a la pàgina web www-fme.upc.es.

Margarida Mitjana
Vicedegana de Relacions de la FME, UPC

Activitats amb ajut de la SCM

Com en números anteriors, aquest apartat del noticiari el dediquem a fer breus resums de les diverses activitats que s'han fet recentment i que han rebut el suport del Fons de Promoció d'Activitats de la SCM. A part de les quatre que ressenyem a continuació, n'hi ha també dues més d'aprovesades per a aquest any 2007: Eurocrypt (Barcelona, maig 2007) i Nonlinear Evolution Equations and Dynamical Systems (l'Ametlla de Mar, Tarragona, juny de 2007).

També hem de dir que, a càrrec del Fons de Cooperació, la SCM ha gastat 389,19€ per col·laborar en l'enviament de llibres al Marroc, Nicaragua i el Paraguai organitzat per la Comisión de Desarrollo y Cooperación del CEMAT, 315€ per ajudar un matemàtic rus a assistir a l'ICM, i 800€ en el viatge d'un professor al Paraguai per impartir un curs.

Winter School on Commutative Algebra and Applications

Barcelona, del 30 de gener al 3 de febrer de 2006

Del 30 de gener al 3 de febrer de 2006 es va celebrar a la Facultat de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona l'escola Winter School on Commutative Algebra and Applications amb l'objectiu d'introduir els participants en diversos temes recents de l'àlgebra commuta-

tiva i les seves aplicacions. L'escola fou organitzada com a primera activitat de la xarxa temàtica «Red Temática de Álgebra Conmutativa y Aplicaciones» (RTACA), xarxa subvencionada pel Ministeri d'Educació i Ciència. La SCM va subvencionar parcialment l'escola.

L'escola va constar de tres cursos de sis hores cadascun, i tres conferències d'una hora. Els cursos van ser: Tight closure and vector bundles, Holger Brenner (Universitat de Sheffield). Combinatorics and commutative algebra, Jürgen Herzog (Universitat Matemàtica de Duisburg-Essen). On desingularization theorem, Orlando Villamayor (Universitat Autònoma de Madrid).

Es va dedicar el matí del dimecres a tres conferències complementaries als cursos que van ser: «The Bernstein construction revisited: a logarithmic approach», Luís Narváez (Universitat de Sevilla); «Resultants and subresultants: univariate vs. Multivariate case», Carlos d'Andrea (Universitat de Barcelona); «Closures of ideals, complements, and matroids», Neil Epstein (Universitat de Michigan).

Brenner va fer una introducció a la *tight closure* des d'un punt de vista geomètric usant les tècniques habituals dels fibrats vectorials en característica positiva. Va estudiar en detall la

tight closure del ideals de les àlgebres graduades de dimensió baixa.

Herzog va presentar els resultats més importants obtinguts recentment pel que fa a la combinatòria i àlgebra commutativa. Es van donar els resultats més significatius pel que fa als anells de Stanley-Reisner dels complexos simplicials, ideals polimatroidals, *chordal graphs*, i els *edge* ideals d'un graf.

El curs de Villamayor versà sobre la resolució de singularitats. En concret es van estudiar el teorema de desingularització i el teorema de principalització d'ideals immersos. L'objectiu fou donar demostracions constructives dels teoremes mitjançant la descripció explícita d'algorismes.

Quant a la participació, un total de cinquanta-cinc matemàtics van assistir a l'escola, dels quals una trentena eren de les universitats catalanes i espanyoles, i la resta bàsicament d'Europa, però també d'Amèrica i Àsia.

G. Colomé, T. Cortadellas, J. Elias, S. Zarzuela
UB

Kurt Gödel, 100 anys Barcelona, 5 de maig de 2006

L'any 1999, la revista *Time* va publicar una llista de les cent persones més influents del segle XX. En la llista només hi havia un matemàtic: Kurt Gödel. Kurt Gödel es va convertir durant els anys trenta, i gràcies només a tres treballs en lògica i teoria de conjunts, en el lògic més famós del món. La importància de la seva obra ha anat creixent al llarg dels anys i la seva figura, després de la seva mort l'any 1978, s'ha convertit en un autèntic mite. John von Neumann va dir d'ell que era el lògic més important des d'Aristòtil i l'únic matemàtic totalment insubstituïble. La Universitat de Harvard li va concedir el doctorat *honoris causa* «pel descobriment de la veritat matemàtica més significant del segle». I el seu amic Albert Einstein deia que només anava a l'Institute for Advanced Study per poder tenir el privilegi de tornar passejant cap a casa conversant amb Kurt Gödel. Tot i la seva fama, però, hi ha un gran desconeixement dels resultats matemàtics i de les idees d'aquest home, a qui molts consideren un dels pensadors més profunds de la història.

Aprofitant que el passat 28 de abril es van complir els cent anys del seu naixement, se celebrà el dia 5 de maig al Cosmocaixa de Barcelona una jornada dedicada a Kurt Gödel. La jornada fou organitzada pel grup de lògica i filosofia de la matemàtica de la Universitat de Barcelona i Cosmocaixa, i comptà també amb el suport de la Universitat de Barcelona i de la Societat Catalana de Matemàtiques mitjançant del seu Fons de Promoció d'Activitats.

Gödel és conegut sobretot pel seu treball en lògica matemàtica, el qual va canviar per sempre el paisatge matemàtic amb l'establiment dels límits del raonament formal. A més dels seus famosos teoremes d'incompletesa i de la demostració de la consistència de la hipòtesi del continu, Gödel va fer també contribucions importants a la teoria de la relativitat i la cosmologia. Així mateix, els seus resultats matemàtics li donaren una base ferma per a una visió filosòfica del món on els objectes matemàtics tenen una existència objectiva, i per a la seva convicció de la superioritat de la ment sobre els

ordinadors. La jornada, que volia recollir tots aquests aspectes de l'obra i el pensament de Gödel, va incloure quatre conferències invitades, impartides per:

Jürgen Ehlers, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Institut Albert Einstein): «Kurt Gödel, the general theory of relativity and the concept of time.»

Dagfinn Føllesdal, Universitat de Stanford: «Gödel's philosophical world view.»

Kai Hauser, ICREA-UB: «Gödel's legacy in mathematical logic and some of its philosophical ramifications.»

William Tait, Universitat de Chicago: *On*

the context of Kurt Gödel's thought.

Les conferències van ser de caràcter divulgador i accessibles a un públic no especialitzat i van comptar amb traducció simultània. Després de les conferències es va projectar un documental sobre Gödel i la jornada va concloure amb una taula rodona sobre la importància de l'obra de Gödel i el seu impacte, amb la participació dels quatre conferenciants invitats i del director de l'Àrea de Ciència i Medi Ambient de la Fundació 'la Caixa', Jorge Wagensberg. Joan Bagaria (ICREA-UB) va actuar de moderador. La jornada comptà amb més de vuitanta participants.

Joan Bagaria
ICREA-UB

Geometric and Asymptotic Group Theory with Applications

Manresa, del 31 d'agost al 4 de setembre de 2006

Immediatament després de l'ICM de Madrid es va celebrar, al campus de Manresa de la Universitat Politècnica de Catalunya, el congrés internacional GAGTA, sobre teoria de grups, amb l'assistència d'un centenar de participants de països diversos. És el primer cop que s'organitza i es realitza un acte d'aquestes característiques a la ciutat de Manresa.

La idea d'organitzar aquest congrés a Catalunya va sorgir la primavera del 2005 en una conversa amb diversos convidats del CRM durant el programa de recerca 2004-2005, precisament sobre teoria de grups. Es va començar a materialitzar quan, juntament amb V. Shpilrain, vam fer els tràmits per esdevenir activitat satèl·lit del Congrés Internacional dels Matemàtics (ICM 2006).

El congrés va estar dedicat a la teoria de grups, incloent tant aspectes geomètrics (automorfismes, *outer space*, accions de grups, hiperbolicitat, quasi-isometries, fronteres...), com aspectes asimptòtics (funcions isoperimètriques, creixement, camins aleatoris, mètodes asimptòtics i probabilístics...) i també aspectes més algorísmics i computacionals. Per donar rellevància a les aplicacions de la teoria de grups i subratllar els desenvolupaments recents sobre criptografia basada en grups, es va dedicar l'últim dia del congrés a aquest tema: el 4 de setembre fou el «Cryptography Day».

Va haver-hi un total de seixanta conferències, les vuit plenàries van ser impartides per G. Arjantseva, O. Bogopolski, B. Bowditch, J. Burillo, M. Lustig, A. Miasnikov, M. Sapir i P. Schupp. Les comunicacions van ser de molt bon nivell i van tractar temes d'actualitat i interès en aquest camp de recerca. La participació d'un centenar de persones ha estat valorada també com a punt molt positiu en un congrés d'aquestes característiques.

Amb la intenció de potenciar la participació d'investigadors joves d'arreu, l'organització va atorgar uns vint-i-cinc ajuts per a joves, que cobria les seves inscripcions i despeses d'allotjament. A aquesta finalitat s'ha dedicat el suport econòmic rebut de la Societat Catalana de Matemàtiques a través del seu Fons de Promoció d'Activitats.

El congrés també va comptar amb un programa d'activitats socials força complet. D'una banda, una excursió a Montserrat, amb un pa amb tomàquet inclòs, un concert a la basílica i, fins i tot, una salutació inesperada de l'abat a tots els congressistes. I de l'altra, es va realitzar una visita a les obres de restauració del monestir de Sant Benet de Bages, que forma part d'un projecte de Caixa Manresa encaminat a convertir-lo en un gran complex cultural i turístic. A continuació va tenir lloc el sopar del congrés, on es va gaudir d'un ambient molt

cordial entre els assistents. És de justícia mencionar que aquest programa social va ser possible gràcies al suport econòmic i organitzatiu de l'Obra Social de Caixa Manresa.

El congrés GAGTA ha rebut el suport (logístic i econòmic) de diverses institucions: el Departament de Matemàtica Aplicada III de la UPC, l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa, la Universitat Politècnica

de Catalunya, l'Oficina de Suport a la Recerca Matemàtica de la UPC, la Societat Catalana de Matemàtiques, l'Ajuntament de Manresa, Caixa Manresa, la Generalitat de Catalunya, el Ministerio de Educación y Ciencia, i la National Science Foundation (EUA). Agraïm molt sincerament a totes aquestes entitats el suport rebut, sense el qual hagués estat impossible la celebració d'aquest congrés.

Enric Ventura
UPC

Barcelona Analysis Conference

Barcelona, del 4 al 8 de setembre de 2006

Els matemàtics de les universitats catalanes que treballen en les diverses àrees de l'anàlisi matemàtica (anàlisi complexa, anàlisi de Fourier, anàlisi funcional) organitzen des de fa més de deu anys un seminari setmanal conjunt que té lloc alternativament a Barcelona i a Bellaterra. En ocasió de la celebració a Madrid del Congrés Internacional dels Matemàtics (ICM 2006), que s'organitza cada quatre anys i es considera l'esdeveniment matemàtic més important en l'àmbit mundial, els grups de recerca involucrats en el nostre seminari van decidir organitzar un congrés d'anàlisi, satèl·lit de l'ICM 2006, amb el nom de Barcelona Analysis Conference (BAC2006). En la mesura que els congressos satèl·lits d'un congrés internacional contribueixen al seu èxit, el BAC2006 es va concebre amb la voluntat de ser l'aportació catalana a l'ICM 2006 en l'àmbit de l'anàlisi.

L'objectiu científic del BAC2006 va ser donar una visió àmplia de l'anàlisi i de les seves aplicacions, en l'esperit de la secció d'anàlisi de l'ICM 2006. Les branques representades varen ser: anàlisi harmònica, anàlisi complexa, anàlisi real i funcional, anàlisi del senyal, mètodes probabilístics en anàlisi, teoria geomètrica de funcions, teoria geomètrica de la mesura i aspectes de l'anàlisi relacionats amb les EDP.

Els conferenciants invitats varen ser triats per un comitè científic que va seguir els criteris de qualitat màxima i complementarietat respecte de la secció d'anàlisi de l'ICM 2006. L'organització va procurar afavorir la participació d'investigadors joves d'arreu.

El congrés va rebre ajuts de diverses institucions, entre les quals hi ha les universitats catalanes i el Fons de Promoció d'Activitats de la Societat Catalana de Matemàtiques.

Julià Cufí i Joan Verdera
UAB

Activitats de la SCM

Conferència inaugural del curs de la SCM

El professor Dominic Welsh va pronunciar la conferència «Polynomials that count» durant l'acte d'inauguració de curs de la Societat Catalana de Matemàtiques el passat 14 de novembre. A continuació en donem un breu resum i una semblança del conferenciant.

L'any 1912 George Birkhoff va introduir el que avui anomenem el *polinomi cromàtic* $P_G(x)$

d'un graf $G = (V, E)$. Per un enter positiu k , $P_G(k)$ és el nombre de maneres d'acolorir G amb k colors de manera que vèrtexs adjacents rebin colors diferents. No és evident que $P_G(x)$ sigui una funció polinòmica, però això es pot provar fàcilment. L'objectiu de Birkhoff era resoldre el problema dels quatre colors amb mètodes analítics; com sabem la solució final

del problema no fa servir polinomis cromàtics, però la idea de Birkhoff va ser molt fructífera. Una altra funció notable és el polinomi $F_G(x)$ de fluxos. Per un enter k positiu, $F_G(k)$ és el nombre de k -fluxos no nuls que es poden definir sobre G . Un k -flux no nul és una assignació $\phi : E \rightarrow H$ de pesos a les arestes de G amb valors no nuls en un grup abelià H d'ordre k tal que en cada vèrtex el flux entrant és igual al flux sortint (lleis de Birkhoff). Cal donar una orientació a les arestes de G , però qualsevol orientació dóna el mateix resultat. El que no és gens evident és que aquest nombre depengui només de l'ordre k del grup H i no pas de la seva estructura.

L'any 1932 Hassler Whitney troba una expressió del polinomi cromàtic de la forma $\sum_{A \subseteq E} (-1)^k x^{c(A)}$, on $c(A)$ és el nombre de components connexes del subgraf definit per A . Posteriorment William Tutte els anys 1940 repren les idees de Whitney i defineix el que avui coneixem com a polinomi de Tutte $T_G(x, y)$. És un invariant molt notable que conté els polinomis definits anteriorment: $T_G(1 - x, 0)$ i $T_G(0, 1 - y)$ són, llevat d'un factor senzill, el polinomi cromàtic i el polinomi de fluxos de G , respectivament. Més encara, el *polinomi de Tutte* apareix en àrees molt diverses. En mecànica estadística, la funció de partició del model de Potts amb q estats sobre un graf G és en essència $T_G(x, y)$. El polinomi de Tutte pot definir-se també per matrius (més generalment, per matroides); si M és la matriu associada a un codi lineal sobre un cos finit d'ordre q , llavors el polinomi enumerador de pesos del codi és essen-

cialment $T_M((x + (q - 1)y)/(x - y), x/y)$. Si K és un nus alternant, el famós polinomi de Jones $V_K(t)$ equival a $T_G(-t^{-4}, t^{-4})$, on G és el graf planar associat de forma canònica a G . Esmen-tarem també la relació amb el polinomi d'Ehrhart $i(P, t)$, que serveix per comptar el nombre de punts amb coordenades enteres a l'interior d'un polítop convex P . Pels anomenats *zonotops unimodulars*, resulta que $i(P, t)$ és, llevat d'un factor senzill, $T_M(1 + 1/t, 1)$, on M és la matriu unimodular que defineix el zonotop.

En la seva conferència, el professor Welsh va desenvolupar algunes d'aquestes fascinants connexions i va discutir també la dificultat de calcular, fins i tot aproximadament, els invariants enumeratius associats a grafs, matrius, codis, nusos, polítops, etc.

Dominic Welsh ha estat professor a la Universitat d'Oxford des de l'any 1966. El tema central dels seus treballs és la combinatòria, encara que també ha treballat en mecànica estadística, probabilitat, algorismes aleatoris i complexitat computacional. Ha estat director del Mathematics Institute a Oxford, president de la British Combinatorial Society i professor visitant a nombroses universitats europees i nord-americanes. És autor de més d'un centenar d'articles de recerca i de diversos llibres, entre els que podem destacar *Matroid theory* (1976), *odes and cryptography* (1988) i *Complexity: knots, colourings and counting* (1993). Ha dirigit més de trenta tesis doctorals. Aquest curs 2006-2007 està al Centre de Recerca Matemàtica, on coorganitza un dels programes de recerca.

Marc Noy
UPC

Segon Congrés Txec-Català de Matemàtiques

Del 21 al 23 de setembre de 2006 es va fer a la seu de l'Institut d'Estudis Catalans la segona edició del congrés conjunt de les societats matemàtiques de Txèquia i Catalunya.

Com era de preveure, la participació en aquest segon congrés va tenir encara més èxit que en la primera edició, amb més de cent vint matemàtics inscrits. En aquesta ocasió el Congrés va estar estructurat en cinc seccions:

- Anàlisi matemàtica, organitzada per Luboš Pick (Universitat Karlova, Praga) i Joaquim

Martín (Universitat Autònoma de Barcelona).

- Estadística computacional i anàlisi de dades, organitzada per Jaromír Antoch (Universitat Karlova, Praga) i M. Pilar Muñoz (Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona).
- Física matemàtica, organitzada per Olga Krupková (Universitat Palackého, Olomouc) i Xavier Gràcia (Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona).
- Lògica, organitzada per Petr Cintula (Akade-

mie věd České republiky, Praga) i Joan Gispert (Universitat de Barcelona).

- Matemàtica discreta i informàtica, organitzada per Jan Kratochvíl (Universitat Karlova, Praga) i Oriol Serra (Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona),
- Teoria d'anells i de mòduls, organitzada per Jan Trlifaj (Universitat Karlova, Praga) i Dolors Herbera (Universitat Autònoma de Barcelona).

La sessió inaugural va ser presidida pel vicepresident de l'IEC, senyor Salvador Alegret, que va explicar als convidats txecs la naturalesa de l'Institut d'Estudis Catalans; el cònsol honorari de la república txeca a Barcelona, senyor Jaime Martín, que va ressaltar el lideratge de Catalunya en les relacions entre la república txeca i l'Estat Espanyol, el president de la Societat Matemàtica Txeca, senyor Jan Kratochvíl i el president de la SCM, senyor Carles Casacuberta. Val a dir que el senyor Kratochvíl va sorprendre l'audiència amb un parlament en català, que va ser gentilment respost per un parlament del nostre president, en txec.



El president de la Societat Matemàtica Txeca i el president de la Societat Catalana de Matemàtiques amb el president de l'IEC

Després de la sessió inaugural, el president de la societat txeca i el vicepresident de l'IEC van formalitzar l'acord bilateral de cooperació que havia estat subscrit provisionalment a Praga l'any 2004 entre ambdues societats.

Les sessions plenàries, amb un conferenciant per secció, van ser complementades per la presentació de prop de seixanta comunicacions en sessions paral·leles. A la pàgina web de la SCM trobareu els resums de les conferències i comunicacions i tota mena de detalls sobre el congrés.

Una novetat d'aquesta edició va ser la sessió per a investigadors joves que va ser l'inici del congrés. En aquesta sessió es van oferir diverses xerrades a càrrec d'una selecció d'estudiants, guanyadors a la competició Czech-Slovak Research Competition for University Students per part txeca, i guanyadors i finalistes del Premi Évariste Galois per part catalana. El nivell de les presentacions va ser d'una qualitat admirable que fa preveure un futur brillant de les matemàtiques a les dues comunitats.

Cal agrair el suport de l'Institut d'Estudis Catalans, del Departament d'Universitats i Recerca de la Generalitat de Catalunya, del Centre de Recerca Matemàtica, dels grups de recerca de les diferents universitats catalanes i, en particular, als organitzadors de les diferents seccions, que van contribuir generosament en el finançament i l'organització del congrés.

En la sessió de clausura els presidents de les dues societats van felicitar-se de les excel·lents relacions entre les comunitats matemàtiques de les dues nacions que les edicions d'aquest congrés han evidenciat, i van manifestar la voluntat de continuar la cooperació mútua amb fórmules imaginatives que, de ben segur, s'aniran desvetllant en el futur. Ara toca una pausa en la celebració del proper congrés d'aquestes característiques que podria acollir altres nacions europees de perfils matemàtics i culturals semblants als de Txèquia i Catalunya.

La SCM es pot sentir satisfeta per l'èxit d'aquesta segona edició del Congrés Txec-Català de matemàtiques que va correspondre amb escreix a l'hospitalitat txeca de la primera edició a Praga.

Oriol Serra
Comitè Organitzador



Participants al Segon Congrés Txec-Català al pati de la Casa de Convalescència, seu de l'IEC

Web d'EDUMATCAT

A partir de la col·laboració entre el Departament d'Educació i Universitats, la Societat Catalana de Matemàtiques (SCM) i la Federació d'Entitats per a l'Ensenyament de les Matemàtiques a Catalunya (FEEMCAT), neix el projecte de creació del web EDUMATCAT, on es pretén anar recollint activitats relacionades amb l'educació matemàtica que es duen a terme a Catalunya. Concretament, les referides a recerca educativa, formació permanent del professorat, suport a l'activitat professional de la docència en matemàtiques i promoció de l'interès i el gust per les matemàtiques entre l'alumnat.

Hi trobareu la informació classificada en els blocs següents:

Tesis doctorals que s'han llegit a les diferents universitats catalanes.

Treballs de recerca de postgraus procedents de diverses universitats catalanes que ofereixen estudis de postgrau relacionats amb el tema.

Memòries de les llicències retribuïdes concedides pel Departament d'Educació i Universitats i que són dins d'aquest àmbit.

Projectes de recerca que es realitzen en institucions, sota la responsabilitat d'algun professor o professora, i són finançats per alguna entitat.

Bibliografia i publicacions dels professionals que treballen a Catalunya i han publicat articles i textos de recerca i divulgació sobre educació matemàtica. En particular, de les diverses publicacions periòdiques que contenen habitualment articles sobre aquest tema.

Activitats de formació i de suport al professorat que el Departament d'Educació i Universitats, els Instituts de Ciències de l'Educació de les universitats catalanes, la Societat Catalana de Matemàtiques, els col·legis professionals, les associacions de professorat de matemàtiques i els moviments de renovació pedagògica organitzen per donar suport a la tasca professional de la docència de matemàtiques a Catalunya.



<http://phobos.xtec.cat/edumatcat>

Activitats de divulgació i promoció de les matemàtiques de caire molt divers que la Societat Catalana de Matemàtiques, les associacions de professorat de matemàtiques, el Departament d'Educació i Universitats i altres institucions públiques i privades organitzen per tal de promoure, entre l'alumnat de Catalunya, l'interès per les matemàtiques, divulgar els continguts propis de la matemàtica i desenvolupar les competències de l'alumnat en l'àmbit matemàtic.

Si ho desitgeu, podeu adreçar els vostres comentaris i aportacions a smuria@xtec.cat.

Kangourou sans Frontières



La seu de l'Institut d'Estudis Catalans va acollir de l'11 al 15 d'octubre de 2006 la trobada anual de l'associació internacional Le Kangourou sans Frontières (KSF), (KSFbcn2006) organitzada per la Societat Catalana de Matemàtiques.



Taula presidencial de la sessió d'inauguració

Hi van participar cent sis persones, representants de trenta nou organitzacions nacionals. En la primera sessió plenària es va fer una breu comunicació de cada país. L'ordre d'intervenció va ser el següent: Finlàndia, els Països Baixos, Itàlia, els EUA, Noruega, Suïssa, Puerto Rico, Mèxic, la República Txeca, França, el Canadà, Veneçuela, Hongria, Croàcia, Romania, Polònia, Eslovènia, Espanya, el Regne Unit, Suècia, Eslovàquia, Ucraïna, Bielorusia, el Paraguai, Estònia, Sèrbia, Geòrgia, Lituània, Grècia, l'Ecuador, el Pakistan, el Kazakhstan, el Kirguizistan, Moldàvia i Rússia. En aquesta sessió, començant pel discurs de benvinguda en nom de la Comissió Cangur de la SCM, que es va fer en català, cada persona va parlar en la seva pròpia llengua i, simultàniament, com que prèviament ens havien enviat el text de la intervenció, tothom podia llegir per pantalla la traducció al francès i a l'anglès. Creiem que va ser un procediment molt ben acceptat per tothom i especialment emotiu per a aquelles persones assistents que, com nosaltres, estimen poder parlar en la seva llengua.

Això mateix van fer el president de la SCM i el representant del Departament d'Educació en la sessió d'inauguració oficial, presidida per Salvador Giner, president de l'Institut d'Estudis

Catalans, en el transcurs de la qual van parlar també el president de KSF i els representants d'Alemanya, Bulgària, on es van celebrar les trobades de 2004 i 2005, Catalunya i Àustria, on se celebrarà la del 2007.

L'objectiu principal de la trobada és la preparació de la prova **Cangur** de l'any que ve. Amb aquesta finalitat la major part dels països participants havien enviat una proposta d'enunciats classificats per nivell escolar i per grau de dificultat que, en conjunt, constitueixen un llibre de problemes d'una qualitat excepcional. Durant les intenses sessions de treball els participants es reuneixen en grups per nivells i, després d'una acurada anàlisi, seleccionen els trenta problemes que es proposaran en el **Cangur**. El marc incomparable de les sales de l'IEC on es van desenvolupar les reunions dels grups Écolier, Benjamin, Cadet, Junior i Étudiant va ser valorat per tothom molt positivament així com tota la infraestructura i els serveis tècnics que va posar a la nostra disposició l'Institut d'Estudis Catalans; tot plegat va resultar molt viu, amigable i personalitzat.

Per completar les activitats de la trobada es proposen algunes comunicacions sobre aspectes de la divulgació de les matemàtiques. Aquest any hi va haver una intervenció de Romania i dues de la representació francesa i, a més, s'havia convidat el professor Anton Aubanell (professor a l'IES Sa Palomera de Blanes i a la Universitat de Barcelona) perquè ens fes una lliçó de geometria amb bombolles de sabó, que va tenir una acollida excepcional, i la professora Maria Gaspar (Universitat Complutense de Madrid) perquè expliqués el projecte ESTALMAT, del qual ella va ser impulsora inicial al costat del tristament desaparegut professor Miguel de Guzmán, i una de les persones que van ajudar a fer més ampli l'abast territorial del projecte i portar-lo cap a Catalunya.

La possibilitat de poder desenvolupar totes les sessions al bell mig de Barcelona va permetre organitzar activitats complementàries turístiques (a peu, en bicicleta i en autobús) i una visita al Cosmocaixa. Però, de totes les ac-

tivitats socials, la que sens dubte la SCM i creiem que també tots els membres de l'associació KSF recordaran molt de temps és la visita institucional al Parlament de Catalunya, on ens va rebre el President del Parlament, el Molt Il·lustre Senyor Ernest Benach, i on vam trobar una acollida excepcional.



La Comissió Cangur al Parlament de Catalunya

Totes les opinions rebudes ens permeten afirmar que la Comissió Cangur de la Societat Catalana de Matemàtiques va superar amb un èxit rotund el repte que representava l'organització del 14th International Annual Meeting of the Association «Kangourou sans Frontières». Tot seguit es reproduïx parcialment el cartell del Cangur 2007 a Polònia, on es constata que en la comunitat internacional que participa en aquest esdeveniment el fet nacional català és una realitat i, a més, i això és interessant de comentar-ho, amb una amistat especial amb els representants de les nacions de parla castellana. Per què no podria ser així sempre i en moltes altres circumstàncies?

La comissió organitzadora vol agrair les importants subvencions de l'IEC i del Departament d'Educació que han permès portar a terme la trobada i donar una excel·lent atenció en tots els aspectes (des de l'allotjament fins als menjars, passant per les activitats socials) a les persones de procedències tan diverses que hem acollit. Segurament això no hauria estat possible sense el suport rebut de part de la junta de

la SCM i, molt en especial, del president, Carles Casacuberta.

També hem d'agrair el suport logístic de les tres universitats catalanes. El Departament de Matemàtiques de la UAB va oferir el seu servei de publicacions per poder elaborar el llibre de problemes que hem comentat més amunt; un agraïment especial per la inestimable tasca de Raquel Hernández. La Facultat de Matemàtiques de la UB va facilitar el contacte amb el servei de traducció de la UB i això va fer possible que tothom parlés en la seva llengua, cosa que recordarem sempre. La Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC va aportar vuit voluntaris que van fer la tasca diària d'actualització dels documents de treball i d'altres ajuts.



I, naturalment, no podem amagar que la Comissió Cangur de Catalunya ha dedicat molts esforços a organitzar la 14a Trobada Internacional de l'Associació Le Kangourou sans Frontières (KSFbcn2006). Ara bé, vistos els resultats, les considerem molt ben emprades i creiem que la feina que es va fer ha estat agradable i profitosa i que el Cangur 2007 serà ben reeixit. Modestament, ens autofelicitem: Lluís Almor, Marta Berini, Núria Fuster (que per la seva dedicació hem de considerar un membre més de la Comissió, i certament un dels més destacats!), Antoni Gomà, Josep Grané i Carles Romero, gràcies!

Antoni Gomà
Cap de la Comissió Cangur de la SCM

Agenda

Advanced Course on Analytic and Probabilistic Techniques in Combinatorics

Organitza: CRM

Data i lloc: del 15 al 26 de gener de 2007 al CRM.

Coordinadors: M. Noy (UPC) i D. Welsh (U. d'Oxford).

<http://www.crm.cat/ACProbabilistic>

Advanced Course on Quasideterminants and Universal Localization

Organitza: CRM

Data i lloc: del 30 de gener al 10 de febrer de 2007 al CRM.

Coordinadors: S. Bazzoni (U. de Padova) i D. Herbera (UAB).

<http://www.crm.cat/ACQuasideterminants>

Diada Leonhard Euler

Organitza: IMUB

Data i lloc: 18 d'abril de 2007 a la UB.

Coordinador: J. Pla i Carreras.

<http://www.imub.ub.es/>

Workshop on Patterns: Models and Applications

Organitza: IMUB

Data i lloc: 19 i 20 d'abril de 2007 a la UB.

Comitè científic: N. Cónsul (UPC) i A. Jorba (UB).

<http://www.imub.ub.es/pat07/>

Conference on Cryptography and Digital Content Security

Organitza: CRM

Data i lloc: del 14 al 18 de maig de 2007 al CRM.

Comitè científic: E. Nart (UAB), J. L. Villar (UPC), F. Leprévost (U. de Luxemburg) i T. Ebrahimi (EPFL).

<http://www.crm.cat/ContentSecurity>

Advanced Course on Group-Based Cryptography

Organitza: CRM

Data i lloc: del 28 de maig al 2 de juny de 2007 al CRM.

Coordinador: E. Ventura (UPC).

<http://www.crm.cat/ACGroupBased>

IV Seminar on Categories and Applications

Data i lloc: del 6 al 9 de juny de 2007 al CRM.

Comitè organitzador: P. Ara (UAB), C. Broto

(UAB, coordinador), J. M. Casas (U. Vigo), L. J. Hernández (U. de la Rioja), M. Ladra (U. de Santiago), A. Ruiz (UAB) i J. Scherer (UAB).

<http://mat.uab.cat/seca4/>

NoLineal 2007

Organitza: Universitat de Castilla-La Mancha.

Data i lloc: del 6 al 9 de juny de 2007, Ciudad Real.

Comitè organitzador: V. M. Pérez García (U. de Castilla la Mancha, director), M. A. López Guerrero (U. de Castilla la Mancha) i Ll. Alsedà (UAB).

<http://matematicas.uclm.es/nolineal2007/>

Barcelona Conference on C^* -Algebras and Their Invariants

Organitza: CRM

Data i lloc: de l'11 al 15 de juny de 2007 al CRM.

Comitè científic: P. Ara (UAB), K. Goodearl (U. de Califòrnia a Santa Barbara) i F. Perera (UAB).

<http://www.crm.cat/OAlgebras>

NEEDS 2007

Organitza: UPC

Data i lloc: del 15 al 24 de juny de 2007, l'Ametlla de Mar.

Comitè organitzador: D. Gómez-Ullate (U. Complutense) A. Hone (U. de Kent), S. Lombardo (U. de Vrije) i J. Puig (UPC).

<http://www.needs-conferences.net/2007/>

Conference on Enumeration and Probabilistic Methods in Combinatorics

Organitza: CRM

Data i lloc: del 25 al 29 de juny de 2007 al CRM.

Comitè científic: M. Noy (UPC), O. Serra (UPC) i D. Welsh (U. d'Oxford).

<http://www.crm.cat/Enumeration>

Segundas Jornadas de Teoría de Números

Organitza: Universitat Autònoma de Madrid.

Data i lloc: del 16 al 19 de juliol de 2007, Madrid.

Comitè científic: P. Berrizbeitia (U. Simón Bolívar, Venèçuela), A. Córdoba (UAM), J. González (UPC), F. Pablos (U. de Salamanca) i N. Vila (UB).

<http://www.uam.es/otros/sjtn2007/>

«Catalonia» també a la signatura dels nostres articles

La normalització del nostre país en tots els àmbits passa certament per un munt de coses que, si bé han millorat en els últims temps, encara estan lluny de la situació que seria desitjable. Entre molts altres exemples, tothom ha vist les dificultats de poder tenir un estatut com cal, de tenir seleccions esportives catalanes, de veure l'ús del català realment normalitzat en tots els àmbits de la vida quotidiana... fins i tot a Europa encara no saben com sona el català oficialment.

Tots aquests grans temes pendents són fonamentals per esdevenir un país normal. Malauradament, la seva evolució depèn dels cicles de l'alta política catalana i espanyola, en la qual els ciutadans tenim una capacitat d'incidència limitada (o almenys això ens sembla). Hi ha, però, molts altres petits detalls del dia a dia, que sovint ens passen desapercebuts, i que podem utilitzar per aportar el nostre petit granet de sorra cap a aquesta normalització. Són molt més importants del que ens puguin semblar, i

aquests sí que només depenen de nosaltres mateixos!

A l'*Avui* del dia 24 de maig de 2006, va aparèixer un article de David Bueno i Torrens, professor i investigador en genètica de la Universitat de Barcelona, amb una proposta ben senzilla. En paraules seves, «Actualment hi ha molts catalans fent ciència a Catalunya i arreu del món, la qual cosa ens permet albirar un bon futur per a la recerca al nostre país, sempre que, és clar, les administracions hi apostin decididament. El que no fem servir gaire, però, és la nostra denominació d'origen comuna; malauradament només un de cada deu articles científics realitzats al nostre país n'inclouen el nom, Catalunya o Catalonia, entre els quals, per cert, tots els meus. I per posar el nom del nostre país no cal cap benedicció oficial...».

Jo m'hi apunto. I animo des d'aquestes ratlles a tots els matemàtics i científics catalans a fer-ho també. De mica en mica, s'omple la pica.

Enric Ventura
UPC

Què publiquem sobre matemàtiques?

Una experiència melancòlica

Amb paraules semblants a les d'aquest títol, G. H. Hardy inicià la seva afamada «Autojustificació d'un matemàtic», on no mostra precisament el seu entusiasme per les tasques de divulgació, les quals ara, per contra, hom considera importants encara que difícils, instant-nos als matemàtics a fer l'esforç necessari per donar a conèixer el nostre treball a la gent, tant pel respecte degut als ciutadans, com pel nostre propi interès i afany de supervivència.

Quan aquesta tasca es duu a terme a la premsa diària, la limitació d'espai, la inoportunitat d'usar símbols i fórmules, i la necessitat d'atraure l'atenció dels lectors, la converteixen en una tasca especialment àrdua. Els qui gosen emprendre sols aquesta tasca, de vegades, solen caure en certs vicis que transmeten una imat-

ge una mica distorsionada del que és el treball d'un matemàtic. Però, malgrat tots aquests inconvenients, sóc dels qui anima tots aquells que tinguin facilitat de paraula a utilitzar els mitjans de comunicació al seu abast per mostrar a aquelles persones interessades a saber-ho que les matemàtiques són una ciència viva i útil, que són importants per al progrés i que estan de vegades amagades en moltes activitats de la nostra experiència quotidiana.

La llengua i les matemàtiques són els pilars de la il·lustració, i tenen un paper fonamental en l'educació primària i secundària. En contra de certa opinió massa generalitzada, em sembla que els conceptes i els problemes matemàtics considerats en aquests nivells són relativament senzills i intuïtius. I és per això que poden ser atacats amb certa profunditat, servint per entrenar la ment en l'art del raonament precís.

Dit en l'argot modern, són útils per instal·lar el sistema operatiu al cervell humà, quelcom que resultaria molt més difícil d'aconseguir mitjançant altres disciplines menys estructurades i amb conceptes més complexos i difosos.

Possiblement aquesta és la contribució més important de les matemàtiques a la societat: ensenyar les regles del raonament deductiu, el significat d'una implicació i, encara que potser en dosis petites, l'art d'encadenar idees. Però també la detecció de les fal·làcies més comunes: cercle viciós; arguments *ad hominem*, *ad baculum* o *ad verecundiam*; judicis d'intencions; confusió de l'antecedent amb el conseqüent; *post hoc, ergo propter hoc*, etc. Si tenim en compte com s'expressen en els mitjans molts polítics, locutors i periodistes, podríem dir que al nostre país l'ensenyament de les matemàtiques és encara molt millorable.

Tinc entès que boxadors i especialistes en arts marcial tenen prohibit emprar les seves destreses davant de qui no les té. Per la mateixa raó, em sembla que un matemàtic s'ha d'abstenir d'utilitzar tota la força del nostre llenguatge quan tracti un assumpte amb aquells que no el dominen, i que tampoc no ha d'abusar de les nostres definicions, que per precises es fan a vegades difícils, ni de les nostres llargues cadenes de silogismes, si és que pretén divulgar amb èxit aquesta ciència nostra, diverses vegades mil·lenària. I tot això, no pas en detriment del fet que, quan un matemàtic escriu o parla dirigint-se a un públic ampli, ho hagi de fer tot cuidant de manera exquisida la pulcritud dels seus raonaments.

En les comptades vegades que m'he atrevit a escriure en la premsa diària, he tingut ocasió d'experimentar alguns dels riscos que aquesta tasca comporta. A aquell que desitgi intentar-ho puc donar-li un consell: convé deixar sempre molt clar que només pretenem donar una versió impressionista de les idees, centrant-nos en allò que jutgem més important, però sense ànim de precisar totes les definicions ni de fer totes les excepcions, que serien apropiades en un treball o assaig més extens, però que farien il·legible un article periodístic. No crec que sigui aquesta l'ocasió de relatar-les, però dispo d'una sucosa llista d'anècdotes pintoresques que van des dels *aficionados al Fermat* que vingueren, a vegades des de molt lluny, a mostrar-me les seves *demonstracions pròpies*, registrades

ja davant notari, arran d'un article que vaig publicar a *El País* quan es va donar a conèixer la prova d'A. Wiles l'estiu de 1993, fins a la beneïda testarudesa dels que havien calculat, usant paper milimetrat, el nombre exacte de punts del reticle que estaven dins dels cercles de radis pròxims a 100, motivats per un altre article meu en el mateix diari, escrit uns anys després en col·laboració amb Luis Seco i Charles Fefferman. Títulat «Números, átomos y estrellas», ens proposavem allí divulgar els nostres resultats del moment pel que fa als fonaments matemàtics rigorosos de la mecànica quàntica. Projecte en el qual havíem trobat una connexió interessant amb aquell problema clàssic de la teoria de nombres que pregunta per l'error comès si es compara l'àrea d'un cercle amb el nombre de punts de coordenades enteres que hi ha al seu interior. Però no va resultar gens fàcil dissuadir diversos aficionats de la banalitat d'obstinar-se a calcular gràficament valors particulars d'aquest terme d'error, com tampoc no ho va ser transmetre el caràcter asimptòtic del problema.

El passat mes de gener de 2006 vaig tornar a reincidir en aquesta aventura, aquest cop amb un article publicat en la secció «Futuro» d'*El País*, en referència a la conjectura de Kepler, la demostració de la qual apareixia als *Annals of Mathematics* en el seu número de novembre de 2005. Tractant-se d'un problema relativament fàcil d'explicar als lectors, que uneix la seva història pintoresca a la rellevància dels científics implicats en la solució, i atesa la naturalesa final de la demostració que fa un ús essencial de l'ordinador, em vaig creure capaç de compondre unes línies que poguessin interessar a un públic general, subratllant les vicisituds del procés de verificació de la prova de les quals jo tenia notícia de primera mà a través de Peter Sarnak (un dels editors d'*Annals*), qui amablement m'envià també el manifest editorial que la revista havia decidit publicar.

De manera que, juntament amb una molt succinta història i plantejament del problema, vaig escriure uns comentaris sobre l'actuació del comitè d'experts i l'editorial, que exposa el desafiament que les demostracions assistides per ordinador presenten a una revista de la trajectòria i qualitat d'*Annals*. Naturalment, vaig incloure algunes preguntes retòriques que creia que un ciutadà il·lustrat podia fer-se sobre la in-

teracció de les matemàtiques amb l'ordinador. Però també sobre la influència que els computadors, a través d'Internet i de certes agències conegudes d'avaluació, estan tenint en la professió, ja que estimulen una excessiva proliferació de publicacions innecessàries, la principal finalitat de les quals és inflar els *currículums* dels seus autors. La meua sorpresa, aquest cop, és que les anècdotes no vénen dels aficionats a resoldre problemes d'empaquetaments d'esferes, sinó de membres de la professió que s'han sentit al·ludits i, de manera privada molts i pública alguns, m'han fet arribar les seves opinions. La majoria m'han mostrat el seu acord amb allò que suggereixo en el meu article i amb l'opunitat de dir-ho, però també hi ha hagut reaccions molt negatives, que discrepen en el fons i en la forma, fins i tot amb certa virulència, del contingut i del vehicle emprat per difondre'l. Segons m'han expressat alguns, la proliferació de publicacions irrellevants i l'ús indiscriminat de criteris tan generals, com són els índexs d'impacte de les revistes o el nombre de cites en la presa de decisions de política científica, és un assumpte que mereix ser debatut, però m'acusen d'haver tret el tema en la premsa diària i no, per exemple, a la *SCM/Notícies* o a *La Gaceta*, que serien, segons diuen, vehicles més apropiats. Però abans de seguir descrivint aquests comentaris, convé que el lector sàpiga a què es refereixen. L'article d'*El País* del 4 de gener de 2006 deia així:

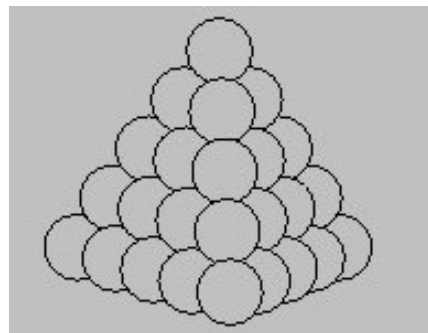
La conjectura de Kepler: ments, màquines i publicacions

Annals of Mathematics, possiblement la millor revista matemàtica del món, va publicar el novembre de 2005 la *demonstració* obtinguda per Thomas Hales d'una famosa conjectura formulada per Kepler fa quatre segles.

Que l'autor del problema sigui un afamat científic i que hagi transcorregut tant de temps en resoldre's el fa semblant a l'últim teorema de Fermat, amb el qual també comparteix la senzillesa de l'enunciat; tenir una història rica en resultats parcials, incloent diverses demostracions falses o incompletes; que Hales, com féu Wiles en el cas de Fermat, hagi dedicat més de sis anys a perfilar la solució i, a més, haver estat publicades ambdues demostracions als *Annals*.

Quina és la manera més eficient d'empaquetar esferes de la mateixa mida? En aquesta pre-

gunta, enganyosament senzilla, radica l'enigma proposat per Kepler. És clar que en disposar boles a l'espai quedaran sempre espais buits, i un empaquetament dens minimitzarà el volum d'aquests espais entre elles. Un exemple notable es construeix disposant-les inicialment sobre un pla, tangents entre si i formant files intercalades, que creen una densa capa sobre la qual podem apilar les noves esferes col·locant-les entre cada tres tangents de la formació inicial. Iterant amb compte aquest procés, sobre i sota la primera capa, obtenim un empaquetament periòdic que, en cristal·lografia, rep el nom de *xarxa cúbica centrada en les cares* i que apareix il·lustrat en la manera habitual com els fruiters disposen les seves ofertes de pomes i taronges. És fàcil calcular la densitat d'aquesta configuració (0,74...), que Thomas Hales ha demostrat que és insuperable: no importa com omplim l'espai amb esferes, la densitat serà sempre menor o igual que l'assolida per la xarxa cúbica centrada.



El problema fou suggerit a Kepler per un mariner que desitjava estimar el nombre de bales de canó que emmagatzemaven les naus enemigues en la seva coberta. Però el 1611 no podien imaginar que el disseny de bons empaquetaments hagi resultat avui tan rellevant en la tecnologia de la informació, tant per enviar senyals per un canal sorollós sense perdre qualitat, com en els codis que ens garanteixen la fidelitat del so d'un disc compacte. Nosaltres podem fer broma també amb la perspicàcia dels fruiters, però això ens distreuria de la qüestió important, és a dir, de l'enorme desafiament a la ment humana que plantejava la conjectura, a la qual s'havia d'atacar perquè estava aquí, com digué G. Mallory sobre l'escalada de l'Everest. El desafiament és enorme, quasi bé de vertigen, ja que involucra totes les maneres possibles de disposar boles a l'espai: com començar aquesta tasca?

Si es tractés solament del cas periòdic, llavors l'escalada és més fàcil i el gran Gauss, a mitjan segle XIX, ja va poder realitzar-la. També podem rebaixar la dimensió i fer-nos la pregunta anàloga per a cercles del pla: cap al 1960, el matemàtic hongarès Fejes Toth trobà la resposta correcta, que resultà ser la versió bidimensional de la xarxa cúbica centrada. Però en tres dimensions la cosa és molt més difícil: en un empaquetament, cada esfera té associada una cel·la d'influència, formada pels punts de l'espai que estan més a prop del seu centre que no pas del de les altres esferes. El quocient entre el volum de l'esfera i el de la seva cel·la d'influència és la densitat local de l'empaquetament. Resulta que, en dimensió dos, les cel·les de major densitat local són hexàgons, amb els quals es pot tessellar el pla. A l'espai, les cel·les de la red cúbica centrada són dodecaedres ròmbics. La cel·la local més densa és el dodecaedre regular, però amb ella, com bé saben els cristal·lògrafs, no es pot tessellar l'espai. Aquesta discrepància entre la solució òptima local i la global és una de les raons per les quals el problema de Kepler ha resultat ser tan difícil.

L'article de Hales consta d'unes cent vint pàgines de matemàtiques convencionals. Però depèn d'un programa informàtic que analitza prop de cinc mil casos residuals, per als quals s'han d'optimitzar funcions de més de dues-centes variables. Després de diversos anys de treball, la comissió d'experts a qui els *Annals* havia encarregat la revisió de l'article ha llançat la tovallola, sentint-se incapaç de resseguir tots els detalls en un temps raonable; tasca que s'ha comparat amb la de comprovar, una per una, la veracitat de totes les dades de la guia telefònica de Nova York. Malgrat això, el comitè ha dut a terme el nombre adequat de comprovacions per poder sostenir la seva fe en la correcció de la prova amb, segons diuen, un 99 % de probabilitat. Però, és això suficient?

Una demostració matemàtica és una cadena de raonaments, a vegades molt llarga, que ens porten des d'una hipòtesi de partida fins a una tesi d'arribada i que és susceptible de ser entesa per tothom que tingui el temps i l'entrenament adequats. Però aquest no és el cas de la prova de Hales. El dilema dels *Annals* és molt gran i la seva solució eclèctica potser no satisfarà tothom: publica la part que s'ajusta a l'esquema tradicional, però afegeix un comen-

tari editorial que adverteix que la prova depèn d'un programa que apareixerà en una altra revista especialitzada en computació. Els editors assenyalaven que estem davant un cas d'aproximació de les matemàtiques a la pràctica de les ciències experimentals, ja que la verificació de la part informàtica s'ha de fer amb els criteris amb els quals es valida un experiment, i no amb els tradicionals de les matemàtiques.



Annals és una revista bimensual centenària editada a Princeton conjuntament per la Universitat i l'Institut d'Estudis Avançats. Els requisits per aparèixer entre les seves pàgines són molt estrictes: ha de tractar-se d'un resultat rellevant demostrat amb tècniques originals. No és estrany que publicar als *Annals* sigui l'objecte del desig per a molts matemàtics i que tractin d'aconseguir-ho amb els seus millors resultats. La demora entre l'arribada i la publicació d'un article està al voltant dels dos anys, però aquesta és una dada que *Annals* comparteix amb altres revistes, que no són ja tant un instrument de comunicació, ja que els resultats circulen abans per la xarxa, sinó una garantia de qualitat. Aquesta és ara la principal raó de ser de les millors revistes. Però aquestes són una minoria; la majoria tenen criteris molt més relaxats: tant, que les seves publicacions són, amb molta freqüència, un simple i prescindible soroll.

A diferència de la demostració del teorema de Fermat, que ha necessitat el fecund enginy matemàtic contemporani, crec que la prova de la conjectura de Kepler, sense desmerèixer amb això el treball de Hales, hagués pogut fer-se fa segles si s'hagués comptat amb els mitjans de càlcul que tenim avui a l'abast. Significa aquesta demostració que estem al llindar d'una nova era en la qual les màquines s'encarregaran de demostrar els teoremes? Són els matemàtics una espècie en extinció?

Sincerament crec que la resposta és un rotund no, encara que sigui força corrent l'afirmació que l'ordinador és un instrument molt valuós, una ajuda quasi imprescindible, en la investigació actual. Però és possible, i jo diria que molt desitjable, que les màquines s'encarreguin en el futur de tants desenvolupaments rutinaris i tantes demostracions clòniques que

mantenen ocupats massa matemàtics, els quals, incansables, publiquen obvietat rere obvietat. Omplint, amb referències mútues, el registre de la grotesca casa de cites que té seu a Filadèlfia. Alliberats per les màquines, aquests artistes podrien, seguint el bon exemple de Wiles i Hales, dedicar tots els seus esforços a resoldre problemes realment difícils i interessants que tinguin llavors cabuda als *Annals of Mathematics*.

Citacions a la Xarxa

Com he posat de manifest a la introducció, ha estat l'últim paràgraf de l'article el que ha portat cua. Quan les cites i els índexs d'impacte són emprats per distribuir alguns complements retributius (els famosos sexennis a Espanya) amb un criteri ampli, no mereixen major atenció. La part dolenta és quan s'utilitzen per establir polítiques científiques, finançar els projectes de grups grans en detriment d'altres de més petits, establir línies de prioritat, o en les promocions de l'escalafó universitari. Aquí tenim un problema seriós, i s'ha de dir que l'única manera reconeguda d'avaluar la tasca d'un científic és mitjançant la importància i la dificultat dels seus resultats, que estan acompanyats de l'originalitat de les idees i de les tècniques que hagi introduït per obtenir-los. Tota la resta és soroll. Però això només pot apreciar-ho qui estigui en condicions de fer-ho, i aquí tenim un altre problema. Societats més vertebrades científicament que l'espanyola tenen institucions de prestigi els membres de les quals coneixen i exerceixen el cànon, però em temo que aquest no és el nostre cas i, potser per això, circulen per la xarxa escrits que assenyalen el nostre país com un exemple d'ús excessiu dels esmentats índexs, tant per part dels tribunals d'oposició com pels mateixos responsables de la política científica, que han entronitzat la coneguda fallàcia de l'argument *ad populum* portant-la fins al BOE.

Es tracta d'un tema de molt d'interès que, en la meua opinió, hauria de ser tractat amb certa profunditat pels científics espanyols. Però les escasses línies que hi vaig dedicar en el meu article no pretenien tant. Tampoc ara no desitjo aprofundir en l'assumpte, però sí que voldria comentar dues publicacions originades arran del meu escrit que m'han cridat l'atenció: es tracta de dos articles publicats, pels respectius

autors, a *El País Digital* i a l'edició especial per a València del mateix diari el mes de febrer de 2006, i les referències precises dels quals poden trobar-se també a les pàgines de DivulgaMAT de la RSME. No és la meua intenció entrar en cap polèmica amb ningú, sinó simplement assenyalar alguns aspectes d'aquests escrits que m'han fet reflexionar sobre les precaucions que ha de tenir en compte tot matemàtic a l'hora d'escriure. Per això, en endavant, em referiré a aquests professors amb la típica notació d'A i B.

El professor A sosté opinions que discrepen de les que ell ha detectat en el meu article, i les il·lustra amb un símil muntanyenc propiciat també per algun dels meus comentaris: s'han d'atacar problemes difícils o exercitar-se amb problemes assequibles, pujar muntanyes altes o repetir mil vegades la pujada al puig del nostre poble? És un dilema amb ramificacions interessants davant el qual A sembla que s'inclina per la segona alternativa. Que els déus el beneixin! No pretenc polemitzar més en aquesta direcció, però se m'acudeixen diverses preguntes relacionades sobre les quals sembla oportú reflexionar: Què és un problema interessant? És preferible concentrar-se en algun projecte matemàtic d'envergadura o diversificar els esforços? Paga la pena a un investigador establert dedicar-se a produir resultats que són simples exercicis de principiants? És la matemàtica una tasca de solitaris o, com a molt, de grups reduïts o, al contrari, tendim cap a una investigació orquestral?

Però m'ha cridat l'atenció la puntualització que fa del meu escrit, criticant-me el comentari sobre l'existència de l'esmentat editorial d'*Annals*. Es tracta, crec jo, d'un recurs dialèctic clàssic, atacar les premisses menors per arribar en situació avantatjosa al punt que realment es vol rebatre. Diu A: «*Annals* añade un comentario editorial advirtiendo de que la prueba depende de un programa y que... No es cierto. La revista estudió la posibilidad de añadir tal comentario, y esa posibilidad trascendió al dominio público. Pero el hecho es que el comentario, al final, no fue añadido. Sorprende que el profesor Córdoba no lo haya comprobado, cuando en el mismo número de los *Annals* en el que aparece la demostración de Hales —noviembre de 2005—, hay precisamente un artículo suyo (por lo cual, por cierto, le felicito)».

Resulta que qualsevol pot comprovar que, en la primera pàgina del número esmentat

d'*Annals*, apareix un *statement by the editors* que comença amb les paraules següents: «Computer-assisted proofs of exceptionally important mathematical theorems will be considered by the *Annals*. . . » i segueix donant detalls del procediment que han dissenyat per gestionar la publicació de tals demostracions. Com va poder A no parar atenció a l'existència de l'editorial d'*Annals* i posar-se en la situació grotesca de l'*alguacil alguacilado*?

El discurs de molts polemistes, intel·lectuals i polítics ofereix nombrosos exemples d'ús d'aquest recurs dialèctic que estem comentant. Però em sembla que un matemàtic, amb tots els instruments de raonament i deducció de què habitualment disposa, no necessita utilitzar aquesta eina, podent anar directament a atacar la major, fins i tot amb contundència. Ara bé, si optem per usar-la llavors hem d'estar molt segurs de la veritat de tot el que afirmem, perquè, en cas contrari, caurem en un ridícul espantós.

El professor B procedeix de manera una mica diferent. Llegint el seu «Matemáticos en la casa de citas», sembla que coincideix en el fons amb tot el que la lectura del meu article li suggereix. B sosté que «[...] Basar exclusivamente la promoción académica, el logro de complementos y la concesión de proyectos de investigación en las citas obtenidas o el factor de impacto de las revistas puede tener los efectos perversos implícitos en la denuncia de Córdoba: abandono de la lectura por la escritura, falta de reflexión, publicación de refritos, mercadeo de citas, etc.». Malgrat això, tot seguit es pregunta: «¿cómo alguien del prestigio de Antonio Córdoba ha podido largar semejante exabrupto?» i passa a conjeturar diverses raons: recels professionals, pèrdua de poder o potser senilitat, quan afirma, erròniament per cert, que jo només tinc un article als *Annals* i què d'això, en fa ja quasi trenta anys. En realitat en tinc uns quants més i l'últim estava encara molt recent quan B va escriure aquesta bajanada, però tampoc no sóc l'únic espanyol que ha publicat

en aquesta revista, com es pot ser comprovar ara molt fàcilment a través d'Internet. Jo no havia mencionat res de tot això en el meu escrit, no conec personalment el professor B i no recordo haver mantingut cap conversa amb ell, per la qual cosa em sorprenen els seus judicis sobre el que creu que són les meves intencions ocultes o les meves presumptes frustracions.

Sol dir-se que la cortesia d'un matemàtic radica en la claredat i en la precisió. Encara que no els conegui personalment, ni tampoc estic familiaritzat amb les seves obres, no tinc inconvenient a pensar que A i B són dos professionals competents. Però, els seus escrits demostren fehacientment com algú entrenat en l'art del raonament precís i rigurós pot, quan surt una mica del seu camp específic, incórrer en diverses de les fal·làcies (argument *ad hominem*, judicis d'intencions, falsetat de les premisses, *non sequitur*. . .) que com a matemàtics tenim l'obligació de corregir en el nostre ofici docent. La lectura d'ambdós escrits, amb certes frases una mica agressives, fa palès en ells una certa falta d'elegància. Què hi farem! Hom ja ha après que entre els matemàtics, gent especialitzada en la pulcritud del raonament, en la búsqueda de la veritat i de la bellesa de les idees, que formen una elit planetària un pèl anàrquica i allunyada de les convencions socials, amb una història rica en episodis interessants i ments generoses i belles, s'han donat també els comportaments més mesquins, propis d'un col·lectiu que, com passa amb els poetes, és el principal, si no l'únic, observador i lector de si mateix. El que ha succeït a l'últim ICM, en el qual ningú no va mencionar explícitament la tasca de José Luís Fernández, que fou l'autèntic impulsor de la candidatura espanyola, fou qui realitzà el treball previ i qui dissenyà l'estratègia que va portar a l'èxit obtingut a Pequín, per ser, a continuació, apartat de la presidència del Comitè, és un vuit-mil de l'ús de la filosa, mereixedor d'estar a la història universal d'aquells assumptes que va escriure el gran Borges.

Antonio Córdoba Barba
UAM

Premis

Com no podia ser d'altra manera, dediquem la secció de premis d'aquest número de la *SCM/Notícies* a fer-nos ressò dels premis i premiats aquest estiu passat al Congrés Internacional dels Matemàtics, ICM 2006. Les medalles Fields, el Premi Nevanlinna i el Premi Gauss (que es van atorgar durant la sessió inaugural de l'ICM a Madrid) i el Premi Abel (atorgat el passat maig per l'Acadèmia de Ciències i Lletres de Noruega) estan, sens dubte, a la llista dels màxims guardons a què un matemàtic pot aspirar en reconeixement de la seva recerca. I naturalment els guardonats d'enguany, Andrei Okounkov, Grigori Perelman, Terence Tao, Wendelin Werner, Jon Kleinber, Kiyosi Ito i Lennart Carleson, respectivament, formen part de l'elit matemàtica mundial per les seves excepcionals aportacions, bé resolent problemes clàssics de gran dificultat, bé per la seva paternitat de teories i àrees matemàtiques totalment noves i interessants.

Aprofitem l'oportunitat per dir que aquest any 2006 que acabem de passar, el professor francès Jean-Pierre Serre (Medalla Field l'any 1954 i Premi Abel l'any 2003) va ser investit doctor *honoris causa* per la Universidad Complutense de Madrid. Val a dir que aquest gran matemàtic i també gran persona té força relació científica amb la comunitat catalana, com va quedar palès quan la Universitat de Barcelona el va investir també doctor *honoris causa* el novembre de 2005.



Els premiats amb el rei Joan Carles I, després de la sessió inaugural de l'ICM 2006 a Madrid on es va fer l'entrega de premis

A causa de l'excepcionalitat d'aquesta ocasió, postposem per al proper número la publicació d'escrits sobre altres premis que la redacció tenia encomenats: el Premi Ferran Sunyer Balaguer 2006, atorgat a Xionan Ma i George Marinescu; el Premi Richard von Misses 2006, atorgat a José Antonio Carrillo, i el Premi Galois 2006 de la SCM per a Ariadna Farrés.

Medalles Fields 2006

Andrei Okounkov



Andrei Okounkov ha treballat, individualment i en col·laboració amb altres matemàtics, en molts problemes de teoria de representacions, combinatòria, geometria i física, aportant solucions completes o fent contribucions molt rellevants sobre una bona quantitat de qüestions. Dos temes recurrents en els seus treballs són l'estudi de les propietats asimptòtiques de problemes combinatòrics i la interacció amb la física estadística i la teoria de cordes. En aquestes notes parlarem d'una porció minsa dels resultats d'Okounkov, triats d'entre els més rellevants guiant-nos per les nostres preferències personals. El lector trobarà una exposició dels resultats d'Okounkov més detallada i escrita de manera molt més competent a la *laudatio* presentada a l'ICM 2006 per Felder [2]. Per acabar, no ens podem estar de recomanar les notes dels diversos cursos impartits per Okounkov sobre els seus propis treballs, moltes a l'arXiv (per exemple, [math.CO/0309074](https://arxiv.org/abs/math.CO/0309074), [math.CO/0309075](https://arxiv.org/abs/math.CO/0309075), [math-ph/0309015](https://arxiv.org/abs/math-ph/0309015), [math-ph/0601062](https://arxiv.org/abs/math-ph/0601062)), a part, és clar, de la lectura dels seus articles.

Abans de parlar sobre els resultats d'Okounkov, recordarem algunes nocions rellevants de geometria algebraica. Donats dos enters no negatius g i n es denota per $\overline{\mathcal{M}}_{g,n}$ l'espai de mòduli de corbes connexes marcades (C, \mathbf{x}) estables, de gènere g , definides sobre \mathbb{C} , i amb n punts marcats $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$. Que (C, \mathbf{x}) sigui estable vol dir que C és una corba connexa, que totes les seves singularitats són nodals i disjunctes de \mathbf{x} , i que el grup d'isomorfismes $f: C \rightarrow C$ que satisfan $f(x_j) = x_j$ per tot j és finit. Aquesta darrera condició només es pot satisfer si $3g - 3 + n \geq 0$. El gènere d'una corba nodal C coincideix amb el de la corba que s'obté *allisant* les singularitats de C , substituint un entorn de cada singularitat de C (que és biholo-

morf a un entorn de $(0, 0)$ dins $\{xy = 0\} \subset \mathbb{C}^2$) per la intersecció de $\{xy = \epsilon\}$ amb una bola de radi prou gran en relació amb $\epsilon \neq 0$. L'espai de mòduli $\overline{\mathcal{M}}_{g,n}$ té una estructura natural de *stack* de Deligne-Mumford propi o, en termes de geometria diferencial, d'*orbifold* compacte. Atès que des del punt de vista de l'homologia racional els *orbifolds* es comporten com les varietats topològiques, existeix una classe fonamental $[\overline{\mathcal{M}}_{g,n}]$ de grau $6g - 6 + 2n$ a l'homologia racional de $\overline{\mathcal{M}}_{g,n}$. Prenent per cada (C, \mathbf{x}) l'espai cotangent de C a x_j s'obté un (*orbi*)fibrat de línia $L_j \rightarrow \overline{\mathcal{M}}_{g,n}$, i donats enters $d_1, \dots, d_n \geq 0$ es defineix

$$\langle \tau_{d_1}, \dots, \tau_{d_n} \rangle = \langle c_1(L_1)^{d_1} \cup \dots \cup c_1(L_n)^{d_n}, [\overline{\mathcal{M}}_{g,n}] \rangle \in \mathbb{Q},$$

on el gènere g satisfà $3g - 3 + n = d_1 + \dots + d_n$ (si el g que resulta no és enter llavors per definició l'expressió anterior és zero). Més en general, si V és una varietat projectiva complexa¹ i $\beta \in H_2(V)$ és una classe d'homologia, es defineix $\overline{\mathcal{M}}_{g,n}(V, \beta)$ com l'espai de mòduli d'aplicacions $\phi: (C, \mathbf{x}) \rightarrow V$ algebraiques estables (és a dir, tal que (ϕ, C, \mathbf{x}) té un nombre finit d'automorfismes) que representen la classe β , on (C, \mathbf{x}) és una corba marcada connexa, de gènere g i nodal, però no necessàriament estable. En general l'espai $\overline{\mathcal{M}}_{g,n}(V, \beta)$ no és un orbifold, però hom pot definir de manera natural una classe d'homologia racional $[\overline{\mathcal{M}}_{g,n}(V, \beta)]$ que fa el paper de classe fonamental. Per cada j hi ha una aplicació d'avaluació $\text{ev}_j: \overline{\mathcal{M}}_{g,n}(V, \beta) \rightarrow V$ que envia (ϕ, C, \mathbf{x}) a $\phi(x_j)$. Com en el cas de $\overline{\mathcal{M}}_{g,n}$ es tenen fibrats de línia $L_j \rightarrow \overline{\mathcal{M}}_{g,n}$ que tenen fibra, sobre la classe de (ϕ, C, \mathbf{x}) , canònicament isomorfa al cotangent de C al punt x_j . Donats enters no negatius d_1, \dots, d_n i classes de cohomologia $\alpha_1, \dots, \alpha_n \in H^*(V)$ es defineix l'invariant de Gromov-Witten (GW) corresponent com:

$$\langle \tau_{d_1}(\alpha_1), \dots, \tau_{d_n}(\alpha_n) \rangle_{\beta, g}^V = \left\langle \prod_j c_j(L_j)^{d_j} \cup \text{ev}_j^* \alpha_j, [\overline{\mathcal{M}}_{g,n}(V, \beta)] \right\rangle \in \mathbb{Q}.$$

¹La construcció que expliquem tot seguit (definició dels invariants de Gromov-Witten) també té sentit, fent les modificacions necessàries, quan V és una varietat simplèctica.

Els nombres $\langle \tau_{d_1}, \dots, \tau_{d_n} \rangle$ es poden calcular de manera algorísmica, i el mateix passa amb $\langle \tau_{d_1}(\alpha_1), \dots, \tau_{d_n}(\alpha_n) \rangle_{\beta, g}^V$ quan V és una corba algebraica (en canvi, quan V té dimensió ≥ 2 calcular els invariants de GW pot ser molt complicat). Però tant en un cas com en l'altre es planteja el problema d'entendre aquests invariants globalment, de descobrir les estructures que apareixen quan es consideren simultàniament tots els possibles valors dels enters d_j i g (a més de β i les classes de cohomologia α_j en el cas dels invariants de GW) agrupant els invariants en una funció generatriu. Un exemple és la funció següent:

$$F(t_0, t_1, \dots) = \exp \left(\sum_{(k_0, k_1, \dots)} \langle \tau_0^{k_0} \tau_1^{k_1} \dots \rangle \prod \frac{t_i^{k_i}}{k_i!} \right).$$

Witten va conjecturar que F és una funció τ de la jerarquia KdV. Més concretament, els següents operadors diferencials contenen F al seu nucli:

$$L_{-1} = \frac{1}{4}T_1^2 - \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial T_1} + \frac{1}{2} \sum_{k \geq 1} (k+2)T_{k+2} \frac{\partial}{\partial T_k},$$

$$L_0 = -\frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial T_3} + \frac{1}{2} \sum_{k \geq 1} kT_k \frac{\partial}{\partial T_k} + \frac{1}{16},$$

$$L_n = -\frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial T_{2n+3}} + \frac{1}{2} \sum_{k \geq 1} kT_k \frac{\partial}{\partial T_{2n+k}} + \frac{1}{4} \sum_{i+j=2n} \frac{\partial^2}{\partial T_i \partial T_j}, \quad n \geq 1,$$

on denotem $T_{2i+1} = t_i(2i+1)^{-1}(2i-1)^{-1} \dots 3^{-1}$ (els operadors L_j són una base de la subàlgebra de l'àlgebra de Virasoro donada pels camps vectorials holomorfs a \mathbb{C}). La propietat que $L_k F = 0$ per tot $k \geq -1$ és prou restrictiva per determinar tots els coeficients de F llevat d'un factor multiplicatiu constant. Aquesta conjectura de Witten va ser demostrada per primer cop per Kontsevich (vegeu [3]), i Okounkov en va donar una nova demostració a [6]. Una altra possible funció generatriu és la següent:

$$\mathcal{F}(x_1, \dots, x_n) = \sum_{(d_1, \dots, d_n)} \langle \tau_{d_1}, \dots, \tau_{d_n} \rangle \prod x_i^{d_i}.$$

Considerem la funció definida per tot $x = (x_1 <$

$x_2 < \dots < x_n) \in \mathbb{R}^n$

$$\mathcal{E}(x) = \exp \left(\frac{1}{12} \sum x_i^3 \right) \int_{\gamma \geq 0} e^{-\int \gamma W(d\gamma)},$$

on $\gamma: [x_1, x_n] \rightarrow \mathbb{R}$ és contínua, no negativa, lineal a cada segment $[x_i, x_{i+1}]$, satisfà $\gamma(x_1) = \gamma(x_n)$, i la mesura $W(d\gamma)$ és una col·lecció de gaussianes independents en els increments de γ a cada interval $[x_i, x_{i+1}]$. Okounkov dóna a [6] una relació precisa entre \mathcal{F} i \mathcal{E} , reinterpretant \mathcal{F} en termes del comportament asimptòtic del nombre de maneres d'obtenir una superfície de gènere fixat identificant les cares de n polígons dos a dos, quan el nombre de cares dels polígons convergeix a ∞ . Aquesta idea, interpretar una quantitat definida a partir de la topologia d'un espai de mòduli en termes de l'estudi asimptòtic d'un problema combinatòric, apareix en molts altres treballs d'Okounkov.

Els resultats de [6] es basen en part en l'article d'Okounkov i Pandharipande [7], el primer d'una trilogia dedicada a l'estudi dels invariants de GW d'una corba algebraica V . Usant [7] Okounkov i Pandharipande demostren a [8] que una certa funció generatriu F_V en els invariants de GW satisfà $L_{k,V} F_V = 0$ per tot $k \geq -1$, on els operadors $L_{k,V}$ novament són una base de la subàlgebra de l'àlgebra de Virasoro generada per camps vectorials holomorfs. En aquests treballs s'estableix una relació entre els invariants de GW de V i certs nombres de Hurwitz, i un ingredient crucial és l'estudi del comportament asimptòtic d'aquests nombres de Hurwitz.

Un altre ingredient de [6] són els resultats de [5], on Okounkov demostra una conjectura de Baik-Deift-Johansson que relaciona el comportament asimptòtic de les primeres columnes del diagrama de Young associat a una partició aleatòria de $\{1, \dots, n\}$, quan n tendeix a infinit, amb el dels primers valors propis d'una matriu hermítica aleatòria de mida $n \times n$. La probabilitat que s'associa a cada partició ve donada per la mesura de Plancherel sobre el conjunt de les representacions del grup simètric S_n (que, com és ben sabut, està en bijecció amb el conjunt de particions de n), i per triar la matriu hermítica prenem variables aleatòries normals independents per a cada una de les entrades que no estan sota la diagonal. Per relacionar tots dos problemes, Okounkov construeix un pont que passa per l'estudi de les funcions \mathcal{F} definides en termes de la topologia de $\overline{\mathcal{M}}_{g,n}$. Poste-

riorment han aparegut dues demostracions més de la conjectura de Baik-Deift-Johansson, una deguda a Borodin, Okounkov i Olshanski, i l'altra, a Johansson. Per a una introducció més detallada a aquests problemes, vegeu l'article de Stanley [10].

Quan V és una varietat de Calabi-Yau de dimensió 3 hom pot definir els invariants de Donaldson-Thomas (DT), que compten subesquemes de dimensió 1 amb característica d'Euler fixada i dins una classe d'homologia donada, en termes de la cohomologia de l'espai de Hilbert corresponent. A diferència dels invariants de GW, els invariants de DT compten corbes sense cap parametrització donada i, a més, són enters, mentre que els invariants de GW, a conseqüència de l'existència de parametritzacions amb automorfismes, són nombres racionals. Maulik, Nekrasov, Okounkov i Pandharipande han conjecturat a [4], inspirats per la teoria de cordes, una relació precisa entre funcions generatrius associades als invariants de GW i els de DT. Una versió local d'aquesta conjectura ha estat demostrada per Okounkov i Pandharipande a [9].

En un altre treball relacionat amb l'espai de mòduli de corbes, Eskin i Okounkov calculen a [1] el volum dels estrats $\mathcal{H}(\mu)$ de l'espai de mòduli de corbes C dotades d'una diferencial holomorfa $\omega \in H^1(T^*C)$ amb ordres d'anul·lació especificats per $\mu = (\mu_1, \dots)$. La mesura a $\mathcal{H}(\mu)$ es defineix usant la representació de monodromia de ω , i el volum total es calcula via una interpretació en termes del comportament asimptòtic del nombre de revestiments ramificats d'un tor. Aquest resultat troba aplicacions a l'estudi de la dinàmica de billars poligonals genèrics gràcies als treballs d'Eskin i Masur, i del flux geodèsic de Teichmüller a través de la fórmula de Kontsevich que relaciona els exponents de Lyapunov amb els volums dels estrats $\mathcal{H}(\mu)$. Sobre aquestes qüestions el lector pot consultar el magnífic *survey* de Zorich [11].

Com ja hem dit al principi, Okounkov ha demostrat molts més teoremes dels que aquí hem comentat. A tall d'exemple, i per concloure, esmentem els seus treballs inicials sobre teoria de representacions, alguns en col·laboració amb Kerov i Olshanski, els treballs més recents so-

bre la relació entre la teoria de Seiberg-Witten i les particions aleatòries en col·laboració amb Nekrasov, i els treballs duts a terme amb Kenyon, Mikhalkin i Sheffield on es relaciona la mecànica estadística dels dímers, en certs límits termodinàmics, amb la geometria algebraica real.

Referències

- [1] ESKIN, A.; OKOUNKOV, A. «Asymptotics of numbers of branched coverings of a torus and volumes of moduli spaces of holomorphic differentials». *Invent. Math.*, 145 (1), (2001), 59–103.
- [2] FELDER, G. «The work of Andrei Okounkov». *Proceedings of the ICM, Madrid 2006*, math.GM/0609847.
- [3] LOOLJENGA, E. «Intersection theory on Deligne-Mumford compactifications (after Witten and Kontsevich)». *Séminaire Bourbaki*, vol. 1992/93, *Astérisque*, 216 (1993), exp. núm. 768, 4, 187–212.
- [4] MAULIK, D.; NEKRASOV, N.; OKOUNKOV, A.; PANDHARIPANDE, R. «Gromov-Witten theory and Donaldson-Thomas theory, II». [Preprint] math.AG/0406092.
- [5] OKOUNKOV, A. «Random matrices and random permutations». *Int. Math. Res. Not.*, 20, (2000), 1043–1095.
- [6] OKOUNKOV, A. «Generating functions for intersection numbers on moduli spaces of curves» *Int. Math. Res. Not.*, 18 (2002), 933–957.
- [7] OKOUNKOV, A.; PANDHARIPANDE, R. «Gromov-Witten theory, Hurwitz theory, and completed cycles» *Ann. of Math.*, 163 (2), (2006), 517–560.
- [8] OKOUNKOV, A.; PANDHARIPANDE, R. «Virasoro constraints for target curves». *Invent. Math.*, 163 (1), (2006), 47–108.
- [9] OKOUNKOV, A.; PANDHARIPANDE, R. «The local Donaldson-Thomas theory of curves». [Preprint] math.AG/0512573.
- [10] STANLEY, R. «Increasing and decreasing subsequences and their invariants». *Proceedings of the ICM, Madrid 2006*. <http://www-math.mit.edu/~rstan/papers/ids.pdf>
- [11] ZORICH, A. «Flat surfaces». CARTIER, P.; JULIA, B.; MOUSSA, P.; VANHOVE, P. [eds] *Frontiers in number theory, physics and geometry*. Vol. I: *On random matrices, zeta functions and dynamical systems*, Berlín: Springer-Verlag, 2006, 439–586.

Grigori Perelman



Grigori Yakovlevich Perelman va néixer a Leningrad (actualment Sant Petersburg) en una família jueva el 13 de juny de 1966. Va rebre la seva educació en el liceu fisicomatemàtic 239 de Sant Petersburg, una selectiva escola de secundària especialitzada en programes de física i matemàtica molt avançats. El 1982 va competir amb l'equip de la Unió Soviètica a les olimpíades matemàtiques internacionals, i va guanyar una medalla d'or amb una puntuació perfecta. A final de la dècada dels anys vuitanta, obtingué el títol de doctor, amb una tesi sobre les superfícies de sella a l'espai euclidià. Després del seu diploma, treballà en el famós institut de matemàtiques de Steklov, amb A. D. Aleksandrov i Yuri D. Burago. A principis dels anys noranta obtingué molts resultats en geometria riemanniana i en espais d'Alexandrov. Un espai d'Alexandrov és un espai mètric que satisfà certes condicions mètriques sobre els seus triangles, com en una varietat de Riemann de curvatura acotada. Aquests espais apareixen de manera natural quan s'estudien límits o degeneracions de varietats de Riemann. El 1992 va publicar un article fundacional sobre els espais d'Alexandrov amb Burago i Gromov.

El 1992, Perelman fou invitat a passar un semestre a Nova York i un altre a Stony Brook, i el 1993 inicià una beca postdoctoral de dos anys a Berkeley. A finals del primer any d'estada a la Universitat de Califòrnia a Berkeley ja havia escrit la famosa solució de l'anomenada *conjectura de l'ànima*, plantejada el 1972 per Cheeger i Gromoll. Aquests havien demostrat que tota varietat no compacta de curvatura no negativa té una ànima compacta, que en dóna molta informació topològica i mètrica, i havien conjecturat que si la curvatura era estrictament positiva en un punt, aleshores l'ànima seria un sol punt. Perelman va fer una demostració brillant en un article de només tres pàgines. Això

fou reconegut amb la invitació a fer una conferència a l'ICM de 1994 a Zuric, alhora que rebé ofertes de treball de Stanford, Princeton, l'Institute for Advanced Study i la Universitat de Tel Aviv. D'aquesta època s'explica una anècdota que s'ha fet famosa. La comissió de Stanford li va demanar cartes de recomanació i un *curriculum vitae*, demanda a la qual ell respongué: si coneixen el meu treball, no necessiten el meu *curriculum vitae*, i si necessiten el meu *curriculum vitae*, no coneixen el meu treball. L'anècdota pot no ser certa, el que sí que se sap és que va declinar totes les ofertes i el 1995 va tornar a Sant Petersburg, a la seva feina anterior a l'Institut Steklov, amb un sou de menys de cent dòlars mensuals. Sembla que digué que al Estats Units havia estalviat prou diners per viure a Rússia. El seu pare havia emigrat a Israel dos anys abans i se'n va anar a viure amb la seva mare, que s'havia quedat a Sant Petersburg. Als seus col·legues els digué: «M'adono que a Rússia treballo millor». A partir de llavors Perelman donà pocs senyals de vida, llevat del correu electrònic, i sembla que no viatjà fins que anuncià la conjectura de Poincaré.

La conjectura de Poincaré és un problema àmpliament conegut, i ningú no qüestionà que fos un dels set problemes del mil·lenni quan la fundació Clay n'elaborà la llista l'any 2000. El que no es preveia l'any 2000 era que, plantejada el 1904, es resolgués amb tres articles penjats a Internet per Perelman durant els anys 2002 i 2003. De fet, Perelman no només resolgué la conjectura de Poincaré, sinó també la conjectura de geometrització, enunciatada per Thurston a finals dels anys setanta. Cal dir que fins als treballs de Thurston els especialistes estaven dividits entre els que creien que la conjectura de Poincaré era certa i els que creien que era falsa, i la composició dels grups podia variar cada dia! Els treballs de Thurston que donaven suport a la seva conjectura van fer inclinar la balança cap als que creien que era certa. La conjectura de Thurston afirma que tota varietat es divideix de manera canònica en trossos geomètrics o uniformes, que tenen una mètrica amb propietats especials, anomenada *homogènia*. Aquesta conjectura no només generalitzava la de Poincaré, sinó que introduïa la geometria riemanniana, que finalment ha portat a la resolució.

El següent pas significatiu el feu Hamilton quan va introduir el flux de Ricci. Es tracta d'un flux sobre l'espai de les mètriques riemannianes d'una varietat, que s'ha de pensar com l'anàleg del flux de la calor. Tots sabem que el flux de la calor reparteix la temperatura de manera (asimptòticament) uniforme; anàlogament el flux de Ricci tendeix a repartir la mètrica de manera uniforme en la varietat. Per a superfícies, el mètode de Hamilton funciona bé i redemuestra la seva uniformització: donada una mètrica en una superfície compacta, el flux evoluciona en la seva classe conforme cap a una mètrica de curvatura constant. En dimensió tres, però, les coses no són tan fàcils, i el flux dóna lloc a singularitats, llocs on la curvatura tendeix a infinit, explota, en temps finit. Hamilton desenvolupà tot un programa amb aquest flux i obtingué resultats molt importants, però no podia tractar completament les singularitats. Va ser Perelman, treballant en solitari, que va resoldre l'estudi de les singularitats utilitzant un punt de vista molt més riemannianà. Un cop resolta la qüestió de les singularitats, en lloc de fer-ho públic Perelman es va dedicar a completar la demostració de la geometrització.

El poc nivell de detall de les demostracions de Perelman ha estat una font important de polèmica. Cal dir que en menys de setanta pàgines Perelman dóna la demostració de la conjectura de geometrització, que inclou la de Poincaré, i que després se n'han elaborat textos detallats, amb extensions d'entre dues-centes i quatre-centes pàgines. Alguns matemàtics pretenen que els treballs de Perelman no es podien considerar suficients per atribuir-li el mèrit de la demostració. La veritat és que la lectura demana un esforç molt gran per completar detalls, però que gairebé sempre s'han de seguir els passos i arguments que suggereix Perelman, que va ometre molts detalls a propòsit.

Els treballs previs de Perelman sobre la conjectura de l'ànima i els espais d'Alexandrov són molt reconeguts, a més d'estar escrits de manera extremadament concisa. Gràcies a aquesta reputació es va donar la importància merescuda als *preprints* de Perelman, i diversos matemàtics es van llençar a treballar en la seva comprensió. En destaquen les notes de B. Kleiner i J. Lott, el llibre de J. Morgan i G. Tian i l'article de H.-D. Cao i X.-P. Zhu. Aquest darrer va saltar als mitjans de comunicació el juny de 2006 per una roda de premsa de S. T. Yau. Cal aclarir que el treball de Cao i Zhu és molt meritori i amb un esperit molt semblant als altres esmentats; és original sobretot en aspectes més analítics, però reproduïx literalment dels altres grups algun fragment més geomètric i topològic. Probablement no van poder evitar veure's involucrats en la campanya de promoció de les matemàtiques a la Xina. Cal recordar que Yau és un matemàtic d'un nivell excepcional, que obtingué la Medalla Fields de manera molt merescuda, però que alhora és molt combatiu políticament, i que promociona molt els punts positius de Cao i Zhu, però no els de Morgan i Tian i Kleiner i Lott.

Tothom sap que Perelman va refusar la medalla Fields. De fet, l'allunyament de la comunitat científica ja havia començat feia uns anys quan va refusar un premi de la societat matemàtica europea, i sembla molt poc probable que mai es torni a integrar en la comunitat científica. En tot cas, els seus treballs han estat comprovats suficientment perquè s'accepti la demostració de la conjectura de Poincaré. D'aquí poc probablement també s'acceptarà plenament la de geometrització. De fet, és en això que tornaré a treballar quan acabi de redactar aquesta nota i l'envii a l'Enric, l'editor de la *SCM/Notícies*, que ja fa molts dies que me la va demanar...

Joan Porti
UAB

Terence Tao



Ja feia temps que el nom de Terence Tao figurava en totes les apostes sobre possibles candidats a la Medalla Fields a l'ICM de Madrid. En la menció del premi es llegeix:

Per les seves contribucions a les equacions en derivades parcials, a la combinatòria, a l'anàlisi harmònica i a la teoria additiva de nombres.

D'origen xinès i nascut a Adelaida, Austràlia, el 17 de juliol de 1975, Tao va mostrar una habilitat precoç per les matemàtiques que el va dur als vuit anys a participar en un programa especial de la Universitat John Hopkins a Baltimore per a joves excepcionalment dotats. Va ser el participant més jove a les edicions de 1986, 1987 i 1988 de l'Olimpiada Internacional de Matemàtiques, i va obtenir una medalla d'or als tretze anys. Als quinze, va publicar el seu primer llibre de matemàtiques, *Solving mathematical problems, a personal perspective* (ara justament reeditat), als vint-i-un ja havia obtingut el seu doctorat a Princeton, i als vint-i-quatre, una posició de *full professor* a la Universitat de Califòrnia a Los Angeles. La seva brillant carrera no s'atura i guanya tota mena de premis i reconeixements (el Salem Prize el 2000, el Bocher Prize el 2002, el Clay Research Award el 2003, el Levi L. Conant Prize el 2005, el SASTRA Ramanujan Prize el 2006, entre d'altres) fins a obtenir la Medalla Fields aquest estiu.

Aquesta és només una breu descripció de l'expressió pública de qui ha estat batejat com el *Mozart de les matemàtiques*. I és que una de les seves qualitats més reconegudes és la de fer simple el que es donava per intrínsecament complex. Tal com es reflecteix en la menció de la Medalla Fields, Terry (com és habitualment conegut) és admirat per especialistes d'àrees

matemàtiques ben llunyanes i que s'han anat distanciant històricament. En la més pura tradició de les grans figures de l'història de les matemàtiques, Terry assegura que

[...] tendeixo a veure les matemàtiques com un tot, i em sento particularment feliç quan tinc l'oportunitat de treballar en un projecte que involucra diverses àrees alhora.

Les contribucions matemàtiques de Terry, gairebé sempre en col·laboració amb altres investigadors i sempre originals i sorprenents, cobreixen un espectre amplíssim. En la seva conferència a l'ICM a Madrid en va triar una de les probablement més populars: l'existència de progressions aritmètiques arbitràriament llargues de nombres primers, un resultat obtingut amb Ben Green, una altra de les promeses més sòlides entre els joves matemàtics. El cèlebre teorema de Szémeredi, del 1975, estableix que qualsevol conjunt d'enters amb *densitat positiva* (asimptòticament conté una fracció positiva de tots els nombres) conté progressions aritmètiques arbitràriament llargues. Els nombres primers no satisfan aquesta condició de densitat. Per adaptar el resultat de Szémeredi als nombres primers, Tao va exposar en la seva conferència un principi filosòfic que, segons ell, l'ha guiat en molts dels seus treballs: cada problema matemàtic sol contenir una part estructurada i una part aleatòria que s'han de separar i tractar de manera diferenciada. Podreu seguir l'aplicació d'aquest principi en l'article de Martin Klazar publicat en un número recent del *Butlletí* de la SCM, sobre aquest resultat.

Una altra de les contribucions celebrades de Terry tracta les equacions no lineals de Schroedinger, equacions en derivades parcials que descriuen, entre d'altres, el fenomen de la propagació de la llum en els cables de fibra òptica. En col·laboració amb quatre matemàtics més, Colliander, Keel, Staffilani i Takaoka, l'anomenat *I-team*, ha donat resultats d'existència de solucions per a una d'aquestes equacions de Schroedinger, el coeficient no lineal de les quals descriu l'autointeracció de la llum en un medi com ara la fibra òptica (d'on ve el nom de *I-team*).

En relació amb l'anàlisi harmònica, una de les contribucions més apreciades de Terry trac-

ta el problema de Kakeya. Imagineu que voleu donar una volta de 180° a una agulla en el pla. Intuïtivament la regió del pla resseguida pel moviment és un cercle. El resultat sorprenent és que aquest moviment es pot fer en un regió d'àrea més petita que la d'un cercle, és més, en una regió d'àrea *arbitràriament* petita. El problema està ben entès en el pla, en el sentit que es coneix la dimensió fractal de l'àrea necessària (una mesura més precisa que l'àrea habitual) que és dos. El problema estava, però, completament obert en dimensions més grans que dos. Les contribucions de Terry en el cas n -dimensional del problema de Kakeya han fet veure les seves implicacions en nombrosos camps de l'anàlisi de Fourier o en l'estudi d'ones no lineals.

No s'acaba aquí la relació de contribucions fonamentals de Tao. En lloc de seguir llegint podeu consultar directament la seva sorprenent pàgina personal. Terry és un escriptor extremament prolífic. Quan li interessa un proble-

ma tendeix a donar la seva pròpia versió dels resultats més importants, i els posa a disposició del públic mitjançant la seva pàgina web. També hi posa el seu diari matemàtic personal ple de comentaris suggeridors. Per exemple, el 29 d'octubre de 2006 diu que acaba de revisar la seva versió sobre la prova de Perelman de la conjectura de Poincaré. A la seva pàgina podeu trobar també el capítol del llibre *Additive combinatorics* titulat «Santaló's inequality» entre els quatre capítols que finalment no han aparegut a la versió impresa.

Malgrat tot aquest poder intel·lectual, Terry és una persona senzilla, afable i de tracte normal. Fins fa poc mantenia a la seva pàgina web una extensa col·lecció de fotografies i comentaris filmogràfics de les seves actrius preferides del cinema que, potser a causa a la seva creixent popularitat personal, ha decidit eliminar.

Segurament se seguirà sentint parlar del personatge i de la seva obra en les properes dècades, segles i potser mil·lennis.

Oriol Serra
UPC

Wendelin Werner

Laudatio escrita i pronunciada per Charles M. Newman (Courant Institute of Mathematical Sciences, Universitat de Nova York, Nova York) a l'ICM06, i publicada a *Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Madrid 2006*, 1, European Mathematical Society Publishing House (ISBN: 978-3-03719-022-7). Traduïda al català per la redacció.



1. Introducció

Per a mi és un gran plaer el poder escriure aquest report sobre alguns dels resultats de recerca de Wendelin Werner que l'han dut a guanyar la Medalla Fields al Congrés Internacional dels Matemàtics de 2006. Hi ha diversos aspectes del treball de Werner que em satisfan especialment. Un d'ells és que es va formar com

a probabilista, i es va doctorar el 1993 sota la direcció de Jean-François Le Gall a París, amb una tesi sobre el moviment brownià al pla que, com veurem, té una gran influència en el seu treball posterior. Fins ara la teoria de la probabilitat no havia estat mai representada entre les medalles Fields, i per aquest motiu estic enormement satisfet de ser aquí com a testimoni d'aquest canvi en la història.

Originalment, no vaig formar-me en probabilitats, sinó en física matemàtica. Com veurem, el treball conjunt de Werner i els seus col·laboradors Greg Lawler, Oded Schramm i Stas Smirnov, conté aplicacions de la probabilitat i la teoria d'aplicacions conformes a qüestions fonamentals de la física estadística. Un segon motiu de satisfacció és la meua creença que aquest fet, juntament amb altres treballs recents, és un important pas més en la clara interacció en-

tre matemàtiques i física. És a dir, matemàtics com ara Werner no només troben demostracions rigoroses d'enunciats prèviament existents en la literatura física, sinó que van més enllà i aporten noves maneres conceptuals d'entendre els fenòmens bàsics, en aquest cas, una descripció geomètrica directa de l'estructura aleatòria intrínseca dels sistemes físics en els seus punts crítics (almenys en dues dimensions). La percolació n'és un exemple senzill, però important.

Permeteu-me un comentari més personal com a director del Courant Institute durant els quatre últims anys. Un dels nostres objectius, com ho fou del nostre institut predecessor a Göttingen, és l'eliminació de les distincions artificials entre la ciència matemàtica i les seves aplicacions a altres ciències. Crec que el treball de Wendelin Werner apunta brillantment cap a aquesta direcció.

Encara un tercer motiu de satisfacció és l'estil col·laboratiu de la major part del treball de Werner. Matemàtiques potents i boniques poden venir de diferents estils de treball personal. Però crec que un estil tan interactiu com és el de Werner, Lawler, Schramm i altres col·laboradors, d'una banda, beneficia l'esperit, i de l'altra, porta a un treball més rellevant que la suma de les seves parts. És un bon senyal veure un Medalla Fields guardonat per aquest estil de treball.

2. Camins brownians i exponents d'intersecció

L'àrea de la probabilitat que interactua més fortament amb la física estadística és la que s'ocupa dels processos estocàstics amb estructura espacial no trivial. Aquest camp, que també està relacionat amb finances, teoria de la comunicació i informàtica teòrica, entre altres matèries, té àmplies i interessants aplicacions i utilitza matemàtiques de gran categoria. Deixeu-me esmentar dos dels treballs de Werner del període 1998-2000. No només tenen un valor intrínsec, sinó que també foren precursors de les idees i els avanços posteriors en la comprensió dels sistemes crítics 2-dimensionals amb invariància (natural) conforme. (Hi hagueren, és clar, altres antecedents importants, com ara l'aproximació de Aizenman als *scaling limits* —vegeu, e. g., [1, 2]— i el treball de Kenyon sobre camins amb llaços esborrats i enrajolaments —vegeu, e. g., [13].)

El primer d'aquests dos treballs és un article de 1998 de Bálint, Tóth i Werner, [36]. La motivació va ser la construcció d'una versió contínua de l'anterior reticle de Tóth, la veritable passejada autorepulsora una estructura matemàtica prou bonica (versió ampliada d'una construcció feta per Arratia quasi vint anys abans, no publicada i gairebé oblidada) que unifica i reflecteix els camins brownians unidimensionals que, movent el temps endavant i enrere, omplen tot l'espai-temps bidimensional. En aquesta estructura apareix una corba (aleatòria) recobridora del pla, que és anàloga a la que va motivar Schramm en el seu article del 2000 en què va introduir la SLE, [33]. SLE és la sigla del que va ser originalment anomenat *evolució de Loewner estocàstica*, i que ara es coneix més com a *evolució de Schramm-Loewner*.

El segon treball consisteix en dos articles escrits en col·laboració amb Lawler els anys 1999 i 2000, sobre exponents d'intersecció browniana al pla [25, 27]. En el segon es demostra que tenim el mateix conjunt d'exponents, suposant només certes propietats d'invariància local i conforme. Aquesta va ser una idea fonamental que, combinada amb la introducció de la SLE per a l'anàlisi de fenòmens crítics 2-dimensionals, donà lloc a una remarcable successió de tres articles més dels anys 2001-2002 de Lawler, Schramm i Werner, [17, 18, 20], en els quals aportaven tota una sèrie d'exponents d'intersecció.

Per exemple, siguin $W^1(t), W^2(t), \dots$ moviments brownians independents al pla començant en diferents punts per a $t = 0$. Llavors, la probabilitat que les corbes aleatòries $W^1([0, t]), \dots, W^n([0, t])$ siguin disjunes és $t^{-\zeta_n + o(1)}$ quan $t \rightarrow \infty$, per alguna constant ζ_n .

Teorema 2.1. [18] Els exponents d'intersecció ζ_n per $n \geq 2$, són

$$\zeta_n = \frac{4n^2 - 1}{24}. \quad (1)$$

Aquesta fórmula va ser conjeturada anteriorment per Duplantier i Kwon a [12], i deduïda després per Duplantier [11] mitjançant uns càlculs no rigorosos basats en la gravetat quàntica 2-dimensional. Malgrat la simplicitat de la fórmula, abans de la introducció dels mètodes basats en la SLE, la seva obtenció amb tècniques de càlcul estocàstic convencional havia estat impossible.

3. Teoria de la probabilitat conforme

Des de l'any 2001 fins ara hi ha hagut un gran interès en l'aproximació SLE i les seves aplicacions. Per parlar-ne, primer farem una breu introducció a les SLE; [32, 38, 16] en són bones referències generals. Donats un domini de Jordan D en el pla complex, dos punts diferents a i b a la seva vora ∂D , i un paràmetre positiu κ , la SLE (cordal) amb paràmetre κ , denotada SLE_κ , és un cert camí continu aleatori (una corba, mòdul reparametrizació monotònica) a la clausura \overline{D} , començant en a i acabant en b . Quan $\kappa < 4$, SLE_κ és (amb probabilitat 1) un camí simple que només toca ∂D en a i b . Loewner, en un treball dels anys vint [28], va estudiar l'evolució de corbes no aleatòries de a a b , en termes d'una «funció conductora» real. Enviant de manera conforme D al semipla superior \mathbb{H} i reparametrizant adequadament, s'obté (per $\kappa \leq 4$) una corba simple $\gamma(t)$ en \mathbb{H} per $t \in (0, \infty)$ i aplicacions conformes g_t de $\mathbb{H} \setminus \gamma([0, t])$ a \mathbb{H} satisfent l'equació d'evolució de Loewner,

$$\partial_t g_t(z) = \frac{2}{g_t(z) - U(t)}, \quad (2)$$

amb funció conductora $U(t) = g_t(\gamma(t))$. SLE_κ correspon a l'elecció de $U(t)$ com la funció aleatòria $B(\kappa t)$, on B és el moviment brownià unidimensional estàndard. Quan $\kappa > 4$, es necessita fer algunes modificacions, però la fórmula (2) segueix sent vàlida, encara que per $\kappa \geq 8$ les corbes recobreixen el pla.

Tornem als avanços recents basats en SLE. Molts d'ells han estat motivats per resultats no rigorosos de la literatura sobre fenòmens crítics 2-dimensionals de la física estadística. Els punts crítics dels sistemes físics es donen típicament per a valors molt específics dels paràmetres físics, com els de quan s'acaba la corba de pressió de vapor en un sistema líquid/gas. Els sistemes crítics tenen propietats molt remarcables, ja que s'hi presenten macroscòpicament fluctuacions aleatòries que normalment només són observables a escales microscòpiques. Un fet relacionat és que moltes quantitats quan s'apropen al seu valor crític tenen un comportament exponencial, amb exponents no enters, anomenats *exponents crítics* (així com altres fets macroscòpics tals com els *scaling limits* que comentarem més endavant), els quals es creu que

satisfan «universalitat», és a dir models microscòpics diferents en el mateix espai dimensional han de tenir els mateixos exponents en els seus respectius punts crítics. A més, els sistemes crítics 2-dimensionals tenen una remarcable propietat addicional, que està al centre tant del tractament SLE com dels seus antecedents a la literatura física: la invariància conforme a escala macroscòpica.

Com en el cas dels exponents d'intersecció, molts dels resultats bidimensionals basats en la SLE van ser demostracions rigoroses dels valors que ja es coneixien mitjançant arguments no rigorosos, especialment els provinents del que s'anomena en la literatura física com a teoria del camp conforme, iniciada amb els treballs de Polyakov i els seus col·laboradors durant els anys setanta i vuitanta [31, 4, 5] –vegeu també [10, 30, 9]. En canvi, altres resultats són nous. Parlaré d'alguns amb més detall, però, com ja he dit, el que és particularment interessant és que l'aproximació basada en la SLE no és només una rigorització del que ja es coneixia en la literatura física, sinó també una aproximació conceptualment complementària a la de la teoria del camp conforme. Werner en particular ha insistit en la necessitat d'entendre aquesta relació. Això l'ha portat, per exemple, a centrar-se en la «propietat de restricció», com fa en l'article sobre la mesura conformement invariant sobre llaços autodisjunts [39]. Aquest article és un exemple del seu gran interès a estendre l'enfocament SLE original sobre corbes aleatòries en el cas de llaços aleatoris, encara, però, amb propietats d'invariància conforme, tant en el cas específic dels límits escalats de percolació [6, 7] com en els escenaris més generals de les sopes de llaços brownians [26, 37] i dels conjunts de llaços conformes estudiats per Scott Sheffield i Werner.

A continuació presento més exemples dels resultats obtinguts en els darrers sis anys.

4. La frontera browniana

Sigui $W(t)$ un moviment brownià al pla. El complement al pla de la corba $W([0, t])$ és una unió numerable de conjunts oberts, un dels quals és infinit; la frontera d'aquesta component infinita s'anomena la *frontera browniana*. Com a conseqüència de les relacions profundes que el moviment brownià al pla i els seus expo-

nents d'intersecció tenen amb la SLE_6 (vegeu [19, 23]), Lawler, Schramm i Werner obtenen el resultat següent, que demostra una famosa conjectura de Mandelbrot [29]:

Teorema 4.1. [21] La dimensió de Hausdorff de la frontera browniana planar és $4/3$.

5. Camins amb llaços esborrats

El teorema següent reflecteix informalment un altre conjunt de resultats que tracten de camins amb llaços esborrats i altres objectes aleatoris en reticles. Excepte en el cas de la percolació, que discutirem més endavant, aquests resultats sobre límits escalats continus, en els quals l'escala del reticle tendeix a zero, no es restringeixen a cap reticle particular.

Teorema 5.1. [24] Sigui D un domini de Jordan al pla; llavors els *scaling limits* dels camins amb llaços borrats aleatoris, l'arbre maximal uniforme aleatori i la corresponent corba densa en D són, respectivament, SLE_2 , un arbre continu basat en SLE_2 , i la SLE_8 que omple el pla.

Els límits escalats de models de reticles estan entre els resultats més interessants i, sovint, més difícils. Tractar-los bé requereix un gran domini de conceptes i tècniques de tres àrees diferents: geometria conforme (com en les evolucions de Löwner clàssiques amb funció conductora no aleatòria), anàlisi estocàstica (ja que per la SLE la funció conductora és un moviment brownià), i la teoria de la probabilitat per a models de reticles (e. g., camins aleatoris, o percolació, o models d'Ising. . .). El treball d'en Werner combina aquests tres ingredients amb una eficàcia admirable.

6. Percolació

Abans d'acabar, permeteu-me tractar un exemple més que demostra com poden interactuar les tres àrees esmentades: els *scaling limits* de percolació crítica 2-dimensional. La comunitat física ja coneixia (de manera no rigorosa) els valors dels exponents i, fins i tot, certa informació geomètrica sota la forma de fórmules específiques per a límits escalats de probabilitats de creuament entre trossos de les vores de dominis. Aquestes fórmules les va trobar Cardy [9] seguint la conjectura d'Aizenman, la qual

afirmava que havien de ser conformement invariants [15]. Però es tenia poc coneixement de la geometria dels límits escalats d'objectes com ara les vores dels *clústers*.

A [33], Schramm va argumentar que el límit d'una vora, anomenat el *camí d'exploració*, havia de ser SLE_6 . Llavors, Smirnov, per al reticle triangular, va demostrar [34] que (A) les probabilitats d'encreuament convergeixen a les fórmules de Cardy conformement invariants, i va esboçar un argument sobre com això podia portar a (B) la convergència de tot el camí d'exploració a SLE_6 , justificant a més que s'han de poder estendre aquests resultats a (C) un *scaling limit* complet per a la família de llaços de vores de tots els clústers. Llavors, a [35], Smirnov i Werner mostren alguns exponents de percolació, usant la convergència del camí d'exploració (B), mentre que a [22], Lawler, Schramm i Werner combinen el *scaling limit* complet (C) amb els arguments de percolació per obtenir un altre exponent que presentem més endavant.

La convergència de (B) i (C) es pot demostrar usant una quantitat considerable d'eines de percolació reticular [6, 7, 8], com a resultats de Kesten, Sidoravicius i Zhang [14] i d'Aizenman, Duplantier i Aharony [3]. Aleshores els resultats de Werner i coautors sobre l'exponent de percolació s'apliquen i donen un altre exemple excel·lent de com els tres ingredients mencionats anteriorment interactuen: el teorema següent demostra una conjectura de den Nijs i Nienhuis [10, 30].

Teorema 6.1. [22] En percolació crítica sobre el reticle triangular,

$$\text{Prob}[\text{diàmetre del clúster d'origen} \geq R] = R^{-5/48+o(1)}, \quad R \rightarrow \infty. \quad (3)$$

7. Conclusió

Acabo amb uns comentaris sobre models continus de la teoria de la probabilitat i les seves relacions amb altres àrees de les matemàtiques que es veuen exemplificades en el treball de Wendelin Werner. Tradicionalment, un dels principals enfocaments de la teoria de probabilitats, especialment a França, ha estat cap a objectes continus com són el moviment brownià i el càlcul estocàstic, amb les aplicacions a les equacions diferencials estocàstiques. Els que ens hem format en un context diferent, com ara

la mecànica estadística, de vegades veiem els models de reticles com a més «reals» o més «físics». Però això és una visió parcial. Són només els models continus amb propietats especials, com ara la invariància conforme en dues dimensions, els que relacionen la teoria de la probabilitat amb altres àrees desenvolupades de les matemàtiques. Aquestes relacions i interseccions han esdevingut d'importància creixent en els darrers anys, i aquesta tendència seguirà en el futur. Fins i tot per a aquell que estigui interessat en els models de reticle originals, és prou clar que les seves propietats, com ara els exponents crítics o l'universalitat crítica, no po-

den ser enteses sense una anàlisi profunda dels models continus que apareixen en els límits escalats. Gràcies al treball de Wendelin Werner, els seus col·laboradors i d'altres, hom pot dir que ara tots som «continuistes».

8. Referències

Per motius d'espai hem omès la llarga llista de referències d'aquest escrit; el lector interessat pot consultar l'article original a *Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Madrid 2006*, vol. 1, European Mathematical Society Publishing House, on les trobarà amb la mateixa numeració.

Premi Nevanlinna 2006: Jon Kleinberg



Al Congrés Internacional dels Matemàtics (ICM) celebrat a Madrid l'agost de 2006, Jon Kleinberg va rebre el Premi Nevanlinna. Aquest premi el va instaurar la International Mathematical Union (IMU) l'any 1982 i es concedeix a cada ICM, al mèrit de les contribucions en aspectes matemàtics de les ciències de la informació.

Els informàtics teòrics que han rebut prèviament el premi són: Robert Tarjan (algorísmia i teoria de grafs), Leslie Valiant (algorísmia i complexitat), Alexandre Razborov (complexitat), Avi Wigderson (complexitat i algorísmia), Peter Shor (computació quàntica) i Madhu Sudan (complexitat i teoria de codis). Una particularitat de tots ells és que treballen als EUA.

Malgrat els seus trenta-cinc anys, Jon Kleinberg té una extensa producció científica, gran part d'ella sense coautors. Com veurem, els seus articles tenen dues característiques: cobreixen un ampli espectre de l'algorísmia, i alguns dels seus treballs teòrics han tingut una aplicació pràctica a molt curt termini. Kleinberg té disponible, a la seva pàgina web, un ampli ventall de la seva producció científica <http://www.cs.cornell.edu/home/kleinber>.

Evidentment, aquest escrit té una intersecció important amb l'anunci oficial del premi que va aparèixer a la revista *Notices of the AMS* [9].

Jon Kleinberg va fer el doctorat al Departament de Computer Science al MIT, sota la direcció de Michel Goemans, sobre el tema de dissenyar algorismes per problemes del tipus *camins disjunts*. El problema bàsic és el següent: donada una xarxa, trobar els camins disjunts (que no intersectin) entre qualsevol parell de nodes a la xarxa. Es coneix que aquests problemes són NP-hard, la qual cosa implica que sota la hipòtesi plausible que $P \neq NP$, el problema no té solució eficient (que funcioni en temps polinòmic en la grandària de l'entrada) determinista [1]. El que Kleinberg va fer és dissenyar algorismes d'aproximació eficients, és a dir, algorismes que donen una solució *aproximada* a la solució òptima del problema i ho fan en temps polinòmic.

Al mateix temps que feia la seva tesi, Kleinberg va treballar en altres problemes. En particular, sobre el problema de trobar els veïns més propers a l'espai euclidià d -dimensional. Donat un conjunt $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ de punts a \mathbb{Z}^d i un altre punt $q \in \mathbb{Z}^d$, volem trobar el punt $p_i \in P$ més proper a q (en la distància ℓ_2). La solució a aquest problema es pot utilitzar com a tècnica per resoldre problemes en altres camps. Per exemple, donat un conjunt de dades, es pot representar cada dada com un punt a \mathbb{Z}^d (on d es el nombre de components de cada dada); aleshores comparar dades per veure (per exemple) el grau de similaritat és equivalent a

computar la distància com a vectors entre les dades. Abans de la contribució de Kleinberg, es coneixien algorismes per computar la distància entre punts a \mathbb{Z}^d , però aquests algorismes tenen una complexitat exponencial en d , que els fa eficients únicament per a valors petits de d . En algunes de les aplicacions d'aquest mètode de la distància mínima entre punts a \mathbb{Z}^d , com ara problemes de recuperació de la informació textual o biològica, d pot arribar a tenir valors de fins a 10^6 . L'aportació de Kleinberg va ser un algorisme eficient per aproximar el problema dels veïns més pròxims a \mathbb{Z}^d . El seu mètode consisteix a combinar, de manera molt astuta, les projeccions aleatòries dels vectors \mathbb{Z}^d a \mathbb{Z}^1 [2].

Les aportacions més conegudes de Kleinberg estan relacionades amb l'estudi de les xarxes complexes i, en particular, el web. L'any 1989 Tim Berners-Lee al CERN de Ginebra dissenyava la www (o web) perquè els investigadors del CERN poguessin compartir les dades de l'accelerador de partícules. Des d'aleshores el web ha crescut anàrquicament, però de manera molt autoorganitzada, fins que actualment un càlcul aproximat dona la xifra de 10^9 pàgines web. El web ha passat en disset anys a ser un element imprescindible en les relacions humanes. Recordem que la xarxa web és el graf on cada nus és una pàgina web, i les arestes dirigides són els hiperenllaços (*hyperlinks*) entre pàgines.² El creixement caòtic del web és a causa que cada usuari pot penjar tantes pàgines com vulgui, escriure en l'idioma que esculli, sobre el tema que prefereixi, i posar enllaços cap a qualsevol altra pàgina que desitgi. Cada pàgina pot tenir des d'uns quants caràcters fins a centenars de milers. Tot això dona una topologia al web que evoluciona i canvia dràsticament d'un dia a un altre. A mesura que la utilització del web es va estendre, es va fer palesa la necessitat de tenir procediments eficients de cerca d'informació en pàgines web. Al començament aquesta cerca es feia dissenyant petites peces de programari que anaven aleatòriament de pàgina en pàgina cercant la informació desitjada. La majoria de les pàgines explorades esdevenien inútils, des del punt de vista de la cerca que es feia, ja que no contenien cap informació rellevant. La gran aportació de Kleinberg va ser do-

nar importància a les connexions entre pàgines, a més dels seus continguts [2]. Kleinberg va introduir els conceptes de *pàgina autoritat* i de *pàgina distribuïdora (hub)*. Una pàgina autoritat és una pàgina web que conté informació precisa sobre un tema particular. Una pàgina distribuïdora és una pàgina web que té enllaços cap a moltes pàgines autoritat, sobre un tema determinat. Per exemple, si una persona cerca informació sobre el *teorema fonamental de l'àlgebra*, utilitzarà un cercador tipus Yahoo, Google o similars, i el resultat de la cerca és una pàgina distribuïdora, amb adreces ordenades per ordre de rellevància de pàgines autoritat, com ara la Viquipèdia, MathWorld i d'altres. Destaquem que una «bona» pàgina autoritat és una pàgina a la qual apunten molts hiperenllaços des de pàgines distribuïdores, mentre que una «bona» pàgina distribuïdora és aquella que apunta a moltes pàgines autoritat que siguin útils. Aquesta idea de la classificació de pàgines d'acord amb les connexions entre elles és molt intuïtiva, però a causa de la circularitat en les definicions de les pàgines autoritat i distribuïdores, la formulació matemàtica és complicada, i aquesta formulació és imprescindible per arribar a un mètode algorímic que al mateix temps identifiqui i avalui les pàgines autoritat i distribuïdores. L'aportació de Kleinberg va ser donar un marc formal a la relació entre la importància dels continguts de pàgines, utilitzant les pàgines distribuïdores i autoritat, i com a conseqüència produir un algorisme anomenat HITS (*hypertext induced topic selection*) per ordenar les pàgines per ordre de rellevància. Donat un tema de cerca, l'algorisme HITS funciona de la manera següent: primer fa una avaluació heurística sobre la qualitat de cada pàgina distribuïdora i de cada pàgina autoritat. A partir d'aquests primers valors aproximats, fa un procés iteratiu on a cada iteració alternativament refina l'ordenació o de les pàgines autoritat o de les pàgines distribuïdores, utilitzant els valors obtinguts per millorar l'ordenació de les pàgines a la iteració prèvia (vegeu [2, 6]). L'algorisme HITS és la base de la majoria dels cercadors de web que funcionen actualment.

L'altre tema de xarxes complexes on Klein-

²De la mateixa manera, els nusos de la xarxa Internet són les màquines i els servidors, i les arestes (no dirigides en aquest cas) són les connexions físiques entre màquines.

³El nom ha esdevingut tan conegut, que mantindrè el nom anglès.

berg té un paper molt important és el de les xarxes *small world*.³

El 1967 S. Milgram va realitzar l'experiment d'enviar una seguit de cartes des de Nebraska a Massachusetts, on la transmissió es feia via persones conegudes que es passaven la carta directament de mà en mà. Milgram va comprovar que, després de com a màxim quatre o cinc intermediaris, les cartes van arribar a la seva destinació. Va estendre l'experiment a altres tipus de xarxes socials, amb resultats semblants, i va concloure que en la majoria d'aquestes xarxes el diàmetre per anar d'un nus a un altre és com a màxim sis. Milgram va anomenar aquest fenomen *small world*. Els anys noranta es va observar experimentalment que aquesta propietat *small world* és una característica intrínseca de les xarxes complexes, i en particular que la distància mitjana (com a graf dirigit) entre dos nusos del web és setze.⁴ El 1998 Watts i Strogatz van presentar un primer model molt simple per explicar el fenomen *small world*. Però va ser el model de Kleinberg el que va donar l'explicació més acurada del fenomen *small world* a les xarxes sociològiques [3, 4]. En una xarxa sociològica els n nusos són persones, dues persones estan relacionades (amistat, coautors, etc.) si estan connectades per una aresta, i el grau de «proximitat» (veïns, treballen al mateix departament, viuen a la mateixa ciutat, etc.) és la distància a què està situat un nus respecte de l'altre. Al model original de Kleinberg el graf era un graella, on cada nus tenia connexions amb els quatre veïns, i dos nusos u i v (no veïns) estaven connectats amb probabilitat $d(u, v)^{-2}$, on d és la distància entre ells. Kleinberg va demostrar que per aquesta xarxa hi ha un algorisme, que pot portar una carta entre dues persones qualssevol a la xarxa, utilitzant com a màxim $\lg^2(n)$ intermediaris. Però el que és realment interessant és que també demostra que si la probabilitat de connexió per a distàncies grans ve donada per una distribució $d(u, v)^{-r}$ amb $r \neq 2$, aleshores no hi ha cap algorisme per passar un missatge entre dues persones qualssevol a la xarxa que ho faci en menys de $\Omega(n^c)$ on c depèn de la r que s'utilitza per a la probabilitat de tenir connexions llargues. Per tant, únicament amb la distribució $d(u, v)^{-2}$ podem assegurar l'efecte *small world*.

⁴Considerant el subgraf del web que és fortament connex, que correspon aproximadament a un 40 % del total del web.

És a dir, el resultat de Kleinberg ens diu que dues persones a una certa distància d , seran amics amb una probabilitat d^{-2} . El que sembla més important d'aquest resultat és el fet que s'ha postulat una llei sobre la natura de les relacions humanes, i la seva descoberta ha estat possible gràcies al raonament algorísmic. Recentment, Kleinberg ha impartit dues xerrades a Columbia i Berkeley on continua formulant nous resultats en el camp de la sociologia, obtinguts com aplicació del *mètode algorísmic* a diferents tipus de xarxes socials (vegeu [8] per a una petita ressenya de la xerrada a Columbia, i el bloc del 25/10/06 de Luca Trevisan, <http://in-theory.blogspot.com/>, per a una ressenya sobre la xerrada de Kleinberg a Berkeley). Reproduint directament la frase final de la ressenya feta per Trevisan:

Sovint he sentit dir que quan la biologia esdevingui una *ciència dura* amb un fort contingut de matemàtiques, la informàtica teòrica tindrà un paper fonamental en el desenvolupament de la futura biologia teòrica. El que no imaginava és que la mateixa sociologia es transformaria en una ciència dura i la informàtica teòrica tindria un paper clau en aquesta transformació.

A les actes de l'ICM celebrat a Madrid hi ha un article del mateix Kleinberg [5], on presenta una revisió molt ben feta dels seus resultats sobre *small world* i algunes conseqüències.

A més de les contribucions esmentades, Kleinberg ha treballat en un ampli ventall d'altres àrees en el camp de l'informàtica teòrica: problemes de congestió i encaminament de paquets en xarxes, protocols de comunicació en xarxes, mineria de dades, models evolutius, anàlisi de l'estructura de les proteïnes, algorismes en línia, etc. En total té més de vuitanta publicacions, i recentment, en col·laboració amb Eva Tardos, també a la Universitat de Cornell, ha publicat un llibre de text sobre algorísmia, que dona una visió diferent de la que la resta dels llibres de text fan [7].

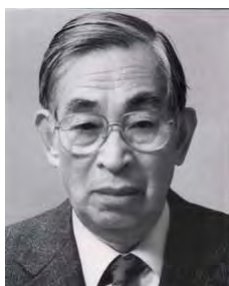
Referències

- [1] KLEINBERG, J. *Approximation algorithms for disjoint path problems*. PhD in Computer Science, Massachusetts Institute of Technology (1996).

- [2] KLEINBERG, J. «Authoritative sources in a hyperlinked environment». *Journal of the ACM*, 46, (1999). Versió conferència: SODA (1998).
- [3] KLEINBERG, J. *The small-world phenomenon: An algorithmic perspective*. *ACM Symposium on Theory of Computing*, 462–469, 2000.
- [4] KLEINBERG, J. «Navigation in the Small World». *Nature*, 406 (2000).
- [5] KLEINBERG, J. «Complex networks and decentralized search algorithms». *Proceedings of the ICM* (2006).
- [6] KLEINBERG, J.; LAWRENCE, S. «The structure of the Web». *Science*, 294 (2001).
- [7] KLEINBERG, J.; TARDOS, E. *Algorithm design*. 2a ed. Addison-Wesley, 2005.
- [8] LOHR, S. «Computing, 2016: What won't be possible?». *The New York Times* (31 d'octubre de 2006).
- [9] «The Nevanlinna Prize Awarded». *Notices of the AMS*, 53 (9), (2006): 1045–1047.

J. Díaz
UPC

Premi Gauss 2006: Kiyosi Itô



El genial Kolmogorov deia que els matemàtics de cada generació tenien un camp molt petit per treballar, limitat, d'una banda, pels problemes trivials que no tenien cap interès, i de l'altra, pels problemes tan difícils que eren impossibles de resoldre amb les matemàtiques del seu temps. Però caldria afegir que els matemàtics genials —i, sense cap dubte, en Kolmogorov ho era— són aquells que posen un peu en l'impossible. Kiyosi Itô va posar un peu en l'impossible diverses vegades durant la seva llarga vida professional i per aquest motiu ha rebut un ampli reconeixement de la comunitat matemàtica. Se li han atorgat nombrosos premis entre els quals destaca el Premi Gauss concedit al darrer Congrés Internacional dels Matemàtics celebrat a Madrid el passat mes d'agost.

Itô va néixer a l'illa japonesa de Honsu el 7 de setembre de 1915 i va estudiar la carrera de matemàtiques a la Facultat de Ciències de la Universitat Imperial de Tòquio (1935-1938). Si tenim en compte la guerra entre el Japó i la Xina de 1937 a 1945, la Segona Guerra Mundial, i els foscos anys de postguerra al Japó, hom pot imaginar que els seus primers anys de matemàtic varen ser força difícils. Entre els anys 1938 i 1942 va treballar al Servei d'Estadística Governamental; segons explica (vegeu

[3]), el director del Servei li deixava força temps per estudiar, i l'any 1942 va publicar dos treballs fonamentals: en el primer [4], que va ser la seva tesi doctoral, dona una interpretació profundíssima dels processos amb increments independents introduïts per P. Lévy, a la llum de certs resultats de J. L. Doob. Cal dir que en aquells anys la teoria de la probabilitat tot just començava a considerar-se com una part seriosa de la matemàtica, en lloc d'un recull de fórmules i trucs per al càlcul de probabilitats, i que els processos estocàstics estaven en la seva primera infància. Molt pocs matemàtics japonesos estaven interessants en aquesta teoria, i Itô, per compte propi, estudià a Lévy, Kolmogorov, Doob i Feller. Si en el primer article s'aprecia el nervi d'un matemàtic fora de sèrie, en el segon ([5]) ja hi brilla la genialitat: posa els fonaments de la integral estocàstica i de la fórmula de canvi de variables (actualment anomenats *integral i fórmula d'Itô*), que després comentarem. Aquests treballs varen tardar anys a ser estudiats amb l'atenció que mereixien: referint-se al segon article ([5]), Itô diu «quan es va publicar només el va llegir el meu amic Maruyama». Continuant amb la seva trajectòria professional, el 1943 va ser nomenat professor ajudant a la Universitat de Nagoya, on va coincidir amb K. Yosida i també amb S. Kakutani, que havia retornat a Osaka des de Princeton a causa de la guerra. L'any 1952 va ser nomenat professor a la Universitat de Kyoto, de la qual es va jubilar el 1979. Durant aquells anys va estar també a Princeton (1954-1956), Stanford (1961-1964), Aarhus (1966-1969) i Cornell (1969-1975); en aquestes visites va coincidir amb els millors probabilistes del moment: Chung, Doob, Dynkin,

Feller, el polifacètic Malliavin, McKean, Meyer, Neveu, . . . Diu que de tots ells va aprendre, però podem afegir que segur que també tots varen aprendre d'ell. Després de la seva jubilació a Kyoto, va ser professor a la Universitat Gakushuin de 1979 a 1985.

Si es llegeixen els seus treballs recollits en [3] hom veu que Itô va anar sempre tant al davant com al darrere dels seus contemporanis: al davant, obrint nous camins i atacant problemes al límit de l'impossible, i al darrere, posant el punt final a resultats dels altres. Potser de tots els treballs fonamentals d'Itô, els més interessants d'explicar, atès el seu ús en molts camps de coneixement, són els que tracten de la fórmula d'Itô i les equacions diferencials estocàstiques.

Començant pel principi, un procés estocàstic és un model matemàtic d'un fenomen que evoluciona aleatòriament al llarg del temps; per exemple, una persona que passeja per una ciutat i que a cada cruïlla elegeix si girar a la dreta o a l'esquerra tirant una moneda; el moviment d'aquesta persona es pot estudiar mitjançant les lleis de l'atzar. Així, es pot calcular la probabilitat que després d'un temps determinat estigui en un punt concret de la ciutat, el temps mitjà que tardarà a arribar a un barri determinat, etc. La millor manera de mirar-se aquest recorregut aleatori no és instant per instant (la persona tirant la moneda a cada cruïlla), sinó considerant el conjunt de tots els recorreguts possibles i definint-hi una probabilitat. Cada recorregut possible s'anomena *una trajectòria del procés estocàstic*.

El procés estocàstic que atrau l'interès d'Itô és un model del moviment brownià, que s'anomena *procés de Wiener* (o també, *moviment brownià*, però hi ha altres models del mateix fenomen, com ara el d'Ornstein-Uhlenbeck). Com és ben conegut, el moviment brownià, que no va ser descobert per Brown, és un moviment ràpid i altament irregular que es pot observar, tal com Brown va fer cap a l'any 1820, mirant amb el microscopi partícules de pol·len en aigua; al principi es creia que el moviment era degut al fet que les partícules de pol·len estaven vives, però Brown va comprovar també el moviment en partícules inorgàniques (per a tota aquesta història vegeu [6]). Durant la segona meitat del segle XIX molts científics varen treballar sobre el moviment brownià i va començar-se a forjar

l'explicació actual que el moviment és a causa del bombardeig de les molècules del líquid sobre la partícula de pol·len; però tot era força difícil d'expressar matemàticament i de comprovar experimentalment: la gran dificultat matemàtica era que «la trajectòria semblava que no tenia tangent» i, per tant, apareixen corbes contínues sense derivada en cap punt. Aquí cal citar L. Bachelier, que en un sorprenent llibre titulat *Théorie de la spéculation* (1900) va proposar un model per al moviment brownià i la seva utilització en finances, avançant-se setanta anys a la matemàtica financera que avui té tanta importància; però dissortadament va passar desapercbut. El següent pas fonamental el va donar Einstein el 1905, el seu any extraordinari. En un magnífic article [2] que té per objectiu «trobar fets que garanteixin tant com sigui possible l'existència d'àtoms de dimensions finites determinades», Einstein, que no coneixia el moviment brownià, el va descobrir teòricament i va explicar la seva naturalesa, amb un raonament (ahora físic i matemàtic) que esquiva la no-derivabilitat de la trajectòria. Alguns dels millors matemàtics de principis de segle XX, com ara Borel, Lebesgue o Lévy treballaven per donar forma matemàtica rigorosa a les conclusions d'Einstein sobre el moviment brownià, però va ser Norbert Wiener els anys 1923-1925 qui ho va aconseguir, definint una probabilitat a l'espai de les funcions contínues; aquests van ser uns resultats extremadament difícils i d'una importància cabdal. De fet, amb Wiener va començar la formulació matemàtica actual del moviment brownià. Finalment, les propietats més fines varen ser descobertes per Paul Lévy els anys 1930-1950.



Figura 1. Aproximació a una trajectòria browniana.

La formulació del procés de Wiener és, sense entrar gaire en detalls tècnics, la següent: el primer que es fa és separar el moviment de la partícula a l'espai en tres components indepen-

dents, una en cada direcció. Considerem així una partícula que es mou sobre un eix, i designem per $W(t)$ la posició de la partícula a l'instant t . Suposem que a l'instant 0 està a l'origen ($W(0) = 0$), i fem un gràfic temps-espai per seguir el moviment de la partícula. El dibuix no es pot fer, ja que, com hem dit, la corba no té derivada en cap punt, però una aproximació seria com la de la figura 1.

Però aquest gràfic és d'una de les infinites possibles trajectòries de la partícula, i, de fet, seria millor dir que hem representat la funció

$$W_\omega : [0, T] \longrightarrow \mathbb{R} \\ t \longrightarrow W_\omega(t)$$

on la variable $\omega \in \Omega$ es refereix al factor aleatori, al fet que representem una trajectòria escollida d'acord amb una probabilitat a Ω . El model suposa que si prenem n instants del temps, $0 \leq t_1 < \dots < t_n$, aleshores els increments $W(t_1), W(t_2) - W(t_1), \dots, W(t_n) - W(t_{n-1})$ són independents i que $W(t_i) - W(t_{i-1})$ és una variable normal de mitjana 0 i variància $t_i - t_{i-1}$. Així, es pot calcular, per exemple, la probabilitat que en determinat temps la partícula estigui en determinada zona.

Per continuar amb la nostra explicació ens calen unes nocions sobre la integral de Riemann-Stieltjes d'una funció respecte d'una altra (aquí comentarem una versió simplificada; per a la teoria general vegeu, per exemple, Apostol [1]). Siguin $h, g : [0, T] \rightarrow \mathbb{R}$ dues funcions, h contínua i g de variació fitada (per exemple, una funció monòtona o una funció amb derivada contínua en tots els punts). Aleshores es pot definir la integral $\int_0^T h(t) dg(t)$ de la manera següent:

$$\int_0^T h(t) dg(t) = \lim \sum_i h(s_i)(g(t_{i+1}) - g(t_i)), \quad (1)$$

on el límit es pren sobre qualsevol successió de particions de $[0, T]$ de la forma $0 = t_0 < \dots < t_n = T$, amb el pas tendint a zero, i $s_i \in [t_i, t_{i+1}]$. Aquesta integral té pràcticament totes les propietats de la integral ordinària de Riemann. De fet, quan g és diferenciable amb derivada contínua, la integral de Riemann-Stieltjes es redueix a una integral de Riemann,

$$\int_0^T h(t) dg(t) = \int_0^T h(t)g'(t) dt.$$

Un exemple que utilitzarem després és el següent: sigui $g(t)$ contínua de variació fitada, amb $g(0) = 0$. Llavors:

$$\int_0^T g(t) dg(t) = \frac{1}{2}(g(T))^2. \quad (2)$$

Ens interessa una integral del tipus $\int_0^T f(t) dW_\omega(t)$, però el plantejament anterior (en general) no funciona ja que $W_\omega(t)$ (amb ω fixat) té variació infinita. Wiener, però, en la seva construcció de la probabilitat a l'espai de les funcions contínues, va necessitar aquesta integral i la va definir mitjançant tècniques de probabilitats, és a dir, no fixant la ω , sinó (simplificant molt) utilitzant un límit semblant a (1) però en un sentit probabilístic, concretament en mitjana quadràtica; observem que el resultat de la integral és una variable aleatòria en lloc d'un nombre. Itô defineix una integral similar on permet que l'integrand sigui també un procés estocàstic (amb certes restriccions); concretament, defineix una integral de la forma $\int_0^T H(t) dW(t)$, on $H(t)$ és un procés estocàstic. Aquesta integral és lineal, però ja no segueix totes les regles habituals. Per exemple, a diferència de (2),

$$\int_0^T W(t) dW(t) = \frac{1}{2}(W(T))^2 - \frac{1}{2}T, \quad (3)$$

on el segon terme de la dreta apareix a causa de l'extrema irregularitat de les trajectòries brownianes; tècnicament, les trajectòries brownianes tenen variació de primer ordre infinita, però variació de segon ordre finita, mentre que el càlcul diferencial ordinari s'ocupa de funcions que tenen variació primera finita i variació de segon ordre zero.

Amb l'objectiu que aquesta integral sigui útil, Itô formula les regles de l'anomenat *càlcul estocàstic* que, com hem comentat, seran diferents de les del càlcul ordinari. Retornem per un moment a les funcions reals ordinàries i siguin $g : [0, T] \rightarrow \mathbb{R}$ una funció contínua i estrictament monòtona (llavors serà de variació fitada) i $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ una funció diferenciable amb derivada contínua. Aleshores una manera d'escriure la fórmula del canvi de variables (o la regla de la cadena) és

$$f(g(T)) = f(g(0)) + \int_0^T f'(g(t)) dg(t).$$

Per exemple, per a $f(x) = x^2$, la fórmula anterior dóna

$$(g(T))^2 = (g(0))^2 + 2 \int_0^T g(t) dg(t),$$

que quan $g(0) = 0$ coincideix amb (2). En el cas aleatori aquesta fórmula no és correcta, però Itô demostra que si $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ és dues vegades diferenciable, amb la segona derivada contínua, aleshores

$$f(W(T)) = f(0) + \int_0^T f'(W(t)) dW(t) + \frac{1}{2} \int_0^T f''(W(t)) dt,$$

on, la primera integral és una integral d'Itô (estem integrant un procés estocàstic) i la segona apareix a causa de la variació quadràtica del brownià. Aquesta és la famosa fórmula (o lema) d'Itô del canvi de variables. Així, per al cas $f(x) = x^2$ tenim, d'acord amb (3),

$$(W(T))^2 = 2 \int_0^T W(t) dW(t) + T.$$

(Recordeu que $W(0) = 0$). Finalment, afegim que la integral d'Itô permet donar un sentit rigorós a equacions diferencials de la forma

$$dX(t) = f(X(t))dt + g(X(t))dW(t),$$

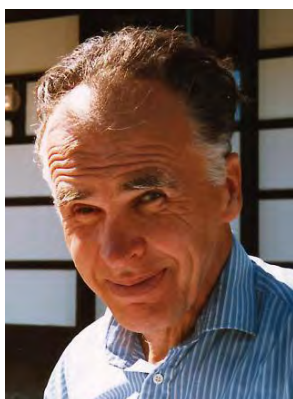
on f i g són funcions conegudes i $X(t)$ és el procés estocàstic incògnita. Informalment, a una equació diferencial ordinària li hem afegit un terme aleatori. Itô també es va ocupar d'aquestes equacions. Per a una introducció a les integrals d'Itô i les equacions diferencials estocàstiques vegeu, per exemple, Oksendal [7].

Referències

- [1] APOSTOL, T. M. *Análisis matemático*. Barcelona: Editorial Reverté, 1960.
- [2] EINSTEIN, A. «Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen». *Annalen der Physik*, 17 (1905), 549–560. Traducció al català a *Einstein en català*. Barcelona: Edicions de la Revista de Física, 1998.
- [3] ITÔ, K. *Selected papers*. Nova York: Springer, 1987. D. W. Stroock i S. R. S. Varadhan [ed].
- [4] ITÔ, K. «On Stochastic Processes (infinitely divisible laws of probability)». [Japó], *Journ. Math.* XVIII (1942), 261–301. Reproduït a [3].
- [5] ITÔ, K. «Differential equations determining a Markov process». *Journ. Pan-Japan Math. Coll.*, 1077 (1942). Reproduït a [3].
- [6] NELSON, E. *Dynamical theories of Brownian motion*. Princeton, Nova Jersey: Princeton University Press, 1972.
- [7] OKSENDAL, B. *Stochastic differential equations*. Springer, 1985.

Frederic Utzet
UAB

Premi Abel 2006: Lennart Carleson



El passat 23 de maig a la Universitat d'Oslo, el professor Lennart Carleson, un dels matemàtics més influents del segle XX, va rebre el Premi Abel 2006 pels seus profunds resultats en anàlisi harmònica i en sistemes dinàmics.

El Premi Abel de l'Acadèmia de Ciències i Lletres de Noruega fou atorgat per primer cop el 2003, en commemoració del dos-cents aniversari del naixement de Niels Henrik Abel, famós matemàtic d'aquesta nacionalitat, mort prematurament a l'edat de vint-i-sis anys. És considerat per molts com l'equivalent al Premi Nobel de Matemàtiques, encara que en això competeix amb un altre guardó de més llarga història (si bé de menor quantia econòmica), la Medalla Fields.

Durant els anys seixanta, Carleson completà el projecte iniciat més de cent-cinquanta anys abans per un matemàtic francès contemporani d'Abel: Jean Baptiste Fourier. Fourier participà a les campanyes de Napoleó a Egipte, com a amic personal i conseller seu. La seva aporta-

ció principal a les matemàtiques fou el treball «Théorie analytique de la chaleur».

Multitud de fenòmens naturals, com ara l'evolució de la calor en una barra o les ones del so, poden ser descrits amb una gràfica. Fourier afirmà que tota gràfica, per complicada que sembli, es pot descompondre en una suma d'ones elementals, anomenades *sinus* i *cosinus*. Si pensem en ones de so, cada sinus o cosinus representa un so pur, com el d'un diapasó ben afinat. Ja hi havia antecedents d'aquesta descomposició en els treballs de matemàtics del segle XVIII, per exemple Daniel Benouilli, però les aportacions de Fourier foren crucials per aclarir el seu significat. L'afirmació de Fourier podia ser interpretada en diversos sentits i fou tema de debat entre els matemàtics del seu temps, precisament en un moment en què l'anàlisi matemàtica passava per una fase de formalització. Molts, entre ells Lagrange, s'hi oposaren inicialment. El 1913 Lusin formulà el problema d'una manera molt precisa: tota gràfica contínua (en termes col·loquials «que és possible dibuixar amb un traç continu») es pot obtenir sumant una sèrie infinita de gràfiques d'ones elementals. Durant anys, les investigacions sobre el tema no varen donar cap resultat concluent, i sí bastants indicis en contra. El 1966, Carleson publicà la seva solució que, per sorpresa de molts, era afirmativa.

Per la seva extrema dificultat, la demostració d'aquest resultat va romandre com una illa dins l'anàlisi harmònica. Ha estat durant els últims deu anys quan la resta de matemàtics han començat a entendre-la i a ser capaços d'usar les tècniques de Carleson en els seus propis treballs.

Els sistemes dinàmics analitzen l'evolució al llarg del temps de diversos fenòmens, des de les fluctuacions d'una població, als mercats financers o a fenòmens meteorològics. En molts casos, aquests fenòmens tendeixen a una situació especial que rep el nom de *atractor*. Per exemple, un pèndol en un medi amb fricció va perdent amplitud en les seves oscil·lacions i tendeix a parar. Per contra, si afegim uns imans que atreguin el cap del pèndol, la seva evolució serà completament diferent. Depenent de la posició inicial des de la qual alliberem el pèndol, aquest serà atret per un dels imans. Canviant lleugerament aquest punt inicial, podem fer que el seu atractor canviï. Això és el que s'anomena un *sis-*

tema caòtic. L'existència de sistemes caòtics fou descoberta pel meteoròleg Edward Lorenz, del Massachusetts Institute of Technology (MIT), de qui es diu que, repetint una vegada una tasca del dia anterior, observà que els resultats es desviaven enormement dels previs. Aquest és el conegut efecte papallona: el simple moviment de les ales d'una papallona a Pequín el març pot influir sobre els huracans de l'agost a l'Atlàntic. Un dels més famosos sistemes caòtics fou proposat per l'astrònom Hénon. Se suposava que aquest sistema tenia un dels anomenats *atractors estranys*, conjunts complicats d'estructura fractal, dels quals hi ha boniques representacions gràfiques per ordinador, però que no es coneixen en detall. Benedicks i Carleson provaren l'existència d'aquest atractor, obrint el camí a l'estudi de sistemes dinàmics d'aquest tipus.

El treball de Carleson abasta també altres camps de l'anàlisi. Una de les seves fites en el camp de l'anàlisi complexa és el teorema de la corona. Aquest problema fa referència a una qüestió establerta com a conjectura pel matemàtic japonès Kakutani a principis dels anys quaranta. Malgrat que no tenia res a veure amb l'astronomia, el teorema rebé el seu nom per analogia amb la corona solar, l'anell de matèria incandescent que rodeja el Sol i que únicament es pot observar quan hi ha un eclipsi total de Sol. En aquest treball, Carleson definí les mesures, que ara es coneixen com a *mesures de Carleson*, que han resultat ser fonamentals tant en aquesta àrea com en la d'anàlisi harmònica. El seu treball amb Sjölin sobre multiplicadors de Fourier, o el seu estudi del comportament de les solucions de l'equació de Schrödinger per a temps petits (fonamental en la mecànica quàntica) han tingut una influència enorme en l'anàlisi. El segell d'un gran matemàtic és no solament la seva capacitat per vèncer un problema que s'ha resistit a les generacions prèvies, sinó també la seva capacitat per crear les eines que usaran les futures generacions.

Carleson ha rebut altres guardons internacionals, com ara el Premi Leroy P. Steele de la Societat Matemàtica Americana, el Premi Wolf en matemàtiques, la Medalla d'Or Lomonosov de l'Acadèmia de Ciències Russa, la Medalla Sylvester de la Reial Societat Londinenca, i la Medalla Celsius de la Reial Societat Sueca de Ciències. Durant més de quinze anys dirigí l'Institut Mittag-Leffler a Suècia, un dels cen-

tres d'investigació en matemàtiques més prestigiosos del món. Fou president de la Unió Matemàtica Internacional (IMU) i editor, durant més de vint anys, d'*Acta Mathematica*, sens dubte una de les més prestigioses revistes especialitzada en matemàtiques. Actualment és professor emèrit de la Universitat de Califòrnia a Los Angeles (UCLA) i del Reial Institut de Tecnologia (KTH) d'Estocolm. A més de ser un científic extraordinari, ha estat sempre preocupat per altres aspectes de les matemàtiques, com ara

la divulgació, la docència i la interacció entre ciència pura i aplicada. En el Congrés Mundial dels Matemàtics, l'ICM 2006, celebrat aquest estiu passat a Madrid, participà a la taula rodona que clausurava el congrés, i en la seva intervenció va assenyalar la importància d'aquests aspectes. Encara que Carleson ja havia visitat Espanya altres vegades, fou emocionant disfrutar un cop més de la senzillesa i la sensatesa d'aquest gran geni.

Ana Vargas
UAM

Parlem de llibres

Fa uns mesos, quan vaig llegir *La incògnita Newton*, la vaig trobar prou interessant i totalment adequada com a literatura de divulgació científica —com si fos una novel·la. Un d'aquests textos rars que poden tenir un paper molt important en l'apropament de la tasca matemàtica i de la personalitat dels matemàtics a la societat culta —de fet, a la societat lectora, en general. Aquesta hipòtesi —la importància que, en l'apropament del científic en general i del matemàtic, en particular, i de la seva tasca pot tenir la novel·la— la vaig exposar i defensar en l'encontre «Literatura i Matemàtiques» que va tenir lloc a l'IEC, l'any 2000, en ocasió de l'Any Mundial de les Matemàtiques.

Vaig parlar de la novel·la amb alguns companys del Departament de Probabilitat, Lògica i Estadística de la Universitat de Barcelona, i la vaig recomenar, com fa Richard Montgomery al final de la seva ressenya, com un entreteniment estiuenc, en moments de lleure, en els desplaçaments en avió per assistir a congressos i encontres.

Per això quan l'amic i col·lega Josep Maria Font Llovet em va demanar si volia traduir per a la *SCM/Notícies* de la Societat Catalana de Matemàtiques la ressenya que, Richard Montgomery havia fet d'aquesta novel·la al *Notices of the American Mathematical Society* (volum 53, número 9, octubre 2006), no m'hi vaig poder negar.

I no solament per la raó suava esmentada, sinó també, i d'una manera molt particular, per l'originalitat de la ressenya de la novel·la que fa Montgomery, usant-la de pretext per apropar-nos al problema dels tres cossos i qüestions encara ara obertes. És una ressenya molt adequada per als lectors del *Notices of the American Mathematical Society* i molt intel·ligent. Usa la novel·la, ben allunyada de la recerca matemàtica real, com un pretext per apropar-nos a alguns dels problemes matemàtics que el «problema dels tres cossos» ha suscitat, encara que només sigui de manera divulgadora, però amb rigor. A més, cap al final, conté una petita sorpresa: una felicitació d'aniversari. Considero sincerament —tal com em va posar en relleu en Josep Maria— que omple de satisfacció i d'orgull a tots els que som membres del cos docent i investigador de la UB i, voldria creure, de tots els centres docents i de recerca matemàtica de Catalunya.

Jo ara, en particular, vull afegir-me a la felicitació de Montgomery, encara que sigui amb retard. I ho vull fer perquè en la meua vida personal i professional ha estat un privilegi enorme haver-ne estat company d'estudis, a la Facultat de Matemàtiques durant els anys 1962-1967; haver coparticipat amb ell, l'homenatjat, juntament amb Pilar Bayer, Julià Cufí i Nadal Batle (1945-1997), a iniciar l'ensenyament de la matemàtica a la UAB, anys 1968-1971, aleshores

un projecte de futur que el temps ha omplert de sentit, de competència i de qualitat; haver impartit matemàtiques II, durant un parell o tres d'anys a la Facultat de Físiques de la UB; i, durant anys, i malgrat els estralls de la vida i

les diferències en el món real de la matemàtica que ens separen, haver-ne pogut ser col·lega i amic.

De tot cor, doncs, m'uneixo a les felicitacions de Richard Montgomery: felicitats, Carles!

The three body problem. A Cambridge mystery La incògnita Newton

Autor: CATHERINE SHAW

Editorial: Allyson & Busby, març 2005.

Traducció castellana d'Hernán Sabaté i Montserrat Gurguí

Roca Editorial de Libros, S. L. Barcelona, gener de 2006

ISBN-13: 978-84-96525-52-8 ISBN-10: 84-96525-52-X

Disposem d'almenys tres llibres titulats *The three body problem* [7], [9], i el llibre del qual estem fent la ressenya.⁵ En el darrer, tres matemàtics de Cambridge són assassinats amb poques setmanes de diferència. Tots tres treballen en el problema dels tres cossos i viuen a Cambridge, Anglaterra, pels volts del 1880. L'heroïna és una mestra d'escola amb interessos molt forts per les matemàtiques.

M'agrada la ciutat anglesa de Cambridge. M'agrada una bona història de misteri (de detectius). A més, he dedicat una dècada a treballar alguns aspectes del problema dels tres cossos. Per totes aquestes raons vaig pensar que aquest llibre em plauria.

L'estil em va decebre. Shaw l'escriu com un reguitzell de cartes que l'heroïna envia a la seva germana. La primera dotzena de cartes, si fa no fa, em van semblar fastigosament edulcorades. Em vaig sentir empresonat en una habitació victoriana, recarregada de cortinatges, tota empaperada de roses, amb coixins amb pelussa, i nines de porcellana d'un valor molt discutible. Estava lligat a una otomana, i el segrestador m'entatxonava la boca de crespells i pernil que m'impedien de poder cridar.

Tanmateix, però, l'estil és el que es correspon amb l'època. Si passo per alt l'estil (que dubtosament pot agradar a ningú), el text és històricament acurat. El misteri que s'hi desenvolupa és entretingut. La ciutat anglesa de

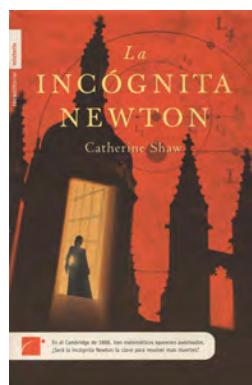
Cambridge hi és descrita amb molta vivesa. La personalitat i la sociologia dels matemàtics està ben reflectida. Les psicologies que guien els comportaments d'alguns dels membres de la nostra nissaga s'hi veuen reflectides amb una precisió sorprenent. L'egoïsmes, l'ansia per la reputació, i l'arrogància que trobem en els membres de la nostra professió s'entrecreuen clarament, i representen un o dos dels nostres trets més admirables. En les pàgines del llibre hi veig imatges de no pocs dels meus col·legues.

El mòbil dels assassinats de la novel·la és el Premi del Rei Òscar II, un prestigiós premi competitiu de matemàtiques que s'havia proposat l'any 1884. El rei de Noruega i Suècia Òscar II l'havia dotat econòmicament. Mittag-Leffler (de la Universitat d'Estocolom) era l'encarregat d'organitzar la competició. Poincaré guanyà el premi el gener de l'any 1889, després que els presumptament assassinats de la novel·la també hi haguessin concursat.

La història de la victòria de Poincaré és, fins i tot, més notable que la història de ficció dels assassinats. Poincaré guanyà el premi pel convenciment general que havia fet un avenç notable en la resolució del «problema». El seu treball, en forma de memòria, fou publicat a la revista *Acta*, una altra de les aventures conjuntes del rei Òscar II i Mittag-Leffler. Quan Phragmén repassava la memòria hi trobà un error molest. I quan Poincaré s'endinsà en

⁵Val a dir que, en traduir-lo al castellà, s'ha optat incomprensiblement pel títol *La incògnita Newton*. El títol original *El problema dels tres cossos. Un misteri a Cambridge*, com que es tracta d'una novel·la d'assassinats on moren precisament tres matemàtics reputats, constitueix un «joc de paraules» que, per desgràcia, l'encarregat de prendre la decisió del títol castellà no ha copsat. O bé, pitjor encara, creient que mantenir el títol original faria que el possible lector —i, de retruc, possible comprador— s'espantés perquè s'adonés que es tractava d'un problema matemàtic i no d'una novel·la de misteri —quelcom molt poc probable— i se n'allunyés perdent-se una venda i un lector potencials. (Nota del traductor.)

l'anàlisi de l'error, aquest va créixer de manera que el cor del seu treball es mostrà pendent de ser desentrellat. Amb la finalitat d'assolir la veritat que s'amagava darrere l'error, Poincaré posà al descobert el que avui coneixem com a *caos* en dinàmica no lineal —en especial en enreixats homoclíncics. Ja s'havia, però, editat i àdhuc s'havia distribuït un nombre limitat de còpies de l'*Acta*. Tot i això s'intentà ocultar l'error. Però finalment, més d'un any més tard, l'error fou corregit per Poincaré, i el manuscrit, ara ja correcte, fou publicat. Poincaré invertí tot el cabal del premi i una mica més a sufragar les despeses d'aquesta segona edició. De tot això, en traiem un ensenyament important: molt sovint els avenços es construeixen damunt d'errors molt seriosos! (Per a més detalls d'aquesta història consulteu, en particular, el llibre [1]. Altres fonts són el web: www-groups.dcs.standrews.ac.uk/~history/Biographies/Poincare.html i el llibre [3].)



Shaw fa una bona tasca quan descriu la història i l'esperit del problema dels tres cossos durant el temps del Premi del Rei Òscar II. No usa gaires matemàtiques, però això, en aquest context, és un encert. S'endinsa tanmateix, amb una mica de deteniment i detall, en l'estat de l'educació matemàtica i descriu un debat històric sobre aquesta qüestió en el qual Cayley tingué un paper d'allò més rellevant, un debat les idees bàsiques del qual sentim repetir una vegada i una altra fins als nostres dies.

Se m'ha fet pesat el temps dedicat a la primera tercera part del llibre, però, un cop superada, l'argument començà a mostrar-me de

quina manera els personatges de la història anaven prenent cos amb els seus defectes obsessius. Aleshores vaig començar a relaxar-me i a disfrutar de la novel·la. La meua esposa, amb molta més experiència que jo com a lectora d'obres de misteri, ràpidament va conjeturar el desenllaç. El desenllaç, però, pren un gir molt inspirat.

Si encara estàs llegint aquesta ressenya et considero una audiència captiva i miraré d'anar una mica més enllà pel que fa al problema matemàtic dels tres cossos. Quin és exactament el problema? Barrow-Green [1] l'enuncia sucintament: «Tres partícules es mouen a l'espai sota l'acció de l'atracció gravitacional que s'exerceixen mútuament. Donades les seves condicions inicials, determinar el seu moviment ulterior». Ara bé, el treball de Poincaré que guanyà el Premi del Rei Òscar II implica que el problema, enunciat en aquests termes, no té solució. Aquesta situació és similar a la de la demostració de Galois de la irresolubilitat de la quintica general. Normalment, les demostracions d'irresolubilitat d'un problema no clouen la història, ans al contrari, n'inicien una de molt més àmplia. La irresolubilitat del problema dels tres cossos,⁶ a través dels enreixats homoclíncics, i les tècniques desenvolupades per Poincaré precediren la teoria qualitativa dels sistemes dinàmics i, amb aquesta teoria, el problema dels tres cossos es transformà de la nit al dia en un univers complet de problemes.

Faré un esbós de tres problemes oberts que s'aixopluguen sota l'ombrel·la del problema dels tres cossos. Fan referència a la densitat, o ubiqüitat, de tipus diversos de solucions.

Probablement molts de nosaltres hem sentit a parlar de la conjectura de Poincaré referent a la topologia. Però Poincaré féu una altra conjectura, molt menys coneguda, però molt més oberta. L'altra conjectura de Poincaré afirma que les òrbites periòdiques són topològicament denses: a ϵ d'una solució i per a un interval de temps fitat, existeix una òrbita periòdica que fa ombra a la solució donada, a ϵ , durant l'interval de temps donat. Aquesta altra conjectura de Poincaré i la seva fe en la importància de les òrbites periòdiques ha estimulat una quan-

⁶De fet, es tracta d'una no-integrabilitat del problema i no pas d'una irresolubilitat, atès que, donades les condicions inicials, el problema és resoluble. Heus ací una altra analogia amb la irresolubilitat de la quintica que, d'acord amb el teorema fonamental de l'àlgebra, és resoluble —en el sentit que té solució, però la solució no és expressable per radicals. Hi ha, doncs, una limitació en la qüestió de la «resolubilitat»: on, com, amb quines eines, etc.? (Nota del traductor.)

titat enorme de recerca, inclosa la creació de l'homologia de Floer [4] per demostrar la conjectura d'Arnol'd referent a les fites inferiors topològiques del nombre d'òrbites periòdiques i als diversos i espectaculars contraexemples de fluxos que no tenen òrbites periòdiques (vegeu [6] i [5]).

Com hem establert, aquesta conjectura de Poincaré és falsa per al problema de tres cossos, però per una raó fàcilment evitable. Diem que un moviment és *fitat* si la distància entre els tres cossos es manté fitada com a funció del temps, i que és *no fitat* en altre cas. Les funcions periòdiques són fitades. Però hi ha conjunts oberts notables de solucions en els quals tots els moviments són no fitats. Naturalment, el problema dels tres cossos té dos invariants o constants del moviment: l'energia i el moment angular (totals). A l'espai de fases, hi ha funcions analítiques que són constants damunt de tota corba solució. Cada solució amb energia nul·la o positiva és no fitada. Per tant, estudiant aquesta conjectura de Poincaré hauríem de restringir-nos a solucions amb energia negativa. El camí estàndard del que queda de l'«altra conjectura» de Poincaré és que les solucions periòdiques són denses en el conjunt de les solucions fitades.

El segon problema obert s'inicià realment *abans* de l'altra conjectura de Poincaré. És cert que suficientment a la vora de tota solució fitada hi ha una solució no fitada? En altres paraules, els moviments no fitats són densos i, en conseqüència, els moviments fitats són no densos arreu? Si la resposta fos que «sí» i el nostre univers només estigués format pel Sol, la Terra i la Lluna movent-se d'acord amb les lleis de Newton en una òrbita fitada, aleshores si sotmetéssim la Lluna a una força arbitràriament petita, un dels tres cossos podria ser enviat a una distància infinitament allunyada dels altres dos. Michel Herman, a la conferència del Congrés Internacional de les Matemàtiques de 1998 anomena aquesta qüestió *el problema més antic dels sistemes dinàmics*.

El tercer problema obert és específic del problema pla dels tres cossos. Si excloem les col·lisions, aleshores l'espai de configuració del problema consta de tres còpies del pla menys les col·lisions i té el tipus d'homotopia d'una 2-es-

fera menys tres punts per una circumferència. La circumferència es genera quan fem girar de manera rígida el triangle format pels tres cossos. Si, seguint les petjades de Poincaré com és usual, ens interessem per les òrbites que no són absolutament periòdiques, sinó que són periòdiques mòdul una rotació rígida, podem ometre el factor circumferència. Ara estem buscant classes lliures d'homotopia de corbes sobre la 2-esfera menys tres punts. Aquestes classes són codificades per la seva seqüència d'eclipses (o *syzygy*). Un eclipse és una configuració col·lineal dels tres cossos. Els eclipses sense col·lisions van en tres colors —1, 2, 3, depenent de la massa que hi ha «al mig» de les altres dues en l'eclipse, com ara 1231212... , que estableix la llista d'eclipses a mesura que ocorren. Cada seqüència d'eclipses és realitzada per alguna solució? Si no, quines seqüències queden excloses? El conjunt de seqüències d'eclipses que es realitzen tenen densitat positiva en el conjunt de totes les seqüències d'eclipses possibles?

Tornant al segon i «més antic problema», per què no podem donar la resposta numèricament? No podríem prendre un programa numèric d'alta precisió, fer-lo córrer durant molt de temps i «veure» simplement si dóna estabilitat o inestabilitat? És a dir, basant-se en experiments numèrics d'aquest tipus, gairebé tots els astrofísics en pràctica es decanten per «no densos arreu»;⁷ i. e., de l'escapament eventual. Estadísticament, sembla que la majoria de les òrbites no són fitades; vegeu, per exemple, el capítol 7 de [9]. Però els esmentats experiments numèrics, en cap cas, no porten a demostracions ni tampoc a arguments convincents del problema més antic de tots. La dificultat d'encaminar els experiments cap a proves es troba en el teorema de KAM (Kolmogorov-Arnol'd-Moser) i en la naturalesa de la difusió d'Arnol'd. En mecànica celeste, i generalment en sistemes hamiltonians, no hi ha gairebé mai solucions que siguin estables en el sentit que s'estableix en un primer curs de sistemes dinàmics o d'equacions diferencials ordinàries. En comptes d'això, hem de conviure amb l'«estabilitat KAM» molt més feble. El teorema KAM afirma que, si una òrbita periòdica és linealment estable (el flux linealitzat sobre l'òrbita és estable) i si se satisfà una condició «de torsió» addici-

⁷Caldria aclarir si hem de dir «per a tot no densos», «no densos arreu», o «no densos enlloc». (Nota del traductor.)

onal (sobre derivades d'ordre superior del flux al llarg de l'òrbita), aleshores aquesta solució està envoltada per una família de tors invariants. Aquests tors són els famosos tors KAM. El flux sobre cadascun dels tors és quasiperiòdic, i tots tenen la meitat de la dimensió de l'espai de fases subjacent. Però els tors no omplen del tot l'espai de fases. Un entorn de l'òrbita és homeomorf a $D^n \times T^n$, on D^n és un n -disc i T^n és un tor n -dimensional. L'enter $2n$ és la dimensió de l'espai de fases i n s'anomena el *nombre de graus de llibertat*. Però, en aquest entorn, els tors KAM constitueixen un subconjunt de la forma $C \times T^n \subset D^n \times T^n$, on $C \subset D^n$ és un conjunt de Cantor que és no dens arreu, però de mesura positiva. Si $n = 2$, aleshores els tors KAM forcen l'estabilitat atès que els tors KAM tenen dimensió dos i es troben en una varietat de dimensió tres d'energia constant. En aquest cas, els tors envolten l'òrbita original i així bloquegen topològicament l'escapament de solucions properes. Però quan $n > 2$, no es presenta el bloqueig topològic. Les solucions poden «fugir pel voltant» dels tors KAM. Aquesta fuga és la difusió d'Arnol'd. Si la resposta del problema més antic fos «sí, les òrbites fitades són no denses arreu», aleshores la difusió d'Arnol'd entra en joc. Per què no podem constatar numèricament la difusió d'Arnol'd? En primer lloc, la densitat dels tors KAM s'apropa a 1 a mesura que ens apropem a l'òrbita original. En segon lloc, «les estimacions de Nekhoroshev» garanteixen que el «temps d'escapament» per a qualsevol òrbita de difusió d'Arnol'd es comporta com $p(\epsilon) = \exp(-1/\epsilon)$, on ϵ és la distància de la condició inicial a l'òrbita original.⁸ Aquest $p(\epsilon)$ és una funció plana: és a dir, el seu desenvolupament de Taylor és idènticament nul. En termes pràctics això indica que l'escapament és extremadament lent: que la nostra Lluna en procés d'escapament es mogui un radi lunar lluny de la Terra pot esdevenir més llarg que la història de l'Univers.

Conjecturo que em van oferir el privilegi de fer la ressenya d'aquest llibre per la nota de peu de pàgina que clou la novel·la. La nota ens adreça a una pel·lícula en Javascript realitzada pel professor Charlie McDowell de la Universitat de Califòrnia, Santa Cruz, on s'inclou una referència al meu article amb Alain Chenciner

sobre el problema dels tres cossos. Aquest treball era el redescobriment i la demostració rigorosa de l'existència d'una òrbita coneguda actualment com *el vuit*. Aquesta òrbita fou primerament establerta numèricament per Chris Moore [8] en un treball breu, molt bonic i refrescant. Alain Chenciner i jo [2] vàrem redescobrir el vuit de Moore i vàrem detallar les seves propietats de simetria i variacionals. Carles Simó va demostrar (numèricament) que el vuit és «estable de tipus KAM». (Estic escrivint aquesta ressenya durant el congrés pel seixanta aniversari d'en Simó. Felicitats, Carles!)

Quan estudiava la llicenciatura estava convençut que mai no treballaria en el problema dels tres cossos. Molts dels més prestigiosos matemàtics, ja morts, que han precedit la nostra promoció hi havien treballat. Com podia competir amb aquests vells prohoms? I, almenys tan important com això, com podia treballar en una àrea en la qual molts dels experts més reals ja ens havien deixat? No seria com treballar en una *morque*? Però vaig descobrir una comunitat investigadora molt activa en mecànica celeste matemàtica i una allau de problemes difícils que encara estaven vius. Aquest misteri d'assassinats m'ha retornat als vells dubtes sobre el problema dels tres cossos i sobre la cultura competitiva que generalment hi ha entre matemàtics. Un cop superada l'empalagosa dolçor de l'estil, em proporcionà un trencaclosques molt bonic i bones sensacions del passat, l'època del premi, i de Cambridge.

Aquest llibre pot ser una lectura estiuenca molt agradable, si desitgeu trencar amb la recerca o amb les ressenyes, o un obsequi d'aniversari o de Nadal per a un col·lega o un amic amb interès per les *mates*.

Referències

- [1] BARROW-GREEN, J. *Poincaré and the three body problem*. Providence, RI: American Mathematical Society; (History of Mathematics; 11). Londres: London Mathematical Society, 1997.
- [2] CHENCHER, A.; MONTGOMERY, R. «A remarkable periodic solution to the three-body problem in the case of equal masses». *Annals of Mathematics*, 152(3), (2000), 881–901.
- [3] DIACU, F.; HOLMES, P. *Celestial encounters. The origins of chaos and stability*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1996.

⁸De fet, el text original conté un error, probablement, de notació. L'expressió $p(\epsilon)$ del text indica la «velocitat d'escapament». El «temps d'escapament» vindria indicat per l'invers de $p(\epsilon)$. (Nota del traductor.)

- [4] FLOER, A. «Morse theory for fixed points of symplectic diffeomorphisms». *Bulletin of the American Mathematical Society*, 16(2), (1987), 279–282.
- [5] GINSBURG, V; GÜREL, B. Z. «A C^2 -smooth counterexample to the Hamiltonian Seifert conjecture in R^4 ». *Annals of Mathematics*, 158(3), (2003), 953–976.
- [6] KUPERBERG, K. «Counterexamples to the Seifert conjecture». *Proceedings of the International Congress of Mathematicians*. Vol. II. Berlín, 1998.
- [7] MARCHAL, C., *The three-body problem*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, B. V. Studies in Astronautics, vol. 4, 1990.
- [8] MOORE, CH. «Braids in classical gravity». *Phys. Rev. Lett*, 70 (24), (1993), 3675–3679.
- [9] VALTONEN, M.; KARTTUNEN, H. *The three-body problem*. Cambridge University Press, 2006.

Traducció de la ressenya per Josep Pla i Carrera: voldria agrair l'amabilitat de l'Antoni Benseny i de l'Ernest Fontich (UB), que han llegit la traducció, m'han indicat correccions d'estil que milloren sensiblement la claredat expositiva, però, molt més important encara, han corregit alguns errors d'interpretació que havia comès i que desvirtuaven el rigor de les parts més tècniques de la ressenya de Montgomery. Gràcies, amics!

Josep Pla i Carrera
UB

Webs de matemàtiques

El web de les corbes i superfícies

Coneixeu el problema de la braquistòcrona? La *braquistòcrona* és la trajectòria que ha de seguir un objecte amb pes i sense velocitat inicial per anar d'un punt a un altre, sense lliscar i sense fregament, amb l'única influència de la gravetat, de manera que el temps que trigui a arribar sigui el mínim possible. A primer cop d'ull, un s'imagina que la trajectòria en qüestió ha de ser una línia recta, però un petit estudi el convencerà que no és així: agafant una corba que sigui més vertical al començament per tal que l'objecte agafi velocitat més ràpidament, podem disminuir el temps invertit en el trajecte.

El problema de la braquistòcrona va ser plantejat per Newton el 1696, i diversos matemàtics el van resoldre, entre ells els germans Bernoulli, cosa que va originar una agra disputa entre ells. La corba en qüestió és un arc de cicloide i té la particularitat que per assolir el mínim temps possible d'un punt a l'altre la part final del trajecte es fa *cap amunt*. La boleta, viatjant per sobre d'un arc de cicloide, agafa tanta velocitat que la inèrcia la porta al punt desitjat, costa amunt, en el mínim temps possible. De fet, si agafem la braquistòcrona i la recta que uneix els dos punts, quan la bola

arriba a destí sobre la cicloide, la bola sobre la recta és gairebé a mig camí!

Per veure el dibuix comparatiu de la trajectòria del punt sobre la braquistòcrona i sobre el segment recte, us recomano que visiteu l'*Enciclopèdia de les formes matemàtiques remarcables* a www.mathcurve.com. Aquí l'autor, Robert Ferréol, professor de matemàtiques al Liceu Carnot de París, recull formes i formes d'objectes matemàtics remarcables, corbes planes, corbes a l'espai, superfícies, fractals, etc.

L'organització dels objectes és, òbviament, per categories, però dintre de cada categoria la podeu trobar o bé alfabèticament pel seu nom habitual, o bé per la forma. Per exemple, les corbes planes estan dividides en nou models, espirals, paràboles, catenàries, lemniscates, sinusoides, etc. És un plaer passejar per aquest web, i descobrir cada cop corbes i superfícies desconegudes, amb propietats increïbles! Per exemple, ja sabeu què és una estrofoide? I una peritrocoide? I el paraigua de Whitney, amb una equació tan senzilla com $x^2z = y^2$? Que hi ha de l'anticàustica? Tots aquests objectes i centenars més els podreu trobar a mathcurve.com, gràcies a Robert Ferréol.

Josep Burillo
UPC

Problemes

Una nova secció de problemes per al nou *SCM/Notícies* i, per començar, el nostre agraïment al treball dels lectors que col·laboren amb enunciats i solucions. Moltes gràcies!

Els dos primers problemes, **A73** i **A74**, continuen mostrant que la quantitat de coses que es poden arribar a proposar sobre l'aparentment humil triangle deu ser certament infinita... El tercer, però, és un bonic problema de probabilitats, proposat pel professor V. Diekert. Finalment, el quart, és el producte d'haver llegit malament un altre enunciat, i obtenir-ne un problema molt més bonic (i difícil) que el primitiu!

A l'apartat de solucions publiquem solucions a tres problemes, dues de les quals són de l'estudiant (i olímpic) Xavier Ros, a qui agraïm la seva feina i el seu interès. Les altres dues són de la mateixa redacció.

Finalment, el professor Miguel Àngel Acebo, de la URV, ens va fer notar una debilitat essencial a la solució ja publicada del problema **A68** que ens havia passat per alt i, per causa de la qual, demanem disculpes als nostres soferts lectors. Com a penitència, hem elaborat una solució d'aquest problema, construïda a partir de les observacions que aquest professor ens va fer. I, naturalment, també li donem les gràcies per la seva col·laboració amb el rigor d'aquestes pàgines.

Us recordem que el correu electrònic per als enviaments és `cromero@xtec.net` i que si escriviu en els formats \TeX o \LaTeX ens feu la feina més agradable i senzilla.

Problemes proposats

A73. (Proposat per la redacció.) Demostreu que, si a , b i c són els costats d'un triangle no degenerat, aleshores

$$a^2(b+c-a) + b^2(a+c-b) + c^2(a+b-c) \leq 3abc.$$

A74. (Proposat per la redacció.) Demostreu que un triangle $\triangle ABC$ és rectangle si, i només si,

$$\cos \frac{A}{2} \cos \frac{B}{2} \cos \frac{C}{2} - \sin \frac{A}{2} \sin \frac{B}{2} \sin \frac{C}{2} = \frac{1}{2}.$$

A75. (Proposat per V. Diekert.) En una presó hi ha cent presos condemnats a mort, numerats de l'1 al 100. El director de la presó els ofereix una última possibilitat de salvar-se, que consisteix en això: fa cent paperets amb cadascun dels números de l'1 al 100, i els col·loca aleatòriament dins dels cent calaixos (també numerats de l'1 al 100), un paperet a cada calaix, d'una calaixera que té al seu despatx. Mentrestant els presos són a les seves cel·les, totalment incomunicats del món exterior i entre ells. La prova consisteix en el fet que, per a cada $i = 1, \dots, 100$, seguirà els cinc passos següents:

- 1) Cridarà el pres i al seu despatx, tot sol;
- 2) li deixarà obrir els cinquanta calaixos que ell vulgui;

3) comprovarà si un dels calaixos oberts conté el paperet amb el número i ;

4) els tornarà a tancar tots; i

5) tornarà el pres a la seva cel·la sense deixar-lo parlar amb ningú.

La condició que posa és que, si tots els presos obren el calaix amb el seu propi número, aleshores, tots se salven, però, només que un pres falli, tots moren.

Un dels presos, que és matemàtic, de seguida s'adona que el director de la presó els està prenent el pèl. Obrint cinquanta dels cent calaixos a l'atzar, cada pres té probabilitat $1/2$ d'encertar el seu propi número i , per tant, les probabilitats que tot el col·lectiu se salvi són $1/2^{100}$, que és com dir que ja estan morts abans de començar la prova. Després de pensar una mica, fa una sol·licitud al director: «Podria parlar uns minuts amb la resta de presos abans de començar el procés?». El director (conscient que, de tota manera, $1/2^{100}$ és insignificantment petit), accepta i li concedeix uns minuts.

Sabrieu dir en quina estratègia està pensant el pres matemàtic, que aconsegueix augmentar fins a més del 30 % (sí, heu llegit bé, a més de 0,3!!) la probabilitat que tot el col·lectiu se salvi?

A76. (Proposat per la redacció.) Dues circumferències C_1 i C_2 , la primera de radi més gran que la segona, es tallen en els punts A i B . La recta r_1 , una de les dues tangents comunes a ambdues circumferències, té els respectius punts de tangència a P i Q , mentre que l'altra tangent

comuna, r_2 , els té a R i S . Heu de demostrar que els ortocentres dels triangles $\triangle APQ$, $\triangle BPQ$, $\triangle ARS$ i $\triangle BRS$ són els vèrtexs d'un rectangle i heu de determinar la posició relativa dels punts A i B respecte d'aquest rectangle.

Solucions

A67. (Proposat per la redacció.) Trobeu el lloc geomètric dels centres dels triangles equilàters inscrits a l'el·lipse

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Solució: (Solució de la redacció.) Siguin (m, n) les coordenades del centre del triangle, el qual també és el centre de la circumferència circumscrita que talla l'el·lipse a quatre punts: els tres vèrtexs del triangle i un altre punt de l'el·lipse. Aquest punts són les solucions del sistema:

$$\begin{aligned} \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} &= 1 \\ (x - m)^2 + (y - m)^2 &= r^2 \end{aligned}$$

En fer la substitució

$$y = b\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}$$

obtenim l'equació de quart grau

$$(a^2 - b^2)^2 x^4 - 4a^2 m (a^2 - b^2) x^3 + \dots = 0$$

i si x_1, x_2, x_3 i x_4 en són les arrels, aleshores

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = \frac{4a^2 m (a^2 - b^2)}{(a^2 - b^2)^2} = \frac{4a^2 m}{a^2 - b^2}$$

Però, si posem que x_1, x_2 i x_3 són les abscisses del centre del triangle, com que, a més, n'és el baricentre, resulta

$$x_1 + x_2 + x_3 = 3m$$

i, per tant,

$$3m + x_4 = \frac{4a^2 m}{a^2 - b^2}$$

o sigui,

$$x_4 = \frac{4a^2 m}{a^2 - b^2} - 3m = \frac{(a^2 + 3b^2) m}{a^2 - b^2}$$

Un càlcul del tot paral·lel dóna

$$y_4 = \frac{(3a^2 + b^2) n}{b^2 - a^2}$$

i com que el punt (x_4, y_4) és de l'el·lipse,

$$\frac{\left(\frac{(a^2 + 3b^2)m}{a^2 - b^2}\right)^2}{a^2} + \frac{\left(\frac{(3a^2 + b^2)n}{b^2 - a^2}\right)^2}{b^2} = 1$$

que dóna

$$\frac{m^2}{\left(\frac{a(a^2 - b^2)}{a^2 + 3b^2}\right)^2} + \frac{n^2}{\left(\frac{b(b^2 - a^2)}{3a^2 + b^2}\right)^2} = 1$$

que és una el·lipse.

A68. (D'una olimpíada brasilera.) Trobeu totes les solucions enteres i positives de l'equació

$$(m + 1)^n - 1 = m!$$

Solució: (Solució de la redacció, a partir de les observacions de Miguel Angel Acebo, URV.) Si $(m + 1)^n = 1 + m!$, és fàcil veure que $m + 1$ ha de ser primer perquè, en el cas contrari, hi hauria un primer, p , que dividiria a 1, cosa impossible. Amb $m + 1 = 2, 3, 5$ obtenim les solucions:

$$m = n = 1 \quad m = 2 \text{ i } n = 1 \quad m = 4 \text{ i } n = 2$$

Suposem ara que $m > 4$. Tenim:

$$\begin{aligned} m! &= (m + 1)^n - 1 = \\ &= ((m + 1) - 1)((m + 1)^{n-1} \\ &\quad + (m + 1)^{n-2} + \dots + (m + 1) + 1) = \\ &= m((m + 1)^{n-1} \\ &\quad + (m + 1)^{n-2} + \dots + (m + 1) + 1) \end{aligned}$$

o sigui,

$$(m - 1)! = (m + 1)^{n-1} + (m + 1)^{n-2} + \dots + (m + 1) + 1$$

i com que $(m+1)^k \equiv 1 \pmod{m}$

$$(m-1)! \equiv n \pmod{m} \quad (*)$$

Com que el nombre $m+1$ és primer i més gran que cinc, m ha de ser un nombre parell, o sigui, compost, el qual, com a conseqüència de ser més gran que 4, ha de ser un divisor de $(m-1)!$. Això i la congruència $(*)$ impliquen que m ha de dividir n i, per tant, que $m \leq n$. Però, aleshores,

$$(m+1)^n \geq (m+1)^m > m^m + 1 > m! + 1$$

que és una contradicció. En conseqüència, les úniques solucions de l'equació proposada són les que s'obtenen de $m = 1, 2, 4$ ja descrites.

Aquesta resulta ser, doncs, una demostració elemental d'un teorema de Liouville que diu que si p és un primer més gran que 5, aleshores $(p-1)! + 1$ no és l' n -èssima potència de p , per a cap nombre natural n .

A69. (Proposat a l'Olimpíada Matemàtica Internacional, Atenes, 12 de Juliol de 2004.) El triangle $\triangle ABC$ és un triangle acutangle amb $AB \neq AC$. El cercle de diàmetre BC talla els costats AB i AC respectivament en els punts M i N . El punt O és el punt mitjà del costat BC . Les bisectrius dels angles \widehat{BAC} i \widehat{MON} es tallen en el punt R . Cal demostrar que les circumferències circumscrites als triangles $\triangle BMR$ i $\triangle CNR$ tenen un punt comú al segment BC .

Solució: (Solució de Xavier Ros, estudiant a la FME de la UPC.) Siguin $A = \widehat{BAC}$, $B = \widehat{ABC}$ i $C = \widehat{ACB}$. Com que $OM = ON = OB = OC$, els triangles $\triangle OBM$, $\triangle OCN$ i $\triangle OMN$ són isòsceles i $\widehat{OMB} = B$, $\widehat{ONC} = C$ i $\widehat{MON} = 180^\circ - 2A$. A més, $\widehat{OMN} = \widehat{ONM} = A$ i OR talla perpendicularment MN del qual és la mediatriu.

Si tenim en compte que $\widehat{OMB} = B$ i $\widehat{OMN} = A$, aleshores $\widehat{AMN} = C$. D'altra banda, R és el punt de tall de la bisectriu de l'angle A amb la mediatriu de MN i, com que la bisectriu de l'angle A talla l'arc MN de la circumferència circumscrita al triangle $\triangle AMN$ en el seu punt mitjà, és clar que R és aquest punt, cosa que implica que $AMRN$ és un quadrilàter cíclic. Per tant,

$$\widehat{NMR} = \widehat{NAR} = \frac{A}{2}$$

és a dir,

$$\widehat{RMO} = \widehat{NMO} - \widehat{NMR} = \frac{A}{2}$$

i

$$\widehat{RMB} = B + \frac{A}{2}$$

Sigui P el punt de tall de AR i BC . En el triangle $\triangle APB$ es compleix que

$$\widehat{APB} = \widehat{RPB} = 180^\circ - \left(B + \frac{A}{2}\right)$$

i

$$\widehat{RMB} = B + \frac{A}{2}$$

i això implica que

$$\widehat{RMB} + \widehat{RPB} = 180^\circ$$

és a dir, que $PRMB$ és un quadrilàter cíclic.

De la mateixa manera, $PRNC$ també és un quadrilàter cíclic i, per tant, P està sobre les circumferències circumscrites als triangles $\triangle BMR$ i $\triangle CNR$ i, per tant, les dues circumferències es tallen sobre BC .

A70. (Proposat per José Luis Díaz-Barrero, UPC.) Siguin A_1, A_2, \dots, A_n els vèrtexs d'un polígon convex i sigui M qualsevol punt interior al polígon. Si M_1, M_2, \dots, M_n són les projeccions respectives del punt M sobre els costats $A_1A_2, A_2A_3, \dots, A_nA_1$, proveu que

$$\left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{A_k A_{k+1}^2}\right) \left(\sum_{k=1}^n \overline{A_k M_k}^2\right) \geq \frac{n^2}{4}$$

amb el benentès que $A_{n+1} = A_1$.

Solució: (Solució de Xavier Ros, estudiant a la FME de la UPC.) Com que

$$\overline{A_k M_k}^2 + \overline{M_k M}^2 = \overline{MA_k}^2$$

i

$$\overline{M_{k-1} A_k}^2 + \overline{M M_{k-1}}^2 = \overline{MA_k}^2$$

aleshores,

$$\sum_{k=1}^n \overline{A_k M_k}^2 = \sum_{k=1}^n \overline{M_k A_{k+1}}^2 \quad (*)$$

D'altra banda, si apliquem la desigualtat de Cauchy, obtenim que

$$\left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{A_k A_{k+1}^2}\right) \left(\sum_{k=1}^n \overline{A_k M_k}^2\right) \geq \left(\sum_{k=1}^n \frac{\overline{A_k M_k}}{A_k A_{k+1}}\right)^2$$

i, a més, si fem servir (*) i, novament, la desigualtat de Cauchy, obtenim:

$$\begin{aligned} & \left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{A_k A_{k+1}} \right) \left(\sum_{k=1}^n A_k M_k^2 \right) \\ &= \left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{A_k A_{k+1}} \right) \left(\sum_{k=1}^n M_k A_{k+1}^2 \right) \\ &\geq \left(\sum_{k=1}^n \frac{M_k A_{k+1}}{A_k A_{k+1}} \right)^2 \end{aligned}$$

Però, com que

$$\sum_{k=1}^n \frac{A_k M_k}{A_k A_{k+1}} + \sum_{k=1}^n \frac{M_k A_{k+1}}{A_k A_{k+1}}$$

$$= \sum_{k=1}^n \frac{A_k A_{k+1}}{A_k A_{k+1}} = n$$

aleshores un dels dos sumands de l'esquerra ha de ser més gran o igual que $\frac{n}{2}$ i, per tant,

$$\left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{A_k A_{k+1}} \right) \left(\sum_{k=1}^n A_k M_k^2 \right) \geq \left(\frac{n}{2} \right)^2 = \frac{n^2}{4}$$

com volem demostrar.

Observem que la igualtat es verifica si, i només si, M_k és el punt mitjà de $A_k A_{k+1}$ per tot k .

Carles Romero
IES Manuel Blancafort, la Garriga

Tesis

- MERCÈ CLAVEROL AGUAS va llegir la seva tesi, dirigida per Ferran Hurtado Díaz i Manuel Abellanas Oar, titulada *Problemas geométricos en morfología computacional*, el dia 16 de novembre de 2004. La tesi correspon al Departament de Matemàtica Aplicada IV de la Universitat Politècnica de Catalunya.



Aquesta tesi es divideix en dues parts. La primera part conté l'estudi de tres pesos o profunditats, associats a conjunts finits de punts en el pla: el pes definit per les capes convexes, *convex depth* (introduït per Hubert, 1972, i Barnett, 1976), la separabilitat lineal, també coneguda com *location*, *halfspace* o *Tukey depth* (Tukey, 1975) i el pes Delaunay. De la noció de pes, s'obté una estratificació dels conjunts de punts en el pla en capes i una partició del pla en regions o nivells. Les fronteres dels nivells són conegudes per *depth contours*. Es defineixen els conceptes de *capa* i *nivell* en els tres pesos assenyalats i s'estudien propietats i complexitats. Chazelle va obtenir un algorisme per calcular en temps òptim les capes convexes, que coincideixen amb les fronteres dels nivells convexos. En aquesta tesi, per als pesos de separabilitat lineal i Delaunay, es proporcionen algorismes d'obtenció, tant de capes com de nivells, i de

càlcul del pes d'un punt nou que s'incorpori al conjunt donat. De manera independent, han estat obtinguts pel pes de la separabilitat lineal els algorismes de construcció dels nivells, *location depth contours*, i el de càlcul del pes d'un punt nou, per Miller *et al.* (2001).

Per als tres pesos mencionats, s'analitzen arbres generadors, poligonitzacions o triangulacions, amb pes mínim, on el pes s'ha considerat com la suma dels pesos de les arestes de tals estructures. S'obtenen propietats generals entorn de la caracterització d'aquestes estructures i algorismes d'obtenció per a alguna d'elles.

Es defineixen dos pesos relacionats amb la separabilitat mitjançant cunyes: el pes segons dominació isotètica i la separabilitat α . En ambdós, es donen algorismes per al càlcul dels pesos dels punts d'un conjunt donat. La separabilitat α està estretament relacionada amb l'enumeració eficient de (α, k) -sets. Es realitza

un estudi combinatori del conjunt de (α, k) -sets per a conjunts de punts en el pla i es descriuen algorismes de construcció de tots els (α, k) -sets en cadascun dels quatre casos possibles, segons siguin, α o k , fixos o variables.

En la segona part, es tracten diversos problemes de transversalitat. S'obtenen resultats sobre la caracterització de les permutacions realitzables, tant com polígons simples, com convexos, sobre arranjaments de rectes.

- GISELA PUJOL VÁZQUEZ va llegir la seva tesi, dirigida per José Rodellar i Josep Maria Rossell, titulada *Contribució al control fiable de sistemes interconnectats amb incerteses*, el dia 19 de novembre de 2004. La tesi correspon al Departament de Matemàtica Aplicada III de la Universitat Politècnica de Catalunya.



En aquesta tesi, presentem una solució per a dos problemes rellevants en la teoria de control: el problema del cost quadràtic garantit i el problema del control H_∞ , per a un cert tipus de sistemes. Considerem els sistemes interconnectats lineals amb incerteses, sota la presència de fallades en els actuadors, i dissenyem controls descentralitzats que, a més a més d'assegurar estabilitat, resolen aquests dos problemes. Treballem amb tres models diferents d'incerteses: incerteses normades o acotades, incerteses definides sobre un polítop i incerteses que segueixen el model multiconvex. El model de fiabilitat emprat permet plantejar-se tant una fallada total en l'actuador com una fallada parcial. Els dos problemes tractats són:

- Problema del control RGC. Sintetitzar el control fiable sota fallada en els actuadors, que assegura estabilitat i garanteix un cert grau de rendiment o de cost, calculant una cota mínima per a la funció de cost.
- Problema del control robust. Dissenyar el control que assegura estabilitat interna sota pertorbacions en el sistema, i permet obtenir una cota per a la relació entre la pertorbació i la sortida controlable. Es considera la norma H_∞ del sistema, que representa l'increment màxim en energia, entre l'entrada i la sortida del sistema.

A l'hora de dissenyar ambdós controls, utilitzem les tècniques donades per les inequacions lineals matricials (LMI), que permeten una fàcil implantació numèrica. Així doncs, a part de

Per a col·leccions de segments en el pla, es defineixen cunya i cercle transversals separadors. Es realitza una anàlisi de l'ordre d'aquests elements transversals separadors i s'obtenen diversos algorismes de decisió d'existència dels mateixos i construcció de tots ells. Per a col·leccions de cercles, també es defineix el cercle transversal separador i s'obté un algorisme d'existència i construcció d'aquests cercles quan tots tenen el mateix radi.

tractar els problemes de la llei RGC i del control robust, hem determinat una relació general entre inequacions matricials lineals i no lineals, que permet obtenir caracteritzacions LMI per a un gran ventall de problemes de teoria de control. Les LMI que hem obtingut separen les dades del problema i les variables de disseny, i permeten una resolució menys restrictiva. En particular, faciliten l'ús de funcions de Lyapunov paramètriques que asseguren l'estabilitat del sistema quan una funció no paramètrica no arriba a fer-ho. La formulació per mitjà de les tècniques LMI ens ha permès obtenir implantacions numèriques efectives, així com relaxacions en les condicions d'estabilitat.

En el cas del problema del control RGC, trobem que quan es consideren fallades en el sistema, el model d'incerteses es veu reduït en certa manera, també perd llibertat en la definició de la funció de cost. Un cop sintetitzat el control RGC, presentem dues maneres que permeten obtenir una cota òptima del cost garantit, així com treure'n la dependència respecte de les condicions inicials. Hem dut a terme exemples numèrics que mostren l'eficiència dels mètodes enunciats, tractant els models d'incerteses normat i politòpic. Els resultats s'han obtingut usant el Toolbox LMI Control del programa Matlab.

El segon problema que ens plantegem és el del control estàtic realimentat per l'estat, tal que la norma H_∞ del sistema es troba acotada. Aquest fet assegura que l'efecte de pertorbacions en el sistema està dins de marges desitjats.

A més a més, la síntesi obtinguda és independent del model d'incerteses i, en el cas dels models normat i politòpic, hem obtingut una caracterització LMI. També fem un breu estudi

del control robust realimentat per la sortida, obtenint una caracterització en termes LMI, en el cas que no se suposin errors en la mesura de la sortida.

- MARIA TERESA GRAU MONTAÑA va llegir la seva tesi, dirigida per Javier Chavarriga Soriano i Héctor Giacomini, titulada *Contribution to the qualitative study of planar differential systems*, el dia 17 de desembre de 2004. La tesi correspon al Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona.



La tesi versa sobre la teoria qualitativa dels sistemes diferencials en el pla i cada capítol conté un aspecte diferent. A la introducció, es dóna un resum dels resultats més coneguts i s'hi introdueix la notació que es fa servir al llarg de la tesi. En particular, s'hi estudia el problema de la integrabilitat i alguns resultats sobre la determinació de l'estabilitat d'un punt singular o d'una òrbita periòdica a fi de presentar els darrers capítols. El problema de la integrabilitat es defineix com el problema de trobar la integral primera d'un sistema d'equacions diferencials en el pla i determinar la classe funcional a la qual pertany. Els capítols 2 i 3 tracten el problema de la integrabilitat.

En el capítol 2 es dóna un resultat que permet trobar una expressió explícita per a una integral primera d'un cert tipus de sistemes polinomials. Mitjançant un canvi racional de variables, fem correspondre a una equació diferencial lineal homogènia de segon ordre: $A_2(x)w''(x) + A_1(x)w'(x) + A_0(x)w(x) = 0$, els coeficients de la qual són polinomials, a un sistema diferencial polinomial pla. Provem que aquest sistema té un invariant per a cada solució arbitrària no nul·la $w(x)$ de l'edo de segon ordre, que, quan $w(x)$ és un polinomi, dóna lloc a una corba algebraica invariant. A més, donem una expressió explícita per a una integral primera del sistema construïda a partir de dues solucions independents de l'edo de segon ordre. Aquesta integral primera no és, en general, una funció Liouvilliana. Finalment, verifiquem que tots els exemples coneguts de famílies de sistemes quadràtics amb una corba algebraica invariant de grau arbitràriament alt es poden descriure mitjançant aquesta construcció (mòdul transformacions biracionals).

En el capítol 3, les corbes algebraiques invariants d'un sistema diferencial polinomial pla tenen el paper fonamental. Si un sistema dife-

rencial polinomial pla té una corba algebraica invariant irreductible, aleshores els valors del seu cofactor en cadascun dels punts singulars no degenerats estan determinats. De fet, aquest valor és una combinació lineal a coeficients naturals dels valors propis associats al punt singular no degenerat. Aquests coeficients naturals es poden determinar completament en alguns casos depenent de la natura del punt singular. Així mateix, els punts de l'infinit també es poden tenir en compte. Un cop considerem el sistema en el pla projectiu complex, el grau d'una corba algebraica invariant esdevé un paràmetre del seu cofactor. Si considerem un sistema de grau d , aleshores té $d^2 + d + 1$ punts singulars (comptats amb la seva multiplicitat) i el cofactor d'una corba algebraica invariant té grau pel cap alt $d - 1$. Procedim de la manera següent: prenem un polinomi de grau $d - 1$ amb els seus $d(d+1)/2$ coeficients arbitraris i suposem que és el cofactor d'una corba algebraica invariant irreductible de grau n . Aleshores, imposem totes les condicions que ens donen els punts singulars no degenerats. En el cas general, imposem $d^2 + d + 1$ condicions i, així, podem determinar completament el cofactor i el grau de la corba, l'existència de la qual es pot determinar resolent un sistema d'equacions lineal, o trobem una condició d'incompatibilitat. D'aquesta manera, en general, podem determinar l'existència de totes les corbes algebraiques invariants d'un sistema.

El capítol 4 tracta sobre l'estabilitat d'una òrbita periòdica d'un sistema diferencial pla. Suposem que $f(x, y) = 0$ és una corba invariant irreductible que conté l'òrbita periòdica. Provem que les integrals sobre l'òrbita periòdica de la divergència i del cofactor coincideixen. Així, podem decidir sobre l'estabilitat de l'òrbita periòdica mitjançant la integració del cofactor sobre aquesta.

En el capítol 5, donem una aplicació dels resultats descrits en els capítols 3 i 4. Considerem els sistemes quadràtics amb un cicle límit algebraic coneguts fins al moment de la redacció d'aquesta tesi. Aquests cicles límit algebraics estan continguts en corbes algebraiques invariants de grau 2, 4, 5 i 6 i algunes d'aquestes famílies de sistemes quadràtics són biracionalment equivalents. Aplicant el mètode descrit en el capítol 3, mostrem que la corba algebraica invariant que conté el cicle límit és l'única corba algebraica invariant del sistema. Aprofitem aquest resultat per provar que aquests sistemes no tenen integral primera Liouvilliana. I aplicant la fórmula donada en el capítol 4, provem que aquests cicles límit algebraics són hiperbòlics.

El capítol 6 tracta sobre l'estudi i les propietats de la funció període associada a un punt

singular amb part lineal de tipus centre-focus. Com que el punt singular és sempre monodròmic, donada una secció transversal al flux amb el punt singular com a extrem, podem definir l'aplicació de Poincaré i la funció període associades a la secció. Diem que el punt és isòcron si podem trobar una secció tal que la seva funció període associada és constant. Aquesta definició generalitza la definició usual donada per centres a punts singulars qualssevol amb part lineal de tipus centre-focus. Caracteritzem aquesta propietat mitjançant simetries de Lie i formes normals, tot generalitzant els procediments coneguts per centres. Així mateix, donem un exemple d'una família de sistemes depenent d'un paràmetre real, que el seu origen és un punt singular amb part lineal de tipus centre-focus i que no és un punt isòcron per cap valor del paràmetre.

- GABRIELA LILIANA DAMILANO SCARPINELLO va llegir la seva tesi, dirigida per Pere Puig i Casado, titulada *Modelos de localización y escala. Algunas consideraciones teóricas y aplicaciones a pequeñas muestras*, el dia 14 de juliol de 2005. La tesi correspon al Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona.



La tesi se centra principalment en l'estudi de les característiques i els procediments d'inferència d'uns destacats representants de les famílies de grups de transformacions: els models de localització i escala. D'una banda, es caracteritzen tots els models de localització simètrics per als quals una combinació lineal de la mitjana i mediana mostrals és un estimador asimptòticament eficient del paràmetre de localització. El model resultant, a tres paràmetres, pot entendre's com una distribució normal truncada simetritzada. Es presenten, a més, dos mètodes alternatius per estimar els paràmetres que, per les seves propietats asimptòtiques, resulten bons competidors dels estimadors de màxima versemblança (EMV): un basat en «la curiositat empírica» que es destaca per la seva senzillesa de càlcul i un «algorisme» iteratiu que pot implantar-se fàcilment usant programari estàndard que treballi amb la distribució normal truncada simple. També es realitzen estudis basats en simulacions a fi de comparar el comportament dels distints estimadors quan la grandària mostral és petita. Al estendre aquest resultat al cas particular de l'esti-

mador de Hodges-Lehmann, es caracteritza la distribució logística com l'únic model de localització simètric per al qual aquest estimador és asimptòticament eficient. D'altra banda, s'investiguen els procediments d'inferència en models de localització i escala en presència de censura de tipus I (*time censored*) i es demostra una condició suficient per a la unicitat de l'EMV. A més, s'aplica l'estadístic Z^* de Barndorff-Nielsen, basat en l'aproximació asimptòtica d'ordre superior Saddlepoint, per a l'estimació per intervals de la mitjana poblacional de la distribució normal i el paràmetre d'escala de la distribució valor extrem (Log-Weibull); així mateix, i mitjançant simulacions, s'estudia el seu comportament per a petites mostres. En l'extensió al cas de dues mostres es considera la comparació de mitjanes per a mostres aparellades i independents (problema de Behrens-Fisher) i la comparació dels paràmetres d'escala de dues distribucions valor extrem. Si bé l'àmbit de la investigació es desenvolupa dins de l'estadística matemàtica, tots els tèmics tractats s'il·lustren amb exemples d'aplicació a situacions pràctiques.

- CARLES NOGUERA I CLOFENT va llegir la seva tesi, dirigida per Francesc Esteva i Joan Gispert, titulada *Estudi algebraic de les extensions axiomàtiques de lògiques borroses basades en normes triangulars*, el dia 11 de juliol de 2006. La tesi correspon al Departament de Probabilitat, Lògica i Estadística de la Universitat de Barcelona.



El fundador de la lògica borrosa, Lotfi Zadeh, distingia el que anomenava *Fuzzy Logic in narrow sense* com a aquella part de la lògica borrosa que proposa i estudia sistemes lògics per tal de formalitzar el raonament aproximat. En aquests sistemes, normalment la connectiva de conjunció forta s'ha interpretat semànticament mitjançant una norma triangular (o t -norma, per més breuetat), sovint contínua, mentre que la connectiva d'implicació s'ha interpretat com el residu de la t -norma. En aquest sentit es diu que aquests sistemes de lògica borrosa estan basats en t -normes i els seus residus.

La condició necessària i suficient per tal que una t -norma tingui residu és que sigui contínua per l'esquerra. Tenint en compte aquest fet, i amb la intenció d'obtenir la lògica borrosa basada en t -normes més bàsica, Esteva i Godo van introduir el sistema MTL, que efectivament resultà ésser complet respecte de la semàntica donada per totes les t -normes contínues per l'esquerra i llurs residus.

Aquesta tesi és un intent de descriure les extensions axiomàtiques de MTL, tot parant una atenció especial a aquelles que al seu torn siguin també basades en t -normes. Ho hem fet des d'un punt de vista algebraic que explota el fet que totes aquestes lògiques són algebritzables per varietats de MTL-àlgebres. Per tant, el nostre estudi de les extensions axiomàtiques ha resultat ser, de fet, un estudi algebraic d'aquestes varietats en què l'objectiu final seria una descripció del reticle que configuren i de les seves propietats més rellevants. Malgrat que una descripció així encara no s'ha assolit, sí que, tanmateix, hem fet avenços significatius en aquesta direcció. Els podem classificar en dos grups: a) resultats que mostren la gran complexitat del reticle, i b) resultats que en descriuen algunes de les parts més tractables. Amb més precisió, els principals avenços són:

- A partir dels mètodes de rotació-annihilació per construir t -normes contínues per l'esquerra involutives, hem proposat una manera de descompondre les MTL-cadenes i hem estudiat alguns casos particulars de la descomposició. Això ens ha portat a desenvolupar una teoria de MTL-àlgebres perfectes, locals i bipartides.
- Hem provat que les IMTL-àlgebres perfectes coincideixen (llevat d'isomorfisme) amb les rotacions inconnexes dels *semihoops* prelineals.
- Hem demostrat que el reticle de varietats generades per IMTL-àlgebres perfectes és isomorf al reticle de totes les varietats de *semihoops* prelineals.
- S'ha demostrat un teorema de descomposició de qualsevol MTL-cadena com a suma ordinal de *semihoops* totalment ordenats indescomposables.
- Hem estudiat una classe particular de MTL-cadenes indescomposables (les cadenes feblement cancel·latives) i les seves lògiques associades.
- Hem estudiat les varietats de MTL-cadenes que compleixen una debilitació de la llei de contracció, la n -contracció. Aquesta condició garanteix que se satisfà un teorema de la reducció global.
- Hem concentrat l'estudi en una subvarietat particular d'àlgebres 3-contractives, les WNM-àlgebres.
- Finalment, hem estudiat les expansions de les lògiques basades en t -normes quan s'afegeixen al llenguatge constants per als valors de veritat intermedis, i hem examinat quins teoremes de completesa satisfan aquestes lògiques.

New Books

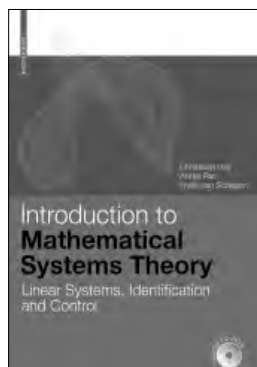


Fellmann, E.A., Basel,
Switzerland

Leonhard Euler

2007. 196 p. Hardcover
€ 29.90 / CHF 49.90
ISBN 978-3-7643-7538-6

Euler was not only by far the most productive mathematician in the history of mankind, but also one of the greatest scholars of all time. He attained, like only a few scholars, a degree of popularity and fame which may well be compared with that of Galilei, Newton, or Einstein. Moreover he was a cosmopolitan in the truest sense of the word; he lived during his first twenty years in Basel, was active altogether for more than thirty years in Petersburg and for a quarter of a century in Berlin. Leonhard Euler's unusually rich life and broadly diversified activity in the immediate vicinity of important personalities which have made history, may well justify an exposition. This book is based in part on unpublished sources and comes right out of the current research on Euler. It is entirely free of formulae as it has been written for a broad audience with interests in the history of culture and science.



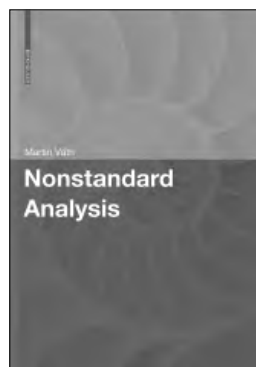
Heij, C., Erasmus University
Rotterdam, The Netherlands /
Ran, A. / van Schagen, F., both
Vrije Universiteit Amsterdam, The
Netherlands

Introduction to Mathematical Systems Theory

**Linear Systems,
Identification and Control**

2007. VII, 166 p. With CD-ROM.
Softcover
€ 38.- / CHF 62.-
ISBN 978-3-7643-7548-5

This book provides an introduction to the theory of linear systems and control for students in business mathematics, econometrics, computer science, and engineering. The focus is on discrete time systems, which are the most relevant in business applications, as opposed to continuous time systems, requiring less mathematical preliminaries. The subjects treated are among the central topics of deterministic linear system theory: controllability, observability, realization theory, stability and stabilization by feedback, LQ-optimal control theory. Kalman filtering and LQC-control of stochastic systems are also discussed, as are modeling, time series analysis and model specification, along with model validation. Exercises using MATLAB, presented on an accompanying CD, enhance the main concepts and techniques in the text.

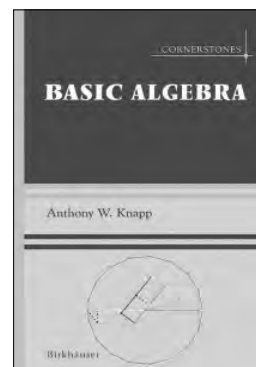


Väth, M., Freie Universität Berlin,
Germany

Nonstandard Analysis

2007. VIII, 252 p. Hardcover
€ 38.- / CHF 62.-
ISBN 978-3-7643-7773-1

Nonstandard analysis was originally developed by Robinson to rigorously justify infinitesimals like df and dx in expressions like df/dx in Leibniz' calculus or even to justify concepts like δ -'functions'. However, the approach is much more general and was soon extended by Henson, Luxemburg and others to a useful tool especially in more advanced analysis, topology, and functional analysis. The book is an introduction with emphasis on those more advanced applications in analysis which are hardly accessible by other methods. Examples of such topics are a deeper analysis of certain functionals like Hahn-Banach limits or of finitely additive measures: From the viewpoint of classical analysis these are strange objects whose mere existence is even hard to prove. From the viewpoint of nonstandard analysis, these are rather 'explicit' objects. Formally, nonstandard analysis is an application of model theory in analysis. However, the reader of the book is not expected to have any background in model theory; instead knowledge of calculus is required and, although the book is rather self-contained, background in more advanced analysis or (elementary) topology is useful.



Knapp, A.W., State University of
New York, Stony Brook, NY, USA

Basic Algebra

2006. XXII, 717 p. 42 illus.
Hardcover
€ 58.- / CHF 92.-
ISBN 978-0-8176-3248-9
COR – Cornerstones

Basic Algebra and *Advanced Algebra* systematically develop concepts and tools in algebra that are vital to every mathematician, whether pure or applied, aspiring or established. Together, the two books give the reader a global view of algebra and its role in mathematics as a whole. The exposition proceeds from the particular to the general, often providing examples well before a theory that incorporates them. The presentation includes blocks of problems that introduce additional topics and applications to science and engineering to guide further study. Many examples and hundreds of problems are included, along with a separate 90-page section giving hints or complete solutions for most of the problems. *Basic Algebra* presents the subject matter in a forward-looking way that takes into account its historical development. It is suitable as a text in a two-semester advanced undergraduate or first-year graduate sequence in algebra, possibly supplemented by some material from *Advanced Algebra* at the graduate level. It requires of the reader only familiarity with matrix algebra, an understanding of the geometry and reduction of linear equations, and an acquaintance with proofs.

BIRKHÄUSER

Birkhäuser Customer Service
c/o SDC
Haberstrasse 7
D-69126 Heidelberg
Tel.: +49 / 6221 / 345 0
Fax: +49 / 6221 / 345 42 29
e-mail: orders@birkhauser.ch

www.birkhauser.ch



El Departament de Matemàtiques de la UAB té el plaer de presentar-vos la nova revista de divulgació matemàtica en format electrònic *Materials Matemàtics*. Aquesta publicació és d'ús lliure i es pot consultar a

<http://www.mat.uab.cat/matmat>

El seu objectiu és la difusió de les matemàtiques per mitjà de la publicació de treballs originals. Aquests articles van dirigits a un ventall ampli de lectors que pretén cobrir des dels joves interessats per les matemàtiques fins a matemàtics professionals.

Els treballs poden estar escrits en qualsevol dels idiomes usats de manera habitual en la comunitat matemàtica d'aquest país.

Us animem que participeu activament en aquest projecte i presenteu els vostres treballs. A la pàgina web de la revista hi trobareu tota la informació necessària.

Cordialment, els editors,

Armengol Gasull i Gregori Guasp

ARTICLES PUBLICATS AL VOLUM 2006:

- *Trigonometria esfèrica i hiperbòlica* (J. Girbau)
- *Probabilitats geomètriques. Geometria integral* (A. Reventós)
- *Imatges i matemàtiques* (J. Bruna i J. Saludes)
- *Matemàtiques i finances* (F. Utzet)
- *El floc de neu de von Koch* (A. Teruel)
- *El moviment dels planetes* (R. Martínez)
- *Blade Runner, el «factor humano» y la fórmula de Bayes* (R. Delgado)
- *Un model de dinàmica de poblacions per a l'anèmia aplàstica* (A. Calsina)
- *Unes pinzellades d'història* (F. Cedó)
- *La recta de mínims quadrats* (M. Farré)
- *Democràcia: dels vots als escons* (A. Alabert)
- *Paraules i nombres* (T. Guillamon)
- *Genética y probabilidad: pruebas de paternidad y portadores de enfermedades.* (R. Delgado)
- *Relojes de sol* (J. Girbau)
- *De Pitàgores a Fermat: un viatge a través de l'aritmètica* (X. Xarles)
- *Una reflexió sobre el racó de l'univers on vivim i la seva relació amb un instant crucial de la història* (J. Llibre)
- *Sobre ecuaciones diferenciales con retraso, dinámica de poblaciones y números primos* (E. Liz)



SOCIETAT CATALANA DE MATEMÀTIQUES

Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

Carrer del Carme, 47, 08001 Barcelona

c/e: scm@iec.cat

Adreça web: <http://scm.iec.cat>

Sol·licitud d'inscripció com a soci de la SCM o actualització de dades

Tipus de soci: Ordinari Estudiant (cal acreditació*) Institució
 En reciprocitat. Sóc soci de _____
(Al web trobareu la llista de societats amb les quals la SCM té acords de reciprocitat.)

Desitjo fer-me soci en reciprocitat de: EMS RSME

Nom i cognoms: _____
o Institució
Adreça: _____ Telèfon: _____
Fax: _____ Correu electrònic: _____
Codi postal: _____ Població: _____
Lloc d'estudi o de treball: _____

Butlleta per a la domiciliació bancària

El sotasignat autoritza que anualment es faci efectiu el rebut de soci de la Societat Catalana de Matemàtiques a nom de _____

a la llibreta d'estalvi/el compte corrent/la targeta de crèdit que s'indica seguidament:

Titular del compte: _____

Entitat bancària: _____

Codi de l'entitat bancària: _____

Adreça de l'oficina: _____

Codi de l'oficina i dígits de control: _____

Número del compte o llibreta: _____

Targeta de crèdit: _____

Vàlida fins al: _____

Data: _____ DNI: _____

Signat: _____

Signatura

Les quotes per a l'any 2007 i 2008 són les següents: 34 euros socis ordinaris, 17 euros socis estudiants i membres de societats amb conveni de reciprocitat, 68 euros institucions, 20 euros EMS i 23,5 euros RSME les dues últimes pagant la quota a través de la SCM.

* Cal adjuntar fotocòpia del comprovant de la matrícula.



SCM / Notícies / 23
Edita la Societat Catalana de Matemàtiques
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

IECentanys19072007

