

30



SCM Notícies

Febrer 2011

- Entrevista a Marta Sanz
- Pere Puig, nou director del Departament de Matemàtiques a la UAB
- L'ICM 2010 a Hyderabad
- Rellou a la presidència de la SCM



Marta Sanz-Solé,
presidenta de l'EMS



SOCIETAT CATALANA DE MATEMÀTIQUES

President: Joan de Solà-Morales
Vicepres.: Joaquim Ortega-Cerdà
Secretària: Mercè Farré i Cervelló
Tresorera: Mariona Petit i Vilà
Vocals: Josep Grané i Manlleu
Josep M. Mondelo i González
Ignasi Mundet i Riera
Carles Romero i Chesa
Albert Ruiz i Cirera
Oriol Serra i Albó
Esther Silberstein
Manel Udina i Abelló
Enric Ventura Capell

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 2011. Número 30

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 \LaTeX : Maria Julià

Foto de portada:
Marta Sanz-Solé, presidenta
de l'EMS.

ISSN: 1696-8247

Dipòsit Legal: B.9480-2003

Índex

La Junta informa	1
Assemblea general de socis 2010	1
Informe comptable	3
Un període més de la SCM	5
Salutació del nou president	6
Internacional	8
Marta Sanz-Solé, nova presidenta de l'EMS	8
Impressions de l'ICM 2010	13
In memoriam	16
Joaquim Font i Arjó (1958-2010)	16
Peter J. Hilton (1923-2010)	17
B. B. Mandelbrot: científic i matemàtic	20
Noticiari	24
Pere Puig, nou director	24
Els nous màsters de FPS	25
Joint CRG-CRM Meeting	31
Els GEMT2010	33
Les universitats informen	34
Activitats de la SCM	38
Conferència inaugural	38
I Trobada Catalanosueca	41
7a Jornada d'Educació Matemàtica	42
Jornada SCM Joves Investigadors	42
Informe de la reunió del Cangur a Geòrgia	43
XLVII Olimpíada Catalana de Matemàtiques	44
Agenda	46
Premis	47
Medalles Fields 2010	48
Elon Lindenstrauss	48
Ngô Bao Châu	50
Stanislav Smirnov	51
Cédric Villani	53
Premi Nevanlinna 2010: Daniel Spielman	55
Premi Gauss 2010: Yves Meyer	57
Premi Chern 2010: Louis Nirenberg	61
Entrega del Premi Albert Dou	64
Racó biogràfic	65
Webs de matemàtiques	68
Problemes	70
Tesis	74
Fe d'errates	78

Assemblea general de socis 2010

Aquest últim informe de la Junta sortint de la Societat Catalana de Matemàtiques (SCM) recull el balanç d'activitats dutes a terme durant l'any 2010, tal com es van presentar a l'assemblea del 24 de novembre de 2010.

Es va començar fent esment de les dues activitats més tradicionals que, en certa manera, enceten i tanquen el curs escolar. En primer lloc, tenim la conferència inaugural del curs 2009-2010, que va ser impartida per Marta Sanz, amb el títol «Les possibilitats de fer diana a les trajectòries a l'atzar», l'11 de novembre de 2009. Encara no sabíem, llavors, que la Marta seria la nova presidenta de l'European Mathematical Society (EMS), una notícia excel·lent per a la matemàtica a Catalunya i una gran satisfacció per a tota la Societat. La segona activitat tradicional és la Trobada Matemàtica, enguany es va celebrar l'11 de juny amb el títol de «Joves matemàtics catalans al món». Es va organitzar al voltant de quatre conferències convidades a càrrec de la M. Romero de l'Observatoire Astronomique de Marseille i de la Universitat de Barcelona (UB), E. Nualart de la Universitat París XIII, J. Marzo de la Universitat Noruega de Ciència i Tecnologia (NTNU) i M. Casals de la Universitat de Vanderbilt. La nova fórmula va ser tot un encert, tant pel nivell científic com per la gran capacitat de comunicació que van mostrar els ponents.

Una novetat que es gestava des de feia temps ha estat l'organització d'una jornada de recerca de joves investigadors, que es va celebrar el 5 de novembre de 2010, amb l'objectiu de donar a conèixer la recerca dels nostres joves investigadors i afavorir la coneixença i les relacions entre els matemàtics de diferents universitats. En aquesta primera edició, hi van participar un grup d'anàlisi i equacions en derivades parcials coordinat per X. Tolsa, un grup de probabilitat, processos estocàstics i estadística coordinat per J. del Castillo, un grup de mètodes algebraics coordinat per P. Ara i un grup de geometria i topologia coordinat per A. Raventós i J. Aguadé. Esperem que la iniciativa pugui continuar en el futur.

En l'apartat dels premis, també tenim el més tradicional, l'Évariste Galois, que aquest any ha

tingut una bona resposta després d'haver-ne fet més difusió entre els estudiants de màster. S'han rebut nou treballs i el tribunal format per X. Cabré, V. Navarro i A. Raventós va atorgar el premi a Joan Bosa Puigredon pel treball «Completacions de semigrups. Aplicació al semigrup de Cuntz». L'enhorabona per al Joan i un agraïment especial per al jurat. Al costat de la tradició, la SCM va decidir crear un segon premi, l'Albert Dou, amb una dotació de 2.500 € i una periodicitat biennal, ofert, tal com diuen les bases, a «l'autor d'un treball publicat en els darrers dos anys o inèdit, que contribueixi a fer visible la importància de la matemàtica al nostre món, a transmetre el coneixement matemàtic a un públic més ampli que els mateixos especialistes, i a promoure tot el que pugui ajudar a l'extensió del prestigi de la matemàtica a la nostra societat». El premi ha estat un èxit de participació, amb tretze treballs rebuts. Es va nomenar un tribunal format per P. Bayer, Y. Chevillard, A. Florensa, J. Girbau i J. Hernández, coordinat per en X. Mora, que va decidir atorgar el premi a Rosario Delgado pel treball: «Matemàtiques i Internet: 101 anys de teoria de cues». Volem felicitar des d'aquí tots els participants, agrair la feina al tribunal i donar l'enhorabona a la Rosario. El treball premiat el podeu llegir tots a l'últim número del butlletí.

Per acabar aquest apartat d'activitats, es van esmentar les exposicions que va preparar el grup del Museu de Matemàtiques de Catalunya (MMACA): una a la UB del 18 d'octubre al 9 de novembre i una altra a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) del 17 de novembre al 17 de desembre del 2010.

En l'apartat de publicacions, es va comentar la sortida del número 1 del volum 25 del *Butlletí* de la SCM i el canvi d'editor en cap, càrrec assumit per J. Cufí en substitució d'O. Serra; la sortida del número 29 de la *SCM/Notícies* a cura d'E. Ventura i la coordinació de les publicacions electròniques de la Societat per J. Pla, que fa una crida als socis i sòcies perquè contribueixin a augmentar-ne el nombre. La novetat, en aquest apartat, és l'edició de la nova revista d'ensenyament *NouBiaix*, que es proposa

abraçar totes les etapes educatives i que s'edita en col·laboració amb la FEEMCAT, compartint-ne al 50 % la feina i els costos d'edició. Al consell d'edició de la revista hi participen J. Pla com a coeditor en cap juntament amb M. Edo de la FEEMCAT; M. Udina, E. Ventura i M. Bosch com a representants de la SCM, i L. Almazán, J. Cárdenas i J. C. Ferrer com a representants de la FEEMCAT. El primer número està en procés de correcció i s'espera que surti cap al febrer. Es preveuen dos números anuals, un a l'hivern i l'altre a la tardor. Esperem que la revista tingui una bona acollida i que contribueixi a millorar la comunicació entre el professorat de matemàtiques de totes les etapes educatives, des d'infantil fins a la universitat.

Pel que fa a les activitats organitzades per la Societat i relacionades amb l'ensenyament de les matemàtiques, es van destacar en primer lloc les activitats destinades als alumnes de secundària, que sempre impressionen per la gran quantitat de nois i noies que mobilitzen i que indiquem breument a continuació:

- *Les proves Cangur 2010*, amb la participació de 20.447 nois i noies de 3r d'ESO a 2n de batxillerat i cicles formatius. Enguany la prova es va organitzar de manera descentralitzada a Catalunya i la Comunitat Valenciana, pel fet que la data de la prova va coincidir amb la setmana de Sant Josep. Si hi afegim els participants de les Balears, s'obté un total de 23.544 concursants. L'acte de lliurament dels premis va tenir lloc el dia 18 de maig de 2010 a la Sala de Congressos del campus La Salle de la Universitat Ramon Llull i el va presidir el conseller d'Educació, Ernest Maragall.
- *El concurs de relats*, que va rebre un total de cinquanta-sis propostes amb la participació d'alumnes de Catalunya, Balears i País Valencià.
- *Els Problemes a l'Esprint*, activitat convocada conjuntament per la SCM, la FEEMCAT i el CREAMat en forma de quatre convocatòries segons el nivell, des de la primària fins al batxillerat, i en què van participar aproximadament 2.900 alumnes de secundària i cinc-cents de primària.
- *La 46a Olimpíada Matemàtica del 2010*, que va arribar als vuitanta-un participants en la fase prèvia per via telemàtica al novembre de 2009 i als setanta-un en la fase catalana, presencial els dies 12 i 13 de desembre de 2009.
- *La 47a Olimpíada Matemàtica del 2011*, que s'inicia amb 146 participants en la fase telemàtica.
- *L'Estalmat*, destinat a l'estímul del talent matemàtic i que enguany acull la vuitena promoció 2010-2012.
- *Les sessions d'aprofundiment en matemàtiques per a alumnes de segon cicle d'ESO* que organitza la SCM per a alumnes participants en el Cangur i l'Olimpíada, a l'IES La Sedeta, al Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) i a la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC.

Al costat d'aquest gran nombre d'activitats on s'involucren molts socis de la Societat, hi ha un segon tipus d'activitats més enfocades a l'ensenyament i que segueixen un doble propòsit: d'una banda i en l'àmbit institucional, estrènyer els lligams entre la SCM i la FEEMCAT; de l'altra i en l'àmbit dels socis, fer aportacions al col·lectiu de professors sobre temes relacionats amb l'ensenyament de les matemàtiques. Una d'aquestes activitats és la coedició de la revista *NouBiaix* que ja s'ha comentat. L'altra és la Setena Jornada d'Ensenyament de les Matemàtiques organitzada en col·laboració amb la FEEMCAT i la Societat Balear de Matemàtiques (SBM-XEIX). La jornada es va celebrar el 17 d'octubre sobre el tema «Els ordinadors a l'aula des d'infantil fins a la universitat: noves obertures i nous problemes», amb l'estructura habitual: al matí una taula rodona seguida d'un debat i quatre conferències a la tarda. Va tenir una participació d'unes dues-centes persones i es va desenvolupar de manera molt satisfactòria.

En l'àmbit internacional, es van esmentar els congressos internacionals on la SCM ha participat. Hi ha, en primer lloc, la Joint Mathematical Conference CSASC 2010, que es va celebrar a Praga al gener de 2010 en col·laboració amb les societats matemàtiques d'Àustria, Eslovènia, Eslovàquia i la República Txeca. En segon lloc, el congrés «Emerging Topics in Dynamical Systems and Partial Differential Equations», que es va celebrar a Barcelona del 31 de maig al 4 de juny, en col·laboració amb la SCM, la Real Sociedad Matemática Española (RSME), la Sociedad Española de Matemática Aplicada (SEMA) i la Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM). El congrés va ser tot un èxit, la participació va superar amb escreix les expectatives i les xerrades plenàries sobre temes

divulgatius van ser molt interessants. En tercer lloc, es va fer una menció especial per a la I Trobada Matemàtica Catalanosueca que es va organitzar seguint un suggeriment de J. Bruna al voltant de sis grups temàtics: geometria, didàctica, equacions diferencials, anàlisi, sistemes dinàmics i matemàtica discreta. Finalment, es va informar de l'ingrés de la SCM, el juny de 2010, al Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA), dedicat a promoure la cooperació internacional en educació superior i investigació en matemàtiques per als països en desenvolupament.

A l'assemblea, M. Sanz es va presentar com a nova presidenta de l'EMS, va comentar les bones relacions entre l'EMS i la SCM i va agrair el suport que li havien donat tant la SCM i l'Institut d'Estudis Catalans (IEC) com la majoria d'institucions relacionades amb les matemàtiques a Catalunya. També va expressar la voluntat que els lligams entre l'EMS i la SCM s'enforteixin encara més durant el seu mandat, i es va posar a disposició de tots per allò que calgui.

Un cop aprovats per consens tant l'estat de comptes del 2009 com el pressupost per al 2011, la Junta formada per C. Perelló, J. L. Soler, T. Martínez-Seara i M. Bosch van passar la paraula a la candidatura formada per J. de Solà-Morales com a president, J. Ortega i Cerdà com a vicepresident, M. Farré com a secretària i M. Petit com a tesorera. Els candidats van presentar el seu programa i, un cop realitzada la votació, la nova Junta va quedar formalment elegida amb els resultats següents: d'un total de 106 vots vàlids i un de nul, hi va haver 103 vots a favor, un en contra i dos en blanc.

En el torn obert de paraules, J. Bruna va suggerir que la SCM proposi activitats per estar present a la Setmana Catalana de la Ciència.

La Junta sortint va agrair a tots la gran ajuda rebuda durant aquests quatre anys i es va posar a disposició del nou equip. En el brindis de comiat es va fer una menció especial per a l'excel·lent tasca realitzada per Núria Fuster en el dia a dia de la Societat.

Marianna Bosch
Secretària de la SCM

Informe comptable de la SCM del 2009 i pressupost per al 2011

Amb aquest document us fem arribar el resum comptable de l'any 2009 i el pressupost previst per al 2011.

Pressupost SCM 2009

Concepte	Ajuts IEC	Altres ajuts	Ingressos activitats	Despeses activitats	Subtotals
Publicacions	6.600,00	1.000,00		15.000,00	-7.400,00
Quotes			28.480,00		28.480,00
Despeses de Secretaria				9.980,50	-9.980,50
Fons de promoció				5.000,00	-5.000,00
Olimpíada	6.000,00	1.000,00		7.000,00	0,00
12a Trobada	3.000,00		500,50	4.000,00	-499,50
5a Trobada Ensenyament	4.000,00		900,00	6.000,00	-1.100,00
Cangur 2009	4.000,00	14.000,00	60.999,50	82.999,50	-4.000,00
Conferències per a estudiants	1.000,00			1.500,00	-500,00
Altres	1.000,00			1.000,00	0,00
Estalmat	6.000,00	6.000,00		12.000,00	0,00
Museu de les Matemàtiques	3.000,00			3.000,00	0,00
Total	34.600,00	22.000,00	90.880,00	147.480,00	0,00

A continuació, us presentem el balanç real de les diferents activitats:

Informe comptable SCM 2009

Concepte	Ajuts IEC	Altres ajuts	Ingressos	Despeses
Publicacions	8.100,00		393,01	18.957,58
Quotes			30.420,00	
Funcionament de la SCM				2.988,60
Nòmines				3.990,41
Fons de promoció	1.593,32			8.051,80
Olimpíada fase catalana	2.500,00			2.840,20
Olimpíada fase estatal	5.000,00			5.000,00
RSME (IMO 2008)		14.000,00		
Cangur i Olimpíada 2008		7.000,00		
Cangur 2009		3.600,00	87.824,00	87.044,97
Estalmat	3.000,00			3.129,05
Conferències	2.000,00			2.091,03
12a Trobada	1.500,00		155,00	2.135,79
6a Jornada Ensenyament	2.500,00		372,00	3.013,88
Museu de les matemàtiques	2.500,00			2.653,05
Traspàs quotes EMS i RSME				3531,00
Bancs			162,50	1.626,41
CEMAT			1.331,18	5.232,63
Total	28.693,32	24.600,00	119.326,51	143.770,64

Us detallem les activitats que han estat subvencionades amb el fons de promoció. El que consta com a ingressos d'aquest fons són: els interessos d'un dipòsit que tenim fruit d'una devolució del romanent del congrés ICM 2006

(International Congress of Mathematicians), al qual la SCM juntament amb les societats espanyoles va contribuir, i els interessos del dipòsit que tenim amb l'IEC.

Fons de promoció d'activitats 2009

Activitat	Organitzador	Import
JAEM 2009	FEEMCAT	2.000,00
DSPDES'10	CIMNE	3.000,00
L'àlgebra a la península Ibèrica	UPC	1.460,20
Higher rank L-functions: theory and computations	UPC	1.481,38
Mathematics and computer i Sage days	UPC	1.290,75
Total		8.051,80

L'import del fons de promoció a l'inici de l'any 2009 era de 47.736,77 €. Les despeses van ser de 8.051,80 € i els ingressos de 1.593,32 €. Així, l'any 2009 el fons va tenir un balanç negatiu de -6.458,48 € i va acabar amb un valor de 41.278,29 €.

Separant, com és tradició, els diners del fons de promoció d'activitats, la societat va començar l'any 2009 amb un valor positiu de 13.875,56 €

i va finalitzar amb un benefici de 28.849,19 € i un saldo positiu de 42.724,75 €.

I finalment us presentem el pressupost de l'any 2011, basant-nos en el fet que l'IEC de moment ha aprovat una pròrroga del pressupost del 2010 donada la incertesa dels ingressos procedents de la Generalitat. Això vol dir que mentre la Generalitat no aprovi els seus pressupostos del 2011 l'IEC, i per tant nosaltres, no podem

tirar-lo endavant. L'IEC ens ha dit que tindrà prorrogats els seus pressupostos, cosa que vol dir que hi haurà el mateix crèdit que el 2010, però s'ha acordat fer una retenció del 30 % per

si passés qualsevol cosa. Com que el pressupost del 2011 s'ha de fer, comptarem que tindrem els mateixos diners.

Pressupost SCM 2011				
Concepte	Ajuts IEC	Altres ajuts	Ingressos	Despeses
Publicacions	7.600,00			21.600,00
Quotes			31.080,00	
Despeses de Secretaria				7.000,00
Fons de promoció				7.000,00
Olimpíada	5.000,00	1.000,00		7.000,00
14a Trobada	5.000,00		500,00	4.000,00
7a Trobada Ensenyament	5.000,00		1.000,00	6.000,00
Cangur 2011	4.000,00	5.000,00	82.000,00	93.380,00
Premi Albert Dou				5.000,00
Altres	2.000,00	4.000,00		5.000,00
Estalmat	3.000,00			3.000,00
Museu de les Matemàtiques	3.000,00			3.000,00
Total	32.600,00	10.000,00	115.380,00	157.980,00

M. Teresa Martínez-Seara
Tresorera de la SCM

Un període més de la SCM

Gairebé amb l'any ha finalitzat el període de quatre anys que he estat a la presidència de la SCM i, en deixar-la, voldria fer uns comentaris sobre com he vist el seu funcionament i la seva missió, si missió se'n pot dir.

El paper fonamental de la nostra Societat Catalana de Matemàtiques és contribuir al coneixement de la matemàtica, no en el sentit de l'ensenyament reglat, que es fa a les escoles i universitats, sinó procurar exposicions de la situació de la matemàtica en els seus diversos camps, organitzar concursos de resolució de problemes entre el jovent, informar a través del web i de les publicacions, relacionar-se amb societats i institucions dedicades a diferents aspectes de la matemàtica arreu del món i organitzar accions conjuntes. Tot això amb la intenció de fer créixer la presència, l'interès i el prestigi de la matemàtica al nostre medi.

La matemàtica és un instrument bàsic per a donar models de com funciona el món: el seu coneixement i el seu ús és indispensable a la vida quotidiana, a la ciència i a la tècnica, des de la comptabilitat fins a la cosmologia, passant

per gairebé totes les activitats humanes. La matemàtica ha contribuït notablement a l'evolució de la nostra forma de vida.

També, gairebé no cal dir-ho, la matemàtica per si sola té una harmonia interna, una arquitectura, que li donen un gran valor estètic. No cal que sigui útil per a la producció de recursos, per a la ciència o per a la tècnica per a ser d'interès. Pensem en els problemes matemàtics que s'han anat resolent darrerament: el problema dels quatre colors, el teorema de Fermat, la hipòtesi de Poincaré... Ja em direu quina importància per a la vida pràctica tenen aquests teoremes, però que importants són per a la satisfacció de la matemàtica... i dels matemàtics.

Aprendre matemàtiques requereix un esforç que costa molt de fer si no hi tens interès, i no hi tindràs interès si no les entens ni t'agraden. En aquest sentit és important el seu ensenyament des de la primària, on t'ensenyaran les operacions aritmètiques i una mica de geometria, i potser fins i tot t'agradarà. Recordo l'impacte que em va causar el teorema de Pitàgores que un professor em va exposar a la pissarra, des-

prés de la classe, quan jo tenia deu anys. No sé si va canviar la meva vida, ni sé si va fer que el meu pensament en matemàtiques sigui més aviat geomètric que algebraic, en la classificació que en fa el Poincaré, però d'alguna manera devia influir.

L'ensenyament de la matemàtica a l'escola és fonamental per a despertar-ne i orientar-ne el gust. Fins i tot els plans d'estudi són importants. El meu amic Jim Milgram va formar part d'una comissió que va canviar els plans d'estudi de la matemàtica a les escoles elementals de Califòrnia perquè havien observat un descens en les matriculacions a les carreres de ciències i d'enginyeria.

Un factor important per al desenvolupament de la matemàtica és que la gent la conegui i la reconegui, tant en teoria com en la seva utilitat. No hi ha cap disposició d'ordre general sobre com s'ha d'ensenyar, però els estudis a les escoles i universitats del món són molts semblants: la matemàtica i la manera de transmetre-la és com la moda, s'encomana.

Què puc dir sobre la meva visió de la SCM durant aquests quatre anys passats? És només una feina més, un càrrec més?

Potser el més important ha estat el tracte amb els membres de la Junta i altres persones que han col·laborat per tirar endavant la tasca d'aconseguir que la SCM complís les seves funcions, més que de difusió, de fer quallar un all i oli en què es barregen concursos amb conferències, relacions internacionals amb ajuts, premis amb publicacions...

La Junta s'ha format amb les persones que s'han fet càrrec de les diverses activitats de la Societat. És així com hem tingut en el seu si als encarregats de les activitats per als estudiants de secundària i batxillerat, de les publicacions, del museu, del web, de portar els comptes i les actes, d'organitzar conferències, trobades i jornades. I tot ha funcionat gràcies a la dedicació, el treball i el coneixement dels seus membres i altres col·laboradors. Déu n'hi do de les coses que s'han portat a terme en aquest quatre anys.

La comunitat matemàtica catalana és viva i hem tingut l'experiència agradable que tothom que ha col·laborat amb la Societat ho ha fet de bon cor.

Que el nou equip tingui tanta sort com la que hem tingut nosaltres!

Carles Perelló
Expresident de la SCM

Salutació del nou president

En el moment de ser elegit com a nou president de la Societat Catalana de Matemàtiques, la meva primera sensació és estar prenent un relleu que és un honor, i també que d'aquí a un temps hauré de passar aquest honor a un altre. Sentir-me, per tant, part d'un corrent que ve de fa força temps, però que ha de durar encara més. Per això el primer que faig és agrair a la Junta Directiva sortint, i molt especialment al president Carles Perelló, la feina que han fet, i el llegat que ens han passat.

Això s'assembla molt a la meva sensació com a matemàtic: la matemàtica és una ciència, *noble i antiga*, que hem rebut, li hem afegit humilment la nostra manera de fer, i la transmetem a uns altres, que la continuaran després de nosaltres. De la matemàtica, i també de la SCM, m'inquieta molt principalment una cosa: poder-la traspasar viva, no morta. Poder-la traspasar

encesa, com jo l'he rebuda, no apagada. Per a aconseguir-ho, a la SCM, com a la matemàtica, necessitem l'ajut de molts, de tots.

La nostra candidatura a Junta Directiva ja ha declarat més d'una vegada que necessitem aquest ajut de tots i que actuarem buscant que la Societat estigui sempre oberta a donar suport a les iniciatives de conreu de la matemàtica de qualsevol dels sectors de la nostra comunitat, independentment de nivells, titulacions, ubicacions geogràfiques o interessos professionals.

La SCM també ha de ser, com sempre ha estat, el punt de trobada d'aquelles activitats matemàtiques que fan participar a sectors diferents, com ara activitats conjuntes entre professors d'ensenyament secundari i professors universitaris o activitats conjuntes entre diverses universitats. La Societat ha d'estar oberta a les demandes que es rebin en aquestes direccions.

També hem dit que ens comprometem a donar suport a totes les coses que ja es fan, i que es fan molt bé, les quals constitueixen el nucli de l'activitat de la Societat. Ens referim, per exemple, a les publicacions (*Butlletí*, *Notícies*, publicacions electròniques, *NouBiaix*), la pàgina web, les trobades, les jornades, els congressos i les conferències i els premis. També, amb èmfasi especial, a les activitats dirigides a estudiants d'ensenyament secundari (les proves Cangur, les Olimpíades, els Problemes a l'Esprint) i la col·laboració amb Estalmat i el Museu de les Matemàtiques a Catalunya (MMACA). També ens comprometem a mantenir la xarxa de relacions institucionals i col·laboracions de la SCM, començant naturalment per l'Institut d'Estudis Catalans, de qui som Societat Filial, i de qui rebem tant de suport, i també les relacions amb la FEEMCAT, el Centro Español de Matemáticas (CEMAT), la International Mathematical Union (IMU), el CIMPA, l'EMS, etc.

A part d'aquestes coses, si podem, voldríem dedicar alguns esforços a atraure els joves matemàtics cap a activitats de la SCM que els puguin interessar. Els estudiants, al nivell de grau, haurien de poder trobar a la SCM coses interessants per fer que els permetessin interactuar i intervenir a la Societat. Potser les relacions internacionals de la SCM, o algunes activitats de voluntariat, podrien ser portes que s'obriessin en aquesta direcció.

La veritat és que m'agradaria poder fer coses que ajudessin els estudiants a trobar feina com a matemàtics. Però, almenys de moment, això ho veig com un objectiu una mica difícil per a la SCM. L'única cosa que veig accessible és la d'animar els actuals estudiants de matemàtiques al nivell de grau que comptin amb l'ensenyament secundari com una possibilitat atractiva i útil. En les circumstàncies actuals, hem de reconèixer que seguim necessitant professors de secundària amb una formació matemàtica sòlida. Difícilment ajudarem al progrés científic i tecnològic de Catalunya si els nostres estudiants d'ensenyament secundari no tenen una bona formació matemàtica, l'apropiada al seu nivell, i un bon professorat que els estimuli i els obri portes dins del món de la matemàtica i les seves aplicacions.

També m'agradaria que els grans i els jubilats se sentissin còmodes amb les activitats de la Societat. Potser en els propers anys tindrem força jubilacions entre matemàtics que actualment tenen un protagonisme important en l'activitat matemàtica catalana. Independentment del que puguin seguir fent en el futur en relació amb els llocs de treball que ara ocupen, la SCM els ha d'oferir, dins de les seves possibilitats, l'oportunitat de seguir fent tasques en el món de la matemàtica, a qualsevol nivell.

I unes idees finals per a una qüestió poc concreta, però que a la meua manera de veure ocupa actualment un lloc central en la matemàtica catalana: la nostra presència, i si pot ser també la nostra influència, en el món que ens envolta: en el món científic, cultural, social i polític. De vegades el problema d'aquesta presència el reduïm a simplement una presència en els mitjans de comunicació. Bé, això és important, però no es tracta d'això. Es tracta que com a matemàtics tinguem una identitat, i que aquesta identitat sigui coneguda i apreciada socialment. No és pas una feina fàcil, és clar, però amb totes les dificultats possibles probablement és la SCM qui està més ben situada per a afrontar-la.

La presència en el món que ens envolta haurà de passar necessàriament per realitzar col·lectivament activitats que ens aproximem a altres col·lectius. A això, la nostra candidatura a Junta Directiva li hem posat el nom de programa «Matemàtica i no matemàtica». Amb aquest nom volem descriure el fet que haurem de manifestar col·lectivament el nostre interès per les qüestions que actualment preocupen el món que ens envolta, encara que el paper de la matemàtica hi sigui secundari o menor.

La matemàtica catalana mereix la presència i la influència social que reclamem. La docència, la recerca i les aplicacions de la matemàtica no han parat de millorar en volum i qualitat en els darrers anys, i això mereix el reconeixement de la societat que ens envolta. Com he dit més amunt, la matemàtica és una ciència *noble i antiga* (usant uns qualificatius de Carles Riba, encara que ell els apliqués a una altra cosa) i que cap societat culta i avançada no pot deixar de valorar i d'apreciar.

Joan de Solà-Morales,
President de la SCM

Marta Sanz-Solé, nova presidenta de l'European Mathematical Society

Els 10 i 11 de juliol de 2010, el Consell General de l'European Mathematical Society (EMS) celebrat a Sofia (Bulgària), escollí la doctora Marta Sanz-Solé, catedràtica de la Facultat de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona, per a ocupar el seu màxim càrrec, la presidència de l'EMS, durant el període 2011-2014.

L'EMS és el màxim òrgan europeu de representació de les matemàtiques, fou fundada l'any 1990, i té com a objectius principals el foment i el desenvolupament de les matemàtiques en els seus múltiples aspectes, des d'una posició d'identitat europea.



Marta Sanz-Solé té una extensa trajectòria científica i una molt notable projecció internacional. La seva especialitat són els processos estocàstics, àrea en la qual és autora d'una vuitantena llarga d'articles en revistes internacionals. Actualment és directora del grup de recerca en processos estocàstics de la UB, universitat en la qual ha ocupat també diversos càrrecs de gestió: fou degana de la Facultat de Matemàtiques els anys 1993-1996 i vicepresidenta de la Divisió de Ciències Experimentals i Matemàtiques els anys 2000-2003. Durant els anys 2007-2010 ha format part de l'equip de direcció del Centre de Recerca Matemàtica. En l'esfera internacional ha estat i és membre de nombrosos comitès científics de congressos internacionals i de comissions d'avaluació i selecció com, per exemple, els European Young Investigator Awards. Du-

rant els anys 1997-2004 fou membre del Comitè Executiu de l'EMS, i n'és la presidenta per als propers quatre anys des del gener de 2011.

L'any 1998 va rebre la Medalla Narcís Monturiol al mèrit científic i tecnològic de la Generalitat de Catalunya, en reconeixement a la seva llarga i intensa carrera científica. És un honor i una satisfacció per a la Societat que un dels seus socis hagi arribat a la presidència de la més alta institució de les matemàtiques europees. Ho anunciàvem a l'anterior *SCM/Notícies*, tot dient que en aquest número tractaríem el tema amb més detall. Amb aquesta finalitat, tenim la Marta en directe perquè ens ho expliqui en primera persona:

SCM: Bon dia, Marta.

MS: Bon dia. M'alegra molt poder conversar una estona amb vosaltres.

SCM: Abans que res, deixa'm felicitar-te per aquest nomenament. Suposo que és una gran satisfacció personal haver arribat tant amunt...

MS: Moltes gràcies. Sí, certament hi ha un sentiment de satisfacció. Però suposo que serà més clar i intens si, en acabar el meu mandat, el balanç és valorat per la comunitat matemàtica com a positiu. De moment preval la pressió que suposa assumir una gran responsabilitat i encarar reptes de força envergadura.

SCM: Per la Societat Catalana de Matemàtiques és un gran honor que un català (i soci de la nostra societat) sigui president de l'EMS. Mai abans cap català (ni espanyol) havia ocupat un càrrec d'aquesta rellevància en el món de les matemàtiques.

MS: La nostra incorporació com a científics ben valorats en els escenaris internacionals és molt recent. Les anàlisis quantitatives i qualitatives sobre la recerca en matemàtiques dutes a terme de manera sistemàtica durant els darrers anys, i publicades per l'Institut d'Estudis Catalans, mostren un fet remarcable: la nostra activitat científica, mesurada en termes de publicacions, és comparable a la de països amb una forta tradició. En canvi, la nostra presència en àmbits on es prenen decisions i s'impulsen projectes per a la comunitat científica i el progrés de la matemàtica és molt baixa. Penso que és una qüestió

de temps i que, a poc a poc, aquest desequilibri s'anirà atenuant. Però per això cal mostrar una imatge positiva, de capacitat i competència, tant a nivell personal com institucional. Que la SCM valori la meua elecció com un gran honor em proporciona molta confiança i em confirma el suport institucional en el meu àmbit més proper, cosa indispensable per exercir un càrrec d'aquestes característiques.

SCM: Quina feina fa el president de l'EMS en el dia a dia?

MS: Hi ha una part de feina previsible, i més o menys regular i programable, i una altra part imprevisible. El president de l'EMS, juntament amb el Comitè Executiu, dirigeix i fa un seguiment de tots els projectes de l'EMS. Una part molt important d'aquests projectes es conceben total o parcialment en els diferents comitès i es desenvolupen bàsicament en el seu si. D'altres, són projectes del mateix Comitè Executiu. La dinàmica habitual comporta moltes consultes i discussions (molt Google i correu electrònic) així com converses personals. Finalment, en les reunions del Comitè Executiu es validen moltes de les propostes que s'han estat discutint per correu electrònic i s'avança en la gestació de noves actuacions. Els comitès específics treballen gairebé sempre per correu electrònic, però també tenen trobades presencials, aproximadament una a l'any. Considero molt important l'assistència del president en aquestes reunions. És una manera de seguir més de prop els projectes i d'interactuar de manera fructífera i personal amb els components dels comitès. L'EMS forma part d'un bon nombre de comitès internacionals (o hi és invitada regularment). Això implica l'assistència a reunions en diferents llocs d'Europa, i també de la resta del món, i el treball previ de preparació i el derivat de les accions que allí s'acorden. La mateixa naturalesa de l'EMS la porta a ser present en actes de diferent tipus relacionats amb les matemàtiques i amb la ciència en general. Això seria aproximadament la part previsible. Després hi ha les actuacions necessàries en resposta a problemes o qüestions que sorgeixen de manera inesperada o imprevisible.

SCM: Quines idees tens al cap per a implementar durant aquests quatre anys per tal de potenciar la recerca matemàtica i les seves aplicacions, a les institucions i universitats europees?

MS: L'impuls i el manteniment d'un alt nivell

en la recerca en matemàtiques a Europa requereix una infraestructura de centres de recerca i instituts ben repartits geogràficament, ben dotats pressupostàriament i amb mecanismes d'interacció sòlids i estables. D'altra banda, una de les raons de ser de les matemàtiques és el seu impacte en els avenços científics i tecnològics, les seves aplicacions. Finalment, no podem parlar de recerca sense comptar amb un capital humà ben preparat i amb bones condicions per exercir la professió. A mi m'agradaria poder acabar el meu mandat constatant que l'EMS ha contribuït d'alguna manera en els tres eixos que acabo d'esmentar. En l'aspecte de les infraestructures, treballarem per obtenir finançament de la Unió Europea amb l'objectiu de dur a terme projectes transnacionals en els quals també es puguin implicar centres emergents o de països on el finançament és deficient. Un segon projecte consisteix en la creació d'un Institut Europeu de Matemàtiques per a la Innovació que ofereixi les matemàtiques a les indústries i coordini xarxes locals d'iniciatives similars ja existents. Aquest projecte s'ha anat gestant en un estudi promogut per la European Science Foundation anomenat «Forward look on mathematics and industry» i ara cal fer un pas ferm endavant per consolidar-lo. M'agradaria també posar en marxa una fira virtual, i en determinades ocasions presencial, per ajudar els joves doctors a trobar el lloc de treball més adequat a la seva formació i plans de futur; és a dir, una mena de mercat en què els diferents agents —centres de recerca, universitats, empreses, fundacions, etc.— puguin fer les seves ofertes i els matemàtics puguin trobar aquella que els sembli més convenient. Òbviament, tot això requereix diners, però com que no es parteix de zero, simplement un intens treball de coordinació ja podria donar certs fruits.

SCM: Tots sabem que això de «les matemàtiques són molt difícils» és encara una expressió que, desgraciadament, se sent a dir massa sovint. La divulgació matemàtica és una bona manera de lluitar-hi en contra?

MS: Sí, és clar. La divulgació científica té com a objectiu augmentar el coneixement de les ciències; el coneixement allunya les pors i els prejudicis i pot aconseguir una atracció pel camp científic que es vol divulgar. Ara bé, la divulgació, com qualsevol acte mediàtic transmet missatges que poden resultar polèmics. Vull dir que

la divulgació científica, i matemàtica en particular, és quelcom més complicat del que sembla a primera vista. Per exemple, en matemàtiques hi ha una tendència divulgativa que insisteix més aviat en els aspectes lúdics i estètics de la disciplina. I em pregunto, és aquest un missatge que fa incrementar el coneixement de les matemàtiques? Jo crec que no gaire. Em sembla més bàsic i atractiu explicar, per exemple, com les matemàtiques intervenen en la tecnologia utilitzada en el diagnòstic per la imatge.

SCM: Quines altres relacions cal potenciar entre matemàtiques i societat?

MS: Qualsevol oportunitat per acostar les matemàtiques a qui no hi està familiaritzat i per fer més entenedora la professió matemàtica, s'ha d'aprofitar. Per què els científics que treballen en la reproducció assistida gaudeixen de prestigi social i els bons escriptors són admirats, per posar dos exemples en camps ben diversos? Els resultats d'ambdós col·lectius, de manera diferent, tenen conseqüències palpables en el benestar de les persones. Els primers ajuden a fer realitat projectes de vida, els segons participen en el nostre lleure i en els moments de fugida de la rutina quotidiana. Però és que les matemàtiques també fan això mateix! El que falta reforçar són les vies de transferència d'aquest missatge. Abans hem parlat de la divulgació, aquesta n'és certament una. L'abast pot ser molt ampli però la profunditat del missatge potser no gaire intensa. També hem parlat de l'educació. L'educació interessa a un ventall molt ampli de la societat i en els processos educatius més bàsics, a banda dels professionals, hi són també presents les famílies. Amb la complicitat dels mestres i professors el fantasme de les matemàtiques com a factor de fracàs hauria de desaparèixer; no és gaire difícil explicar amb exemples que, de la mateixa manera que calen les llengües per comunicarnos, calen les matemàtiques per fer ciència, i que la ciència està en la base del progrés de la humanitat. Una altra via que cal potenciar, especialment en el nostre país, és la transferència del coneixement matemàtic al sector productiu. Podríem parlar d'això hores i hores... I no voldria acabar sense citar la importància que té ser present en associacions, fòrums, etc. que tenen com a objectiu cercar recursos i fer *lobby* per la ciència.

SCM: Com valora el moment actual de la matemàtica, com a disciplina científica?

MS: Si pensem en la producció científica i en la seva repercussió, crec que estem passant per un moment molt bo. La necessitat d'equips multidisciplinaris per abordar projectes i reptes científics de gran abast ha ajudat moltíssim a visualitzar el rol important de les matemàtiques. Els grans avenços científics i tecnològics que estan canviant el funcionament de la societat i la nostra manera de viure, han situat les matemàtiques com a la ciència bàsica per a la innovació. En pocs decennis, les matemàtiques han passat d'un cercle d'influència reduït bàsicament a la física a un altre de molt més ampli. He citat abans la medicina, però podríem també citar la biologia, l'economia, les tecnologies per a les comunicacions i la informació... És, doncs, un escenari fantàstic en el qual les matemàtiques, a banda de conservar el seu prestigi i activitat com a ciència bàsica i llenguatge de les altres ciències, s'estan posicionant com un element actiu d'aquesta transformació global. Ara bé, tradicionalment les matemàtiques s'han desenvolupat en cercles força reduïts, i ni la majoria de matemàtics ni les infraestructures disponibles estan, en molts casos, a punt per adaptar-se a aquest nou escenari. I molts dels que prenen decisions sobre polítiques científiques desconeixen aquestes necessitats. Per tant, seria possible que aquest ritme tan favorable per a les matemàtiques es veiés frenat o alentit per la manca de suport en aspectes tan bàsics com els recursos humans i les infraestructures.

SCM: És clara, doncs, aquesta tendència actual de proliferació d'àrees emergents d'aplicació de la matemàtica. Creus que és només conjuntural o que es tracta d'una tendència sòlida a mitjà i llarg termini?

MS: No crec que això sigui una moda i penso que aquesta tendència es mantindrà almenys a mitjà termini. Resulta però arriscat predir què pot passar a llarg termini. La proliferació de noves àrees d'aplicació de les matemàtiques és una conseqüència de la dinàmica que segueix el progrés científic i tecnològic i és una demanda dels processos d'innovació. En aquestes dinàmiques, les matemàtiques no estan actuant exclusivament de servidores, de calaix de solucions a problemes. Les matemàtiques hi troben una font d'inspiració i motivació per a noves teories i estudis. I també una bona font de finançament. Per tant, es pot dir que és una aliança positiva i vigoritzant per a tots els par-

ticipants i amb resultats beneficiosos per a la societat.

SCM: Podem dir, doncs, que el paper de la matemàtica en el desenvolupament científic del segle XXI serà encara més important i central del que ho ha estat en el segle XX?

MS: Això és exactament el que estem presenci-ant, una gran vitalitat i dinamisme, i també un canvi en les maneres d'exercir la professió d'investigador en matemàtiques, una actitud més col·laborativa i oberta. Si la dinàmica actual de progrés no es veu frenada per esdeveniments greus i indesitjables, crec que, efectivament, les matemàtiques tindran una influència més extensa que en el passat.

SCM: Centrem-nos en Catalunya. Com veus el moment actual de la matemàtica catalana?

MS: En força sintonia amb el que està passant en l'àmbit mundial. Hi ha vitalitat i entusiasme, i tenim molts bons matemàtics, bons equips, bona infraestructura i bones connexions internacionals. Aquests són els aspectes positius. Ens falta el prestigi i el grau d'excel·lència dels països que tenen una tradició molt més llarga que la nostra. No crec que assolim això a la mateixa velocitat que hem aconseguit l'extraordinari grau de producció científica i de projecció internacional. Però vull creure que hi arribarem.

SCM: És evident que Catalunya quasi no existia en el mapa del món matemàtic abans dels anys seixanta, i que ara té una posició força respectable i respectada. Però, tal com comentes, encara queda molt per fer; quina és la nostra principal debilitat, i què podem fer, individualment i com a col·lectiu, per superar-la?

MS: Una de les debilitats que tenim és la fragmentació i la tendència a mantenir petites esferes de poder, la qual cosa dificulta la creació d'aliances fructíferes. Això impedeix fer quallar projectes que tinguin impacte en el futur de la recerca a casa nostra, siguin sostenibles i tinguin una repercussió internacional notable. Per exemple, considero una debilitat que, fins ara, no haguem estat capaços de teixir els acords necessaris per oferir un únic programa postdoctoral de matemàtiques, a l'estil de la Berlin Mathematical School. Hauríem d'entendre que per ser competitius cal deixar en segon pla interessos personals i amb poca perspectiva de futur.

SCM: En vista dels joves que pugen, com imagines els nostres departaments de matemàtiques d'aquí a vint o trenta anys?

MS: Una altra de les debilitats que em preocupa molt és la rigidesa de les estructures i normes de funcionament que regeixen les universitats. Dificulten l'atracció de talents de qualsevol part del món, no faciliten la promoció selectiva del personal amb criteris de competència científica, no impulsen gaire la mobilitat, no incentiven l'excel·lència. Calen canvis molt radicals per aproximar-nos a un model que, en primer lloc, faci atractiva la professió i sigui més adequat per competir en igualtat de condicions amb els països del nostre entorn polític reconeguts per la seva excel·lència. Si les mateixes estructures perduren, no sé si el moment relativament dolç en què estem instal·lats sobreviurà gaire anys més.

SCM: L'estiu passat a Bangalore, Índia, es van atorgar les últimes quatre medalles Fields. És només un somni pensar que algun dia pugui haver-hi un medalla Fields català?

MS: Crec que pot ser una realitat. I aquest és un dels objectius que ens hauríem de proposar. Caldria treballar a fons per posar les condicions que ho facilitin. Em fa la impressió que l'obtenció de premis de gran prestigi, com les medalles Fields, requereixen la conjunció de diverses circumstàncies. La més clara i amb més pes és tenir candidats competitius. Però cal també que aquests candidats siguin suficientment coneguts i apreciats per la comunitat internacional i assoleixin el consens del comitè que els atorga. Abans he assenyalat que el nivell de producció científica de la comunitat catalana està a l'altura de països que tenen medalles Fields. Quan analitzem l'excel·lència, encara no estem gaire ben situats i el nivell de representació en comitès internacionals tampoc és bo. I és que això és molt més difícil d'assolir i requereix esforç i perseverança. És indispensable seleccionar i mimar el talent, proporcionar les bones condicions perquè doni fruits. Crec que no s'ha fet encara el pas decisiu de crear estructures per al desenvolupament d'una recerca en matemàtiques d'excel·lència i de dotar-les adequadament. Ara bé, sortosament no estem pas a zero i tenim alguns exemples realment notables que fan veure el futur amb esperança.

SCM: Fa uns anys es va temptejar, sense èxit, la possibilitat que Catalunya esdevingués membre directe de l'IMU sense dependre d'Espanya (en el que seria un equivalent a la «selecció esportiva» matemàtica pròpia). Serà possible això en un futur proper, o els catalans també

ens hem de resignar a ser ciutadans de segona, matemàticament parlant?

MS: A la Societat Matemàtica Europea, la Societat Catalana de Matemàtiques n'és *full member*, igual que l'Alemanya, la Suïssa o la London Mathematical Society, per exemple. Crec que això marca una diferència molt significativa entre l'EMS i l'IMU. El que compta a l'EMS és l'existència d'una comunitat matemàtica ben consolidada, independentment de l'organització política del país en el qual s'ubica. He començat fent aquest aclariment per insistir en el fet que ni ens hem de resignar a res, ni ens hem de sentir comunitat matemàtica de segona categoria, perquè no ho som. Crec que el problema el té l'IMU que, fins ara, no ha mostrat la flexibilitat necessària per adaptar els seus estatuts a la realitat científica. I el precedent de l'EMS pot ser un bon exemple per tenir en compte. Caldria continuar treballant per assolir aquest canvi; i no amb una actitud de victimisme sinó més aviat amb la d'un clar convenciment. Ara bé, sense una forta comprensió i receptivitat del problema per part dels càrrecs de l'IMU i aliances sòlides amb membres de l'IMU que hi donin suport, crec que no ens en sortirem pas...

SCM: Quins consells donaries als departaments de matemàtiques catalans des d'una perspectiva europea?

MS: No és fàcil contestar això perquè a Catalunya hi ha un nombre considerable de departaments de matemàtiques amb característiques diverses, des de molt grans i multiàrees fins als petitets. Abans he esmentat un cert temor sobre el desenvolupament futur d'aquests departaments i les seves causes. També m'he referit a l'esquema de fragmentació i els seus inconvenients. Cal emprendre una acció rotunda per a l'oferta d'una formació de postgrau conjunta, amb vocació internacional. És necessari dissenyar una política de personal a mitjà i llarg termini. En particular, cal una obertura en la captació de professors i investigadors, introduint criteris que afavoreixin l'injecció de cervells que puguin obrir noves línies d'investigació o reforçar les més sòlides ja existents. Cal coordinar-se per a la gestació de projectes de cooperació per tal d'assolir uns nivells crítics de qualitat i de recursos humans que enriqueixin la nostra recerca.

SCM: I algun consell per al món de la secundària, tant important per a la motivació i formació inicial dels futurs matemàtics?

MS: Genèricament, caldria prestar molta atenció als estudiants que demostren un talent especial en alguna disciplina i és absolutament necessari estimular-los de manera especial. Un tractament uniforme impedeix el desenvolupament de les aptituds i fomenta la pèrdua d'interès pel coneixement. En el cas concret de les matemàtiques, cal presentar-les en el context científic i tecnològic del segle actual i valorar els mecanismes del raonament abstracte, de les demostracions. El domini de la capacitat en l'argumentació correcta és un component absolutament transversal en qualsevol formació.

SCM: I quins deures ens poses a la SCM, precisament ara que fa poc hi ha hagut renovació de Junta i de president?

MS: Deures en relació amb l'EMS? Històricament, la SCM ha estat un membre molt actiu de l'EMS. Fer un llistat exhaustiu de col·laboracions ocuparia molt d'espai. No puc però deixar d'esmentar que, del 10 al 14 de juliol de l'any 2000, Barcelona va ser un aparador fantàstic de l'EMS en ocasió del 3ecm (Third European Congress of Mathematics). I fou així gràcies a la visió, dedicació i entusiasme d'un nombrós equip de matemàtics que vam treballar dirigits i coordinats per Sebastià Xambó, aleshores president de la SCM. L'EMS considera aquell congrés com un dels més exitosos que mai s'han celebrat. Per tant, la SCM ha fet molt i molt ben fet per a l'EMS. I és això el que voldria demanar al nou equip de govern de la SCM: mantenir un alt nivell d'implicació amb projectes i comissions de l'EMS, perquè l'èxit de l'EMS depèn del que aporten els seus membres; col·laborar en el coneixement i visibilitat de l'EMS mitjançant tramesa d'informació periòdica als socis de la SCM, i ajudar a la captació de nous socis individuals de l'EMS.

SCM: Finalment, què diries a un jove que, sense conèixer gaire aquest món, decideix dedicar-se a les matemàtiques simplement «perquè m'agraden»?

MS: Li diria que, d'entrada, comencem bé. Perquè per sentir-se feliç i realitzat en una professió, cal que trobem atractiu pels diferents aspectes del seu exercici. Però també insistiria en el fet que no n'hi ha prou amb sentir-se atret. Igual que per ser un bon pianista no n'hi ha prou amb adorar la música, sinó que cal talent i formació, per dedicar-se a les matemàtiques i no patir una frustració hauria d'estar segur de posseir

un cert talent. El talent que portem en forma incipient el descobrim més fàcilment els que ens envolten: professors, família, amics. Aleshores li preguntaria: t'han dit moltes vegades que serveixes per a les matemàtiques? Sí? Doncs endavant, ara cal potenciar les teves aptituds, fer-les florir; i això només és possible amb un procés de formació molt bo i intens. Cal esforç,

Impressions de l'ICM 2010

Del 19 al 27 d'agost de 2010 va tenir lloc a Hyderabad —la «ciutat de les perles», capital de l'estat d'Andhra Pradesh i la sisena ciutat més poblada de l'Índia— el congrés mundial dels matemàtics, ICM 2010. Aquest congrés se celebra cada quatre anys des de 1897 (amb interrupcions causades per les guerres) i és l'esdeveniment cabdal de la comunitat matemàtica internacional. L'evolució del seu programa científic va marcant l'evolució mateixa de les matemàtiques al llarg de les dècades. I haver estat invitat a un ICM com a conferenciant marca un abans i un després en la carrera de molts matemàtics. També és el lloc on es lliuren des de 1936 les medalles Fields i més recentment altres premis.

En el número anterior de la *SCM/Notícies*, el president Carles Perelló va fer-ne un excel·lent resum. Aquí trobareu una crònica més detallada i sobretot més subjectiva. En molts sentits, l'ICM 2010 va ser com cadascun dels congressos mundials anteriors (Madrid 2006, Pequín 2002, Berlín 1998, Zuric 1994, etc.). Però també va tenir característiques ben pròpies, a causa sobretot de la peculiar idiosincràsia índia.

Un país fascinant però caòtic

La República de l'Índia és un país d'enormes contrastos, probablement un dels països del món on aquesta frase feta és més escaient. La presidenta de l'Índia, Pratibha Patil, ho va destacar durant el seu magnífic discurs a la cerimònia inaugural de l'ICM, tot citant una vella dita: «De qualsevol cosa que digueu sobre l'Índia, el contrari també és cert». A l'Índia podeu visitar alguns dels llocs més luxosos o més bells del món, com el Taj Mahal a Agra o el palau dels maharajas a Jaipur; alhora, a poca distància,

però goso dir sense dubtes que les matemàtiques són meravelloses i dedicar-s'hi és una bona aposta.

SCM: Marta, moltes gràcies per aquestes interessants paraules. En nom de la SCM i de la matemàtica catalana et desitgem els millors èxits i encerts en aquesta nova responsabilitat al capdavant de l'EMS.

trobareu indrets on la gent viu en condicions de pobresa extrema. A Hyderabad s'aixequen edificis espectaculars de moltes multinacionals de la informàtica i les comunicacions a ben pocs quilòmetres de barris on, cada cop que plou més del que és habitual, els carrers i les cases s'omplen d'aigua i de fang. Hi ha bones autovies en molts llocs del país, però s'hi ha de conduir amb compte per no xocar amb cap vaca de les nombroses que s'hi passegen.



Caos de trànsit en el centre de Hyderabad.

En un país així, moure's d'un lloc a un altre no és gens senzill per a un congressista tocat i posat. Els mitjans de transport públic només són adients per a aventurers, les grans distàncies dificulten molt anar a peu i no es pot ni pensar a llogar un cotxe. La solució més raonable és gairebé sempre contractar un taxi, a preu fet, cada cop que es vol sortir de l'hotel, per a tot el temps que transcorri fins a la tornada. El taxista s'esperarà pacientment a cada lloc que es visiti i a cada botiga on es vagin a comprar records —ell mateix estarà encantat de recomanar-ne algunes, de botigues!

Un congrés ben organitzat

L'ICM 2010 va sortir bé; podríem dir que amb un percentatge semblant d'encerts i d'errades que els congressos mundials passats més recents. Va fer-se al palau de congressos més gran de l'Índia, de 27.000 m², enganxat a un hotel de cinc estrelles i ubicat a HITEC City (Hyderabad Information Technology Engineering Consultancy City), un gran complex d'empreses de tecnologia de la informació de 0,61 km² situat als afores de la ciutat; una bombolla de modernitat de la qual molts congressistes només varen sortir en comptades ocasions.

La cerimònia inaugural va ser lluïda i, com sempre, emocionant, especialment en els instants previs a l'anunci dels noms dels guanyadors de la Medalla Fields, un secret que mai no s'escapa abans d'hora. En aquesta ocasió, els premis varen ser Elon Lindenstrauss (Universitat Hebrea de Jerusalem), Ngô Bao Châu (Universitat de Chicago, nascut a Hanoi), Stanislav Smirnov (Universitat de Ginebra, nascut a Leningrad, actual Sant Petersburg) i Cédric Villani (Institut Henri Poincaré, París). En un altre article d'aquest número es detallen els seus mèrits científics. A més, es va atorgar el Premi Nevanlinna d'aspectes matemàtics de la informàtica a Daniel Spielman (Universitat de Yale), el Premi Gauss per a resultats importants amb aplicacions més enllà de les matemàtiques a Yves Meyer (Escola Normal Superior de Cachan, París) i la Medalla Chern a una trajectòria brillant de tota una vida a Louis Nirenberg (Courant Institute, Nova York).

Les conferències plenàries del congrés varen ser impartides per les vint persones següents: David Aldous (Estats Units), Artur Avila (Brasil), R. Balasubramanian (Índia), Jean-Michel Coron (França), Irit Dinur (Israel), Hillel Furstenberg (Israel), Thomas J. R. Hughes (Estats Units), Peter Jones (Estats Units), Carlos Kenig (Estats Units), Ngô Bao Châu (Estats Units), Stanley Osher (Estats Units), R. Parimala (Estats Units), A. N. Parshin (Rússia), Shige Peng (Xina), Kim Plofker (Estats Units), Nicolai Reshetikhin (Estats Units), Richard Schoen (Estats Units), Cliff Taubes (Estats Units), Claire Voisin (França) i Hugh Woodin (Estats Units).

La llista de seccions temàtiques va ser pràcticament la mateixa que en els congressos de 2006 i 2002. En aquestes seccions es varen impartir

cent seixanta-set conferències invitades. A més, el programa científic del congrés va incloure prop de set-centes cinquanta comunicacions curtes de quinze minuts (com de costum, amb criteris de selecció no gaire exigents), sessions de pòsters i tres taules rodones sobre aspectes socioculturals, educatius i divulgatius de les matemàtiques. El penúltim dia del congrés es va oferir una sessió oberta de debat sobre procediments quantitius d'avaluació de la recerca en matemàtiques, durant la qual es va evidenciar una preocupant manca de consens i d'alternatives vàlides als sistemes actuals, basats principalment en els factors d'impacte de les revistes, que alguns tecnòcrates defensaven i molts participants atacaven amb argumentacions només parcialment convincentes.



Debat sobre índexs d'avaluació de la recerca el 26 d'agost.

Entre els actes socials complementaris al congrés va destacar l'excel·lent obra de teatre *A disappearing number*, de la companyia britànica Complicite, sobre la vida i la mort de Srinivasa Ramanujan i la seva breu col·laboració amb G. H. Hardy a Cambridge. Qui escriu aquestes línies va quedar impressionat d'adonar-se, durant el transcurs d'aquesta obra de teatre, que la seva habitació d'hotel a Hyderabad era precisament la $1729 = 9^3 + 10^3 = 12^3 + 1^3$ (un número «irrellevant», segons la pífia llegenda de Hardy). Qui això escriu també va ser un dels trenta-nou participants al congrés que va perdre la seva partida en una sessió de simultànies d'escacs amb Viswanathan Anand, actual campió del món. Un xicot de catorze anys, Srikanth Varadaraj, va aconseguir empatar la seva partida (que de fet hauria d'haver guanyat, si no s'hagués atabalat al final). Val a dir que aquest noi,

estudiant de secundària a Bangalore, va impartir una de les comunicacions curtes del congrés, a la secció de matemàtiques a les ciències i a la tecnologia, amb el títol «Derivation and geometric proofs of corollaries of the developable surface equations and industrial applications». Potser en tornarem a sentir a parlar...

Mathematics in Spain

L'espai d'exposició dels estands va ser el menys vistós dels darrers congressos mundials. Possiblement les dificultats i el cost del trasllat del material a l'Índia varen desanimar algunes editorials, i els entrebancs per aconseguir equipament per als estands els varen acabar de deslluir.

Un dels estands tenia per rètol «Mathematics in Spain», amb la qual cosa Espanya va esdevenir l'únic estat del món amb un stand a l'ICM 2010. En aquest stand es va exhibir documentació de les societats matemàtiques (entre aquestes la SCM) i altres institucions, com el Centre de Recerca Matemàtica (CRM) o algunes universitats. Havia estat promogut pel Comitè Espanyol de Matemàtiques (CEMAT) amb un ajut econòmic del Programa Consolider «Ingenio Mathematica», que a més va subvencionar la participació de deu matemàtics espanyols joves al congrés.

La principal atracció de l'stand va ser una samarreta de la selecció espanyola de futbol regalada i signada pel jugador asturià Juan Mata, actualment davanter del València i amic de Santos González, de la Universitat d'Oviedo, coordinador de l'stand juntament amb Carles Perelló. L'ambient de bona col·laboració entre l'equip de persones que varen muntar i vigilar aquest stand, entre elles Oriol Serra en representació de la SCM i qui això escriu, va ser ple i efectiu.

Tanmateix, va sobtar molt que només una de les conferències invitades en tot el congrés

fos impartida per matemàtics espanyols: Isabel Fernández (Universitat de Sevilla) i Pablo Mira (Universitat Politècnica de Cartagena), que varen parlar conjuntament sobre superfícies de curvatura mitjana constant en geometries de Thurston tridimensionals. A l'ICM de Madrid, el 2006, hi va haver un conferenciant plenari espanyol (Juan Luis Vázquez) i deu conferenciants invitats en les seccions temàtiques. Aquesta davallada en el congrés de 2010 no té cap justificació en termes de la qualitat de la recerca que es fa a l'Estat espanyol. Esperem que no es repeteixi el 2014.

Cal recordar que la representació en càrrecs internacionals d'alt nivell sí que passa per un bon moment, gràcies a Marta Sanz-Solé, que és presidenta de l'EMS des del gener de 2011, i a Manuel de León, que és membre del comitè PESC (Physical and Engineering Science) de la Fundació Europea per a la Ciència des de 2006 i va ser reelegit com a membre del Comitè Executiu de la Unió Matemàtica Internacional l'any passat a Bangalore just abans de l'ICM. Per cert, la propera presidenta de la Unió Matemàtica Internacional serà Ingrid Daubechies, de la Universitat de Princeton, també la primera dona que assoleix aquest càrrec.

Xifres de participació

Segons el web de l'ICM 2010, el nombre total de participants inscrits va ser de 2.941 (entre ells 1.547 indis), un nombre lleugerament inferior als 3.441 de Madrid 2006 (amb 1.302 espanyols) i força inferior als 4.260 de Pequín 2002 (que incloïen uns 1.700 xinesos). Només 64 participants de nacionalitat espanyola es varen inscriure a Hyderabad. Esperem també que aquest nombre torni a créixer en propers congressos mundials, tot i que la gran distància geogràfica a Seül ho farà difícil l'estiu de 2014.

Carles Casacuberta
UB

In memoriam

Joaquim Font i Arjó (1958-2010)



El 18 de novembre va morir el professor Joaquim Font i Arjó. Sols tenia 52 anys. En Quim, que és com el coneixíem —costa escriure això en passat—, va estar vinculat ininterrompudament a la Facultat de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona des de mitjan anys setanta;

primer com a estudiant, després com a becari, com a ajudant i professor associat, i finalment, durant els darrers vint anys, com a professor titular del Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi. S'havia doctorat a la UB l'any 1990.

Ara, malgrat que ja no podem gaudir de la seva companyia ni perllongar les converses que durant tants anys hem tingut, ens queden molts motius per recordar-lo.

En les mostres de condol que els seus alumnes, amics i companys han escrit, tothom en diu que era una bona persona i molts escriuen aquestes dues paraules amb majúscules. I és que, per damunt de tot, en Quim era una persona amb principis i valors. No calia haver-lo tractat gaire temps per descobrir la seva honradesa, solidaritat, generositat i amabilitat; en definitiva, per adonar-se que era algú com cal. Això ho saben bé tots els joves que al llarg de molts anys s'han anat incorporant al Departament. Ell era el company que sempre estava a punt per donar un cop de mà, per donar un consell, per fer que tothom estigués i se sentís integrat i a gust.

A en Quim li agradaven molt les matemàtiques i ensenyar l'ofici encara més. Els seus alumnes recorden la paciència i dedicació amb què

atenia dubtes i preguntes durant llarguíssimes estones. Era una mostra de la seva dedicació al treball, la mateixa que va posar a l'hora d'engegar l'ensenyament d'informàtica a la Universitat de Barcelona. Alguns cops ens deia que sentia que no se li donava suport en aquesta feina, però es va mantenir al davant fins que aquest projecte va haver cristal·litzat.

La recerca la va desenvolupar en el camp de la mecànica celeste. Les seves contribucions se centren en uns problemes concrets: l'estudi de les varietats invariants hiperbòliques dels punts d'equilibri del problema restringit de tres cossos, l'estudi de les anomenades òrbites de segona espècie i de les òrbites de quasicol·lisió consecutiva del mateix problema, i l'anàlisi de les famílies d'òrbites periòdiques d'alguns potencials galàctics. Els resultats que va obtenir per aquests problemes són molt acurats i complets, tant des d'un punt de vista quantitatiu com qualitatiu i són coneguts i apreciats pels experts. En Quim tenia totes les qualitats per ser un investigador de primera línia en aquest camp: curiositat, interès i recursos, tant teòrics com numèrics. Però la seva opció personal i admirable va ser dedicar la quasi totalitat del seu temps a l'atenció dels estudiants.

Després de més de vint anys d'anar cada dia a fer el cafè plegats, no podem acabar aquest escrit sense recordar també les converses del dia a dia, l'«aquest matí he sentit a la ràdio», l'«ahir fent zàping» o el «ja vas veure el Barça». Per cert, Quim, «l'altre dia li va tornar a fotre cinc gols al Madrid, i de les eleccions ja en parlarem una altra estona».

Els amics del Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi, UB

Peter J. Hilton (1923-2010)



Peter John Hilton va finir el 6 de novembre de 2010 a Binghamton (Nova York), després d'una vida llarga i intensa. Ha deixat un ampli llegat a la topologia, l'àlgebra i l'educació matemàtica, a més d'una petja fonda a Catalunya. Els fruits del seu talent també van recollir-se fora de les matemàtiques.

Apunts biogràfics

Hilton va néixer a Brondesbury, un barri del nord de Londres, el 7 d'abril de 1923. Quatre fets van marcar la seva vida i la seva carrera:

- *L'accident de cotxe.* Quan tenia deu anys, mentre empaitava un company seu d'escola pel carrer, el va atropellar un cotxe. Ni el cotxe ni el company eren qualssevol: el cotxe era un Rolls Royce i el company era Derek Godfrey, que més tard esdevindria un actor shakespearí molt distingit. Hilton va haver de passar un llarg període de recuperació en un llit de l'hospital i allà s'afecionà a resoldre problemes de matemàtiques, escrivint-ne les solucions en el guix que li embolcallava la cama esquerra. Descobrí la seva passió per les matemàtiques, que el duria a ingressar a la Universitat d'Oxford uns quants anys més tard.
- *El servei d'intel·ligència militar britànic.* L'any 1941, amb divuit anys, ja estudiant a Oxford, fou contractat per treballar en el servei d'intel·ligència militar britànic a Bletchley en el projecte «Enigma», l'objectiu del qual era desxifrar els codis utilitzats pels alemanys amb la tristament famosa màquina d'aquest nom. Tres fets van influir en el seu fitxatge: era molt espavilat, sabia matemàtiques i parlava alemany.
- *John Henry Constantine Whitehead.* A Bletchley, va treballar i va conèixer amb molts matemàtics professionals, entre ells Henry Whitehead, Max Newman i Shaun Wylie. Amb tots establí amistat, però sobretot amb Whitehead: «I became very, very friendly with Henry Whitehead, on first-name, beer-drinking terms». Acabada la guerra, Whitehead li va proposar tornar a Oxford per convertir-se en el seu primer

estudiant de doctorat de la postguerra. Encara que Hilton llavors no sabia res de topologia, Whitehead l'encoratjà: «Oh, don't worry, Peter, you'll like it». I així va ser.

- *L'afeció al teatre i Margaret.* De jove, a Hilton ja li agradava molt el teatre i participava en representacions de teatre *amateur*. Després de l'èxit assolit en el drama de Pushkin *The Queen of Spades*, quan els diaris van parlar d'ell com el millor actor *amateur* de la temporada, la següent obra en què va treballar, on representava un pastor de l'església, fou molt lloada excepte la interpretació del pastor. Això el va desanimar, tot i que el contacte amb el teatre no el podia perdre. En un ball de Nadal, sense triar-ho, es va veure obligat a acompanyar Margaret Mostyn (Meg, com sempre li va dir) i aquest fou el seu primer contacte amb una actriu professional; el segon, aplaudint-la mentre ella interpretava *The Wishing Well*. Peter i Meg es van casar l'any 1949 (el mateix any que ell es va doctorar a Oxford) i van tenir dos fills: Nicholas i Timothy.

Hilton va ser *Distinguished Professor of Mathematics* a la Universitat Estatal de Nova York a Binghamton des de 1982, emèrit des de 2003. Anteriorment havia estat lector a la Universitat de Cambridge i a la Universitat de Manchester, i professor a les universitats de Birmingham, Cornell, Washington i Case Western Reserve.

La seva investigació es va centrar en topologia algebraica, teoria de categories, àlgebra homològica i educació matemàtica. Va publicar més de tres-cents treballs de recerca i va presidir nombrosos comitès de prestigi, entre ells el National Research Council Committee on Applied Mathematics Training.

Va ser autor de disset llibres: *An introduction to homotopy theory* (Cambridge University Press, 1953), *Differential calculus* (Routledge and Kegan Paul, 1958), *Partial derivatives* (Routledge and Kegan Paul, 1960), *Homology theory. An introduction to algebraic topology* (amb S. Wylie; Cambridge University Press, 1960), *Homotopy theory and duality* (Gordon and Breach, 1965), *Algebraic topology* (Courant Institute, 1969), *A Comprehensive textbook of classical mathematics* (amb H. B. Griffiths; Van Nostrand Reinhold, 1970; reeditat per Springer,

1978), *General cohomology theory and K-theory* (London Mathematical Society Lecture Notes Series, Cambridge University Press, 1971), *Lectures on homological algebra* (American Mathematical Society, 1971), *A course in homological algebra* (amb U. Stambach; Springer, 1971), *A course in modern algebra* (amb Y.-C. Wu; John Wiley, 1974), *Localization of nilpotent groups and spaces* (amb G. Mislin i J. Roitberg; North Holland, 1975), *Fear no more* (amb J. Pedersen; Addison-Wesley, 1983), *Build your own Polyhedra* (amb J. Pedersen; Dale Seymour Publications, 1994), *Mathematical reflections. In a room with many mirrors* (amb D. Holton i J. Pedersen; Springer, 1996), *Mathematical vistas. From a room with many windows* (amb D. Holton i J. Pedersen; Springer, 2002), *A mathematical tapestry. Demonstrating the beautiful unity of mathematics* (amb J. Pedersen; Cambridge University Press, 2010).

Li fou atorgada la distinció de doctor *honoris causa* per la UAB l'any 1989, i també a les universitats de Michigan (1977) i Newfoundland (1983). Va dirigir vint tesis doctorals, la primera el 1960 (M. Arkowitz, Cornell) i la darrera el 2000 (Changchao Su, Binghamton).

Algunes de les seves aportacions

En paraules seves, l'any 1985, «I think the best paper I ever wrote is a paper I wrote under the influence of Jean-Pierre Serre on the homotopy groups of the union of spheres [*J. London Math. Soc.*, 30 (1955), p. 154–172]. This was, I think, the first time that Lie algebras were used in homotopy theory in an effective way».

En efecte, el que s'ha anomenat teorema de Hilton-Milnor és segurament la seva contribució més rellevant a la topologia algebraica. Aquest teorema proporciona una descomposició de l'espai dellaços d'un coproducte finit de suspensions $\Omega(\bigvee_{i=1}^n \Sigma X_i)$ com a producte (en general, infinit) $\prod_{j=1}^{\infty} \Omega \Sigma Y_j$, on cada Y_j és un producte reduït d'alguns dels espais X_1, \dots, X_n . Com a conseqüència d'aquest resultat s'obté una fórmula per als grups d'homotopia d'un coproducte finit d'esferes. Per exemple, si $n \geq 2$, el grup $\pi_n(S^2 \vee S^2)$ és una suma directa $\bigoplus_{i=2}^n \pi_n(S^i)^{\tau(i-1)}$, on $\tau(k) = \frac{1}{k} \sum_{d|k} \mu(d) 2^{k/d}$ i μ és la funció de Möbius.

Tanmateix, els treballs de Hilton que han dut més el seu segell i que es van perllongar més en el temps van ser els dedicats a la teoria

de localització. S'hi barrejaven tres especialitats que ell dominava i estimava: la topologia, la teoria de grups i les categories. A les seves mans, aquestes especialitats es complementaven per donar resultats a vegades sorprenents i sempre atractius. El camí que el va dur a aquesta cruïlla va ser el fenomen de la cancel·lació (millor dit, la no-cancel·lació): si $X \times Y \cong X \times Z$, es dedueix necessàriament que $Y \cong Z$? Aquesta pregunta té sentit en la topologia i en l'àlgebra, i de fet és una pregunta típicament categòrica. És clar que la mateixa pregunta té sentit si es formula amb coproductes en comptes de productes, i els resultats que se'n deriven són d'un altre caire, sovint duals dels anteriors.

Conjuntament amb Guido Mislin i Joseph Roitberg, va obtenir resultats brillants i contraexemples famosos en aquest context. El de més anomenada va ser el primer exemple, descobert el 1968, d'una varietat topològica compacta que admet estructura de H -espai (és a dir, una multiplicació contínua amb unitat, no necessàriament associativa) i no és homotòpicament equivalent a cap grup de Lie ni a l'esfera S^7 ni a cap producte d'ells. Aquest espai va quedar batejat com el *criminal*, perquè va refutar la versió homotòpica del cinquè problema de Hilbert (tota varietat topològica que sigui un grup topològic és un grup de Lie, resultat afirmatiu el 1950). El criminal de Hilton-Roitberg és un espai X tal que $X \times S^3 \cong \text{Sp}(2) \times S^3$, on $\text{Sp}(2)$ és el grup simplèctic 2×2 .

Les idees emprades en aquest contraexemple van propiciar que Hilton, Mislin i Roitberg aprofundissin en la teoria de localització, on s'aplica a la topologia algebraica la tècnica aritmètica d'estudiar els espais «localitzant-los» en cada nombre primer, on sovint adquireixen simetries addicionals. El llibre que tots tres van publicar l'any 1975 és una magnífica eina didàctica i alhora conté molts resultats originals que van complementar tot allò que en aquella època descobriren Adams, Bousfield-Kan, Quillen, Sullivan i Zabrodsky, entre d'altres. Més endavant, el problema del gènere (comparar les propietats de dos grups o dos espais X i Y tals que les localitzacions X_p i Y_p són isomorfes per a tot nombre primer p) va ocupar la recerca de Hilton durant molt de temps, de fet fins fa ben pocs anys.

L'enfocament categòric d'aquest tipus de problemes a la teoria d'homotopia va trobar també en Hilton un mestre i un creador, en

col·laboració amb Beno Eckmann. La dualitat d'Eckmann-Hilton (descrita entre 1958 i 1964) és el fil conductor, encara ara, de molts cursos d'introducció a la teoria d'homotopia. Les esferes són espais amb un únic grup de cohomologia però amb grups d'homotopia difícils de calcular (de fet, desconeguts, en general), i en canvi els espais d'Eilenberg-Mac Lane tenen un únic grup d'homotopia però uns grups de cohomologia difícils de calcular. Aquesta dualitat entre homotopia i cohomologia consisteix només a «invertir el sentit de les fletxes» en els diagrames. És el mateix tipus de dualitat que relaciona un producte amb un coproducte i un espai de llaços amb una suspensió.

Altra vegada en paraules d'ell, «I do think that Eckmann and I did in that way systematize some ideas and we showed how certain ideas are naturally related. Some of these things were intuitively clear to certain people but had not been systematized. By systematizing them, we made them more readily accessible to students, but also we broadened and extended them substantially».

Certament, els seus articles van servir de guia i d'inspiració per a molta gent. Hi va ajudar la seva facilitat per encetar treballs en col·laboració amb altres persones i la seva gran capacitat per estimular la feina dels seus coautors joves.

La seva influència a Catalunya

El primer contacte de matemàtics catalans amb P. Hilton cal situar-lo a l'any 1964 i va ser purament virtual; no en el sentit que té ara el terme, sinó perquè no fou un contacte físic, simplement intel·lectual. A l'octubre de 1964, J. Teixidor, catedràtic de geometria analítica i topologia de la UB, decidí seguir com a llibre de text a l'assignatura de topologia de 5è curs de la llicenciatura de matemàtiques el llibre *Homology theory. An introduction to algebraic topology* de P. Hilton i S. Wylie, publicat feia poc per Cambridge University Press. Fou un revulsiu en l'ensenyament d'aleshores, més donat a explicar resultats esdevinguts clàssics que a introduir els estudiants en disciplines emergents.

Els estudiants d'aquella època no sabien què era la topologia algebraica ni qui era Peter Hilton. En l'acte de presentació de Hilton com a doctor *honoris causa* per la UAB l'any 1989, Castellet deia: «La meua coneixença amb Hilton ha seguit un procés d'aproximacions successives,

començant per un llibre, passant per articles de recerca i concloent en un coneixement personal i en una amistat que m'honora, que ens ha portat a la col·laboració científica».

Efectivament, del llibre de text alguns vam passar a llegir-ne articles de recerca i el contacte personal s'establí per primer cop l'any 1973 al Forschungsinstitut für Mathematik (FIM) de l'ETH de Zuric, on Castellet acabava de llegir la seva tesi doctoral, dirigida per B. Eckmann. Hilton i Eckmann, o Eckmann i Hilton, havien establert una col·laboració que des del punt de vista estrictament científic va durar més de quinze anys i que va donar lloc no només a una profunda amistat, sinó també a algunes de les pàgines més boniques i interessants de les matemàtiques de la segona meitat del segle XX. Castellet no conegué Hilton fins al 1973, però a Zuric ja li era familiar sentir parlar entre els estudiants de doctorat del «Pope» i del «Copope» (referint-se a Eckmann i a Hilton), parodiant grup i cogrup, fibració i cofibració, homotopia i cohomotopia, categoria i cocategoria... Mai no hem sabut qui era l'un i qui era l'altre.

L'any 1982, quan un dels autors d'aquesta nota era catedràtic a la UAB i l'altre un estudiant de la llicenciatura de matemàtiques, es començava a crear a la UAB un grup de recerca en topologia algebraica amb M. Castellet, J. Agudé (doctorat l'any 1979 i que acabava de tornar d'una estada postdoctoral al FIM de Zuric), I. Llerena (doctorada l'any 1977 a la UB) i el jove E. Frau, amb la mirada posada en tres estudiants que aviat estarien en condicions de fer la tesi doctoral: C. Broto, L. Saumell i C. Casacuberta.

És en aquest marc que J. Agudé i M. Castellet decidiren organitzar el primer congrés de matemàtiques a Catalunya de l'època moderna. Ara en diríem un minicongrés, ja que el nombre de participants fou de trenta-cinc. Però en una universitat jove i en un país que tot just començava a saber treballar en matemàtiques, l'organització del *Workshop on algebraic topology* al maig de 1982 fou un salt qualitatiu important. Cinc conferencians de primera línia (P. Hilton, G. Mislin, L. Smith, C. Wilkerson i A. Zabrodsky) i uns participants de no menys nivell (H. Hiller, J. Hubbuck, U. Koschorke, D. Husemoller, R. Piccinini, Xin-Yao Shen... i un jove doctorand, M. Hopkins, que pocs anys des-

prés esdevindria la figura de primer nivell que és ara). En aquest congrés, Hilton impartí lliçons sobre nilpotència a teoria de grups i a topologia, un dels temes on la seva aportació va ser més essencial. A títol d'anècdota, als que visquérem aquell congrés ens fa gràcia recordar que Hilton va arribar a Barcelona procedent d'Alaska i en va marxar en direcció a Singapur, en una època que els científics catalans tot just començaven a treure el nas al món. Hilton, que havia estat tota la vida un gran viatger i es trobava amb seixanta anys en un moment àlgid de la seva vida, afirmava que escrivia els seus articles de recerca als avions.

Després va visitar Barcelona moltes vegades més, sovint per a grans ocasions, com el desè aniversari del CRM l'any 1994, on va impartir la conferència de celebració. Va col·laborar durant anys en treballs sobre nilpotència, localització i gènere amb els autors d'aquesta nota i en didàctica amb N. Gorgorió. Alguns matemàtics catalans vam visitar-lo a Binghamton en moments clau de les nostres carreres. Vam aprendre d'ell, no només com obtenir resultats nous en matemàtiques, sinó com gaudir fent-ho i sobretot com transmetre'ls amb claredat i convicció.

Carles Casacuberta, UB
Manuel Castellet, UAB

Benoît B. Mandelbrot: científic i matemàtic



El 14 d'octubre de 2010 va morir Benoît B. Mandelbrot, un científic i matemàtic influent en les darreres dècades. I diem científic i matemàtic ja que, tot i la seva influència en una part de la comunitat matemàtica, influència que s'

explica com a impulsor de l'estudi dels *conjunts fractals* i, principalment, per donar nom a un dels conjunts matemàtics més interessants dels darrers anys, el seu treball va tenir sempre un caràcter interdisciplinari, que ell mateix explicava que li havia tancat moltes portes, almenys durant els primers anys de la seva carrera universitària.

Amb tot, com dèiem, la seva popularitat dins de la comunitat matemàtica, científica i potser fins i tot més enllà (ja sabem que de matemàtics que transcendeixen la comunitat matemàtica n'hi ha pocs, però que transcendeixin la comunitat científica encara n'hi ha menys..., excepte que el seu comportament social sigui prou *singular* perquè els diaris se'n facin ressò...) vingué de la popularitat del que avui en dia en diem *conjunt de Mandelbrot*. Aquest conjunt va estar en el moll de l'os del que a la dècada dels seixanta era una *nova* geometria, que es va anomenar *geometria fractal* i en el *descobrim*ent de la qual Mandelbrot va estar implicat. Parlarem una miqueta al final de l'article del significat matemàtic i d'alguns resultats d'aquest conjunt (no necessàriament deguts al mateix Mandel-

brot) que expliquen perquè ha despertat tant d'interès i mostren el potencial que s'amaga a la seva *frontera*.

Una breu biografia

Benoît B. Mandelbrot va néixer a Polònia el 20 de novembre de 1924 dins d'una família jueva que provenia de Lituània. La seva família tenia un fort accent científic ja que la seva mare era física i el seu oncle, Szolem Mandelbrot, va ser un matemàtic significat que va fer carrera a París i que va influir força, no sempre de manera positiva, en la seva carrera. Només la data del seu naixement i la seva condició de jueu a la Polònia dels anys trenta fa entreveure que la seva infància no va ser pas un camí de roses. Quan tenia tretze anys, juntament amb la família, va anar a viure a París i va entrar al Lycée (secundària francesa); però quasi immediatament (la guerra acabava d'esclatar i els jueus es temien el pitjor), la seva família es va desplaçar a un petit poble, Tulle, de l'interior de França, on potser passarien més desapercebuts. Allà va seguir estudiant al Lycée, on va gaudir d'un nombrós grup de bons professors i matemàtics que fugien, igual que els seus, de les ciutats importants com París atemorits pels esdeveniments de la guerra.

Finalitzada la guerra, al voltant de 1944, va tornar a París i, després d'un any al Lycée de Parc de Lyon, es va preparar per entrar o bé a l'École Normale Supérieure o a l'École Polytech-

nique. Tot i que la seva preparació en anàlisi no era gaire sòlida, els seus bons coneixements (i una intuïció innata) de geometria li van permetre passar els exàmens d'entrada per cursar els estudis a l'École Normale Supérieure, on era molt difícil accedir per la gran competitivitat. Malgrat tot, va decidir renunciar-hi i entrar a l'École Polytechnique. Segons ell mateix, la radicalitat matemàtica de l'estil de Nicolas Bourbaki imperant a l'École Normale Supérieure (i en la qual el seu oncle era un destacat membre) el va fer desistir i anar a estudiar a l'École Polytechnique.

De l'any 1945 al 1947 va estudiar en aquesta prestigiosa institució, on va tenir professors tan rellevants com Gaston Julia que, casualment, acabaria donant nom a uns conjunts matemàtics que ell mateix havia estudiat anys enrere, els (*conjunts de Julia*), i que estan fortament relacionats amb el conjunt de Mandelbrot. També va coincidir amb Paul Lévy, prominent analista i probabilista. Finalitzat aquest període va passar dos anys als EUA, al California Institute of Technology (CalTech), però, tot i les bones impressions que en va treure, va decidir tornar a París per fer la tesi doctoral.

Va defensar la seva tesi doctoral l'any 1952 sota el títol *Games of Communication*. Algunes fonts diuen que la tesi va ser sota la direcció de Paul Lévy, però ell mantenia que la va realitzar sense cap direcció acadèmica. La inspiració científica van ser dos llibres de gran impacte en aquell moment: *Cybernetics* (Norbert Wiener) i *Theory of games and economic behaviour* (Von Neumann i Morgenstern). Finalitzada la tesi doctoral va tornar als EUA (aquesta vegada a Princeton) convidat per Von Neumann, on va tenir els primers contactes amb les noves tecnologies del moment (és a dir els primers ordinadors) i va treballar en diversos camps sense cap línia de recerca prioritària.

El 1955 va retornar a Europa i es va casar amb Alette Kagan. Tot i tenir la intenció d'anar a viure a Ginebra per col·laborar amb Jean Piaget, el van reclamar des de França (que en aquell moment vivia una gran expansió pel que fa a les seves universitats) per anar a treballar com a professor de matemàtica aplicada a la Universitat de Lille i també per anar a donar classes a l'École Polytechnique. No es va adaptar (mai, podríem dir) als interessos de recerca dels matemàtics francesos i, després de passar

l'estiu de 1958 a l'IBM Thomas J. Watson Research Center a Yorktown Heights (Nova York), va decidir allargar l'estada un any. Aquest any es va allargar trenta-cinc anys més fins que, el 1987, IBM va decidir eliminar el seu departament de recerca bàsica. Va visitar Barcelona diverses vegades: el 1987 va visitar el Museu de la Ciència i va quedar fascinat per la geometria gaudiniana; el 1996 va donar una conferència a l'IEC al *workshop* «Physics and Geometry» organitzat per S. Xambó i D. Jou; el 2006 va parlar també al Cosmocaixa.

Finalment, l'any 1988 es va incorporar al Departament de Matemàtiques de Yale, fins que es va retirar el 2005. Va morir a l'edat de vuitanta-cinc anys a Cambridge, Massachusetts, d'un càncer de pàncrees.

Podríem dir que la consolidació de B. Mandelbrot com a científic de referència va ser la publicació del llibre *The fractal geometry of nature*, l'any 1982. Aquest llibre és un compendi de dues de les seves grans obsessions com a científic. És d'una banda un llibre de divulgació científica on el lector pot gaudir de la geometria fractal sense necessitat d'anar més enllà, però també posa de manifest que objectes amb una *nova* geometria que havien estat observats de manera individual i inconnexa per economistes, físics, enginyers o meteoròlegs (l'any 1963 va coincidir amb Eduard Lorentz, poc després que aquest publicés sense gaire interès en la comunitat científica del moment el treball sobre *dinàmica caòtica* en sistemes determinístics) segueixen un mateix patró i es poden entendre com un mateix *objecte* matemàtic.

Els diagrames que s'havien observat en el mercat de valors, les sèries temporals, les turbulències en mecànica de fluids, el perfil de les costes dels continents, l'estructura de les fulles dels arbres, observacions cosmològiques, els cristalls formats per l'aigua en estat de congelació i tants altres fenòmens naturals, eren tots el reflex, mantenia Mandelbrot, d'una nova geometria que es va anomenar *geometria fractal*. L'estudi sistemàtic de la matemàtica que envolta aquests conceptes, en topologia, anàlisi, geometria o probabilitats, ha estat motiu del treball intens d'una quantitat ingent de matemàtics durant els darrers trenta anys.

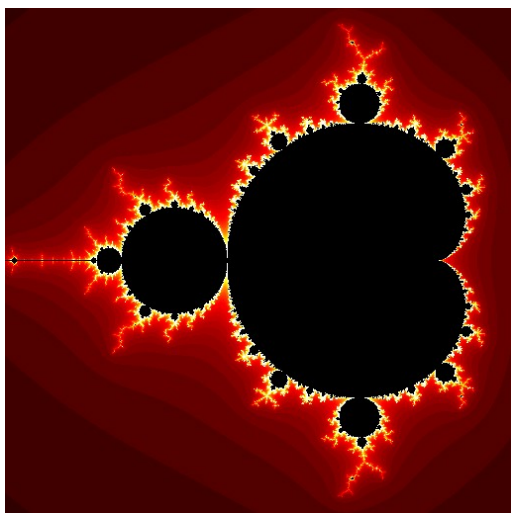
En aquest sentit, tota aquesta activitat de recerca al voltant del conjunt de Mandelbrot i de la geometria fractal ha anat molt més enllà de

l'activitat del mateix B. Mandelbrot. Ell va ser més l'impulsor de la nova teoria que no pas part dels avenços que ha generat aquest estudi, però ningú pot negar que la seva participació en tot plegat ha estat decisiva.

La seva recerca i el conjunt de Mandelbrot

El treball de B. Mandelbrot, més enllà del conjunt que porta el seu nom, és molt extens. Va publicar més de trenta llibres, i uns dos-cents articles en revistes d'economia, finances, física, matemàtica, matemàtica aplicada, probabilitats, estadística, biologia, etc. I també va ser molt productiu en la difusió de la ciència en general i de la seva obsessió per la geometria en particular.

Va rebre durant tota la seva vida una gran quantitat de premis i reconeixements acadèmics, tot i que ell sempre se'n va sentir una mica *off-sider* o incomprès. Potser, per un caràcter com el seu, més aviat tibet, els reconeixements no van ser suficients i així ho verbalitzava sovint, la qual cosa no el va ajudar a fer amics. No és menys cert, però, que el seu perfil tan interdisciplinari no té un lloc fàcil en el món científic actual.



Llegint algunes de les moltes entrevistes que se li van fer (tant en paper, com a la ràdio o televisió) hom veu en Benoît Mandelbrot una certa contradicció. Va ser un clar adversari d'una matemàtica tancada en si mateixa a la *Bourbaki* (perdoneu la llicència), i va defensar sempre una visió global de la ciència i de la matemàtica; però al mateix temps sovint feia referència explícita al fet que algunes de les seves aportacions van ser

gràcies al seu coneixement profund d'eines neta-ment abstractes més properes a la matemàtica que ell va criticar que no pas a altra cosa. Potser podríem aprendre de tot plegat que una formació sòlida i un compromís científic obert serien un bon equilibri. Nogensmenys, un altre matemàtic francès de la magnitud d'Adrien Douady, provinent d'aquesta tradició bourbakiana, va ser un dels majors entesos en el conjunt de Mandelbrot, i la seva publicació *Itération des polynomes quadratiques complexes* (juntament amb J. Hubbard) l'any 1982 és sense dubte la referència clàssica més important pel que fa al remarcable conjunt.

No és el nostre interès (i, molt probablement, estaria fora del nostre abast) fer un recull o un repàs exhaustiu de la seva obra. Ens centrarem a donar una idea bàsica del conjunt que porta el seu nom: *El conjunt de Mandelbrot*. Incidentalment, l'autoria d'aquest descobriment tampoc està exempta de polèmica, possiblement més a causa de l'actitud de Mandelbrot que no pas a un dubte real sobre la seva influència, com pot llegir-se en un entretingut article titulat «Who discovered the Mandelbrot set?» a la revista *Scientific American* a l'abril de 1990 (i que es va tornar a publicar l'any 2009).

Com ja hem dit B. Mandelbrot va ser alumne de Gaston Julia al París de 1945, quan era estudiant de l'École Polytechnique. Gaston Julia, i un altre matemàtic no gaire amic seu de nom Evarist Fatou (i que també va donar nom als *conjunts de Fatou*), havien estudiat, en paraules del mateix Mandelbrot, conjunts (a \mathbb{C} o \mathbb{S}^2) que es podien entendre com els punts repulsors dels iterats de funcions racionals a l'esfera de Riemann, o posat a l'inrevés, com els punts atractors d'una funció multivaluada donada pels iterats inversos. N'havien deduït moltes propietats que feien pensar que aquests conjunts eren força *estranys*, ja que estaven definits de forma negativa. Tècnicament, el conjunt de Julia són els punts del pla on la família d'iterats, $\{f^n(z)\}_{n \geq 0}$, no és una família normal en z , en el sentit clàssic de Montel, i sembla ser que Mandelbrot deduïa d'aquesta definició que aquests punts no serien gaire interessants de *mirar*. En qualsevol cas, en un primer intent, Mandelbrot va mirar de dibuixar-los, ajudat per l'ordinador, fent ús de funcions racionals prou complicades, esperant així trobar coses interessants. Els resultats eren sorprenentment similars uns amb

els altres, però no semblava fàcil trobar-ne un patró global.

Així és que Mandelbrot (sense saber-ho, en aquell moment) va decidir dibuixar el *conjunt de Mandelbrot*. Va considerar la família de funcions holomorfes més senzilla que li va venir al cap: $Q_\mu(z) = z^2 + \mu$, $\mu \in \mathbb{C}$. Era conegut ja dels treballs de Julia i Fatou que per a cada valor del paràmetre μ el conjunt del qual hem parlat anteriorment (on la família d'iterats no és normal o conjunt de Julia) pot només presentar dues opcions: o bé és un conjunt connex (en aquells temps la gent els deia *dragó* per la seva semblança) o és un conjunt totalment disconnex (anomenat *Fatou dust* i actualment *conjunt de Cantor*). Aquesta dicotomia correspon de forma bijectiva al fet que l'òrbita de $z = 0$ sigui fitada o escapi a l'infinit.

El conjunt de Mandelbrot \mathcal{M} es defineix, doncs, com el conjunt de paràmetres μ del pla complex pels quals el conjunt de Julia corresponent no és un conjunt de Cantor sinó que és connex. Com deïem, aquesta definició és equivalent a la següent:

$$\mathcal{M} = \{\mu \in \mathbb{C} \mid Q_\mu^n(0) \not\rightarrow \infty\}.$$

Observem fàcilment que és un conjunt fitat (de fet de mòdul menor que 2) ja que si agafem μ gran és immediat veure que $Q_\mu^n(0) \rightarrow \infty$, tot espiralant en la direcció contrària a les agulles del rellotge.

Si ara fem un enreixat d'un quadrat de \mathbb{C} de costat 4, per exemple, i pintem de negre els punts (píxels) pels quals l'òrbita de $z = 0$ és fitada i de vermell els punts on l'òrbita escapa, *voilà*, s'obté el conjunt de Mandelbrot. Certament el conjunt de Mandelbrot és un diagrama de bifurcació (no un pla dinàmic on es mostren les òrbites dels punts com és el cas dels conjunts de Julia). Pot pensar-se com un catàleg de conjunts de Julia, un de diferent per a cada valor de μ . La frontera de \mathcal{M} correspon exactament al conjunt de polinomis que s'anomenen *estructuralment inestables*; és a dir, aquells en què la família Q_c experimenta *bifurcacions*.

Les propietats topològiques, així com molts altres aspectes del conjunt de Mandelbrot, han fascinat matemàtics des del començament fins

avui. El fet que la frontera de \mathcal{M} tingui dimensió de Hausdorff igual a 2 és una mostra de la complexitat d'aquest conjunt. De fet, com passa sovint en els problemes matemàtics interessants, l'estudi del conjunt i de les seves propietats connecta diferents àrees de la matemàtica, com podrien ser l'anàlisi complexa, els sistemes dinàmics i la topologia, entre d'altres. Una mostra n'és el problema obert central en aquesta teoria, la conjectura coneguda com MLC. Aquesta conjectura prediu que la frontera de \mathcal{M} és localment connexa. Però aquesta afirmació té multitud de conseqüències i equivalències com podria ser, per exemple, que els polinomis *hiperbòlics* (els que són expansius en el seu conjunt de Julia) són densos al pla complex.

I voldríem acabar amb una petita anècdota. En la seva primera publicació sobre el conjunt de Mandelbrot, la que es va publicar a l'article «Fractal aspects of the iteration of $z \mapsto \lambda z(1-z)$ for complex λ and z ». (R. H. G. Helleman (ed.). *Annals of the New York Academy of Sciences*, 357 (1980): *Nonlinear Dynamics*, p. 249-259), i en la qual es mostrava la imatge del conjunt, l'autor va formular la conjectura que \mathcal{M} no era connex. Aquesta conjectura es basava en el fet que la imatge (feta amb els mitjans de l'època) presentava unes petites illes negres desconectades del cos principal del conjunt que feien pensar que efectivament es podia tractar d'un conjunt disconnex. En qualsevol cas, en l'últim moment abans de la seva aparició, alguna persona responsable de la publicació de l'article va pensar que aquelles illetes eren taques de tinta i va decidir esborrar-les perquè la imatge quedés perfecta. Així és, doncs, com l'article presenta una conjectura sense cap fonament aparent que la sostingui, tot per un error d'impressió. Més rocambolesc és encara que el mateix Mandelbrot en veure les primeres imatges també va pensar que les illetes eren errors numèrics, però se'n va desdir quan va veure que una de les taques era massa grossa i estructurada per ser un error... Estava veient el més gran dels *mini-Mandelbrot sets* corresponents a període 3.

Però és indubtable que aquest article va obrir tot un món de preguntes que a la vegada en van generar moltíssimes més, en un arbre que, encara avui, sembla no tenir fi.

Xavier Jarque, UB i URV
Núria Fagella, UB

Pere Puig, nou director del Departament de Matemàtiques de la UAB

L'1 de setembre vaig tenir el privilegi de ser nomenat director del Departament de Matemàtiques per la rectora de la UAB. És per mi tot un repte ja que es tracta d'un departament molt gran, gairebé cent trenta persones, amb dues titulacions pròpies de grau, una doble titulació i una gran càrrega docent repartida per tot el campus. A més, després de la bona gestió duta a terme pel meu predecessor, L. Alsedà, aquest càrrec resulta un doble repte. L'equip directiu que m'acompanyarà en aquest viatge està format per J. Mateu, secretari; A. Cima, tercer cicle, i S. Cuadrado, economia. Des d'ara, a tots ells vull agrair-los la seva dedicació i paciència. Quan el mes de juliol el consell del departament em va triar com a futur director, vaig comentar públicament alguns dels temes que em preocupaven. Em centraré ara en alguns d'aquests temes que penso que poden ser d'interès comú.

Un d'aquests és l'*anumerisme*. Aquesta és una paraula relativament nova (*innumeracy*) que segons alguns va ser introduïda per D. Hofstadter. Aquest terme es refereix a la incultura o ignorància matemàtica en general, i també a la incapacitat d'entendre conceptes matemàtics simples de la vida quotidiana. J. Allen Paulos va popularitzar aquest terme a través del seu *best-seller Innumeracy. Mathematical illiteracy and its consequences* (1988). Existeix també una versió en castellà d'aquest llibre, *El hombre anumérico*, i diversos llibres del mateix autor que, seguint en la mateixa línia de denúncia humorística, han tingut bastant èxit. Aquest és el cas, per exemple, d'*Un matemático lee el periódico*.

La meva preocupació prové del fet que aquest anumerisme no només el percebem al carrer sinó també en ambients universitaris. Per adonar-nos-en, només cal que ens fixem en els programes dels nous graus universitaris que han vist disminuït notablement el seu contingut en matemàtiques. I no només en matemàtiques, sinó també en altres matèries de fort contingut quantitatiu o numèric com és l'estadística o la demografia. Què està passant? Em temo que aquesta tendència cap a un cert anumerisme no és només un fenomen de les nostres latituds, en part potenciat per l'extraordinària influència

de certs mètodes docents que premien l'escàs esforç. Hi ha indicis que apunten cap a una globalització d'aquest fenomen. Un exemple és la desapareguda secció de jocs matemàtics de la revista *Scientific American*. Tots recordem aquesta emblemàtica secció que durant molts anys va portar magistralment Martin Gardner i que va ser continuada posteriorment per Hofstadter i Stewart. El 2001 va desaparèixer per sempre la secció de jocs matemàtics, llavors anomenada «Mathematical recreations», de la versió americana del *Scientific American*.

Com és possible? Ha deixat de tenir interès per als lectors d'aquesta revista divulgativa de ciència en general, o és una cosa deguda simplement a la ineptitud dels editors? Per sort la versió en castellà de la revista (Investigación y Ciencia) encara conserva la secció de jocs matemàtics, portada actualment per Agustín Rayo. Anteriorment, Juan M. R. Parrondo ens va comentar poc abans de deixar de ser el responsable d'aquesta secció, que tan sols les versions en castellà i en francès (secció anomenada «Logique et Calcul», de Jean-Paul Delahaye) de la revista conserven els jocs matemàtics. Però malauradament aquestes dues versions que queden ara són com una mena de cant del cigne dels jocs matemàtics.

Un altre tema que em preocupa és la necessitat de difusió de les matemàtiques a amplis sectors de la societat. Crec sincerament que les matemàtiques necessiten ser promocionades en l'àmbit social i aquesta és també una manera de combatre l'anumerisme. Resulta patètic que una persona famosa o un polític es guanyi les simpaties de la seva audiència manifestant que quan anava a l'escola suspenia les matemàtiques. D'altra banda, la gent del carrer té una idea molt difusa i freqüentment equivocada del que són les matemàtiques. Ah però, es pot investigar en matemàtiques? I què feu? Descobriu noves maneres per sumar o multiplicar nombres? Aquestes són algunes de les preguntes que m'han fet, quan expliques a coneguts i amics que a la universitat no només ensenyen matemàtiques sinó que també investigues.

Tinc la convicció que en general la gent no s'interessa per les matemàtiques perquè no perceben aquests coneixements com alguna cosa útil per a la vida real. És més, moltes vegades les matemàtiques es perceben com una dificultat afegida i innecessària. El recentment mort director de cinema Luis García-Berlanga ho exposa molt divertidament en una de les escenes de la seva magistral pel·lícula *Calabuch*. La mestra del poble escriu a la pissarra un problema que diu: «José tiene 12 plumas Parker, 4 le han requisado. Si de las que le quedan vende 3, ¿cuántas plumas le han quedado?» El protagonista, que en realitat és un científic d'alt nivell que està amagat al poble, comença a omplir de fórmules el seu quadern per resoldre aquest problema. Mentrestant el seu company de pupitre, que

és gairebé analfabet, dona la resposta correcta comptant amb els dits. Al final Jorge, després d'una bona estona, també dona la resposta correcta.

La difusió de les matemàtiques, tant pel que fa als coneixements com explicant-ne la utilitat, és una tasca molt important però sovint menyspreada des dels àmbits universitaris. Crec que entre tots podem fer molt si ens ho proposem. Per acabar citaré una frase que m'agrada molt del llibre *Innumercy* d'en Paulos que ens ha de fer pensar: «Vostè pot triar entre tenir unes certes nocions clares de matemàtica o no tenir-les, però ha de saber que si no les té, és vostè una persona molt més manipulable que en el cas contrari».

Pere Puig

Director del Departament de Matemàtiques de la UAB

Els nous màsters de Formació de Professorat de Secundària en Matemàtiques

El passat curs 2009-2010 fou el primer any de la implantació del Màster de Formació de Professorat de Secundària (FPS) a les universitats catalanes. Aquest màster substitueix l'antic CAP (Curs d'Aptitud Pedagògica) i haver-lo cursat i superat és a partir d'ara un requisit necessari per a tots aquells que es vulguin dedicar a l'ensenyament secundari, en qualsevol àrea o especialitat.

En el cas concret de les matemàtiques, aquest màster s'ofereix a la UPC, UAB, UB i UOC-UPF i els respectius responsables són els professors Claudi Alsina, Jordi Deulofeu, Vicenç Font i Pelegrí Viader. Tot i tractar-se formalment de màsters independents pertanyents a universitats diferents, hem mantingut volgudament

molts contactes i hem intercanviat intervencions personals puntuals als diferents màsters. Això ha estat fruit del fet que considerem que el màster és un instrument clau per al futur de la formació de professors de secundària a Catalunya i que esperem que, ben aviat, s'avanci cap a col·laboracions més estretes i una oferta clarament interuniversitària, amb unes pràctiques més reconegudes i amb un sistema d'accés més compromès amb l'objectiu que els millors i més ben preparats siguin alhora els més ben situats per a accedir-hi.

A continuació podeu llegir quatre ratlles sobre el funcionament de cadascun d'aquests quatre màsters.

C. Alsina, J. Deulofeu, V. Font i P. Viader
Coordinadors

El Màster de Formació de Professorat de Secundària en Matemàtiques a la UB

Les directrius del títol de màster que habilita per a l'exercici de la professió de professor d'educació secundària estableixen que: 1) La seva durada sigui de 60 crèdits ECTS (sistema europeu de transferència i acumulació de crèdits). 2) Les competències es classifiquen en genèriques, específiques (matemàtiques i la seva didàctica en aquest cas) i les que es desenvolupen per mitjà de la pràctica. 3) Els 60 crèdits es distribueixen en tres mòduls (genèric, específic i pràcticum). El pla d'estudis del màster a la Universitat de Barcelona està estructurat en els mòduls, matèries i assignatures següents que sumen un total de 60 crèdits:

Mòdul genèric: 15 crèdits

- Aprenentatge i desenvolupament de la personalitat.
 - Aprenentatge i desenvolupament de la personalitat (5 crèdits).
- Processos i contextos educatius.
 - Context de l'educació secundària. Sistemes, models i estratègies (2,5 crèdits).
 - Tutoria i orientació (2,5 crèdits).
- Societat, família i educació.
 - Sociologia de l'educació secundària (5 crèdits).

Mòdul específic: 25 crèdits

- Complementos per a la formació matemàtica.
 - Complementos històrics, metodològics i d'aplicació dels continguts de matemàtiques (7,5 crèdits).
 - Taller de resolució de problemes i modelització (2,5 crèdits).
- Aprenentatge i ensenyament de les matemàtiques.
 - Didàctica de les matemàtiques de l'ESO i del batxillerat (5 crèdits).
 - Recursos i materials educatius per a l'activitat matemàtica (5 crèdits).
 - Competències matemàtiques i avaluació (2,5 crèdits).
- Innovació docent i iniciació a la investigació educativa.
 - Innovació i investigació sobre la pròpia pràctica (2,5 crèdits).

Mòdul de pràcticum: 20 crèdits

- Pràcticum en l'especialitat.
 - Pràcticum I (5 crèdits).
 - Pràcticum II (10 crèdits).
- Treball fi de màster.
 - Treball de fi de màster (5 crèdits).

El mòdul específic de matemàtiques i la seva didàctica recull, doncs, tres matèries: complementos per a la formació matemàtica, aprenentatge i ensenyament de les matemàtiques, innovació docent i iniciació a la investigació educativa.

La competència professional dels futurs professors de matemàtiques de secundària es pot considerar composta per dues macrocompetències: 1) la competència matemàtica i 2) la competència en anàlisi didàctica de processos d'instrucció matemàtica, i el desenvolupament d'aquesta segona competència és l'objectiu principal del màster. En el màster també s'ha d'ajudar a desenvolupar la competència matemàtica, però es pressuposa que aquesta competència ja s'ha desenvolupat, encara que no completament, en els estudis previs que acrediten els alumnes per al seu ingrés en el màster. La raó per prendre aquesta opció és que la formació inicial de professors de secundària és seqüencial: primer, formació disciplinària i, després, formació professionalitzadora.

En el màster de la UB les assignatures de la matèria de Complementos per a la formació matemàtica s'han dissenyat des d'aquesta perspectiva i les assignatures programades tenen per objectiu presentar uns continguts matemàtics que complementin els que els futurs professors van aprendre en els seus estudis de grau. L'objectiu és que els alumnes coneguin quines són les aplicacions de les matemàtiques al món real, quins van ser els problemes que van originar els objectes matemàtics que hauran d'ensenyar, que reflexionin sobre els principals processos matemàtics, com són la resolució de problemes i la modelització, etc. En definitiva, unes matemàtiques amb història i relacionades amb els seus contextos d'aplicació.

A continuació, es comenten dos aspectes, un de problemàtic i un altre de positiu, que en aquests moments s'observen en la realització del màster.

El primer fa referència al supòsit que les assignatures de la matèria de Complementos per a la formació matemàtica serveixen per comple-

mentar i no per substituir la necessària formació anterior que ha d'assegurar una competència matemàtica de base. Aquest supòsit no s'ajusta amb la formació prèvia que tenen les dues primeres promocions d'alumnes de la UB. En la primera només hi havia un alumne amb grau de matemàtiques i en la segona també només n'hi ha un. En l'altre extrem tenim alumnes que han cursat pocs crèdits de matemàtiques en els estudis que els han permès accedir al màster. Aquest desfasament entre el que es pressuposa que els alumnes saben de matemàtiques i el que els alumnes saben realment és, probablement, un dels problemes més importants del màster de FPS i per al qual s'haurà de buscar alguna solució en les futures edicions.

El segon és que el disseny del màster de professorat de secundària comporta que s'hagi de formar un equip docent en el qual hi ha de participar professorat de: 1) pedagogia, psicologia i sociologia, 2) matemàtiques, 3) didàctica de les matemàtiques i 4) matemàtiques de secundària en actiu. Es tracta d'un equip docent que, si arriba a funcionar realment com un equip, pot produir una sinergia important que pot assegurar una formació de professors de matemàtiques de secundària de molta qualitat. Aconseguir la integració d'aquest equip és un repte important i difícil, però l'experiència que tenim a la Universitat de Barcelona, del primer any d'impartició del màster i del temps que portem del segon, ens fa ser optimistes en aquest aspecte.

Vicenç Font
UB

El Màster de Formació de Professorat de Secundària en Matemàtiques a la UAB. Inici d'un nou projecte i balanç del primer curs

El curs 2009-2010 s'ha iniciat a la UAB, com en altres tres universitats catalanes (UB, UPC i UPF) l'especialitat de matemàtiques del màster de secundària, un màster universitari presencial d'un curs de durada (60 ECTS), format per tres grans mòduls: formació psicopedagògica (15 ECTS, comú a totes les especialitats), formació específica (27 ECTS, 15 de didàctica i 12 de complements de formació disciplinària) i pràcticum (18 ECTS, 12 de pràctiques d'ensenyament i 6 del treball de fi de màster), estructura determinada en gran part per les directrius del Ministeri d'Educació de l'Estat espanyol.

Un total de vint-i-nou estudiants (procedents de vuit titulacions: matemàtiques, enginyeria—telecomunicacions, informàtica i industrial—, arquitectura, física, economia i ADE), han realitzat aquesta primera edició del màster a la UAB. Han impartit la docència cinc professors del Departament de Didàctica de les Matemàtiques (ensenyament, aprenentatge de les matemàtiques, innovació, seguiment de les pràctiques i del treball de fi de màster), dos del Departament de Matemàtiques (complements de formació), quatre de pedagogia, psicologia i sociologia, a més de setze tutors de pràctiques pertanyents a dotze centres de secundària, majoritàriament de les comarques de Barcelona. En

aquesta breu ressenya, exposarem les principals característiques del màster i del que ha estat el primer curs, centrant-nos en el seu desenvolupament i destacant els aspectes que considerem positius i aquells que haurien de millorar.

Disseny i organització del màster

El disseny del currículum de formació ha de possibilitar que els futurs professors tinguin una primera aproximació a la professió, reconeixin les interrelacions entre els coneixements dels diferents camps del saber que influeixen en la seva formació, i al mateix temps puguin experimentar com es pot incidir en la formació de l'alumnat de secundària. Per això s'ha planificat el currículum pensant en les competències professionals que s'han de desenvolupar, que resumim en les tres següents:

- 1) Ensenyar matemàtiques de manera que tots els alumnes, d'acord amb les seves capacitats, puguin aprendre sabers socialment i culturalment rellevants, i els puguin aplicar a la seva vida personal, laboral i acadèmica.
- 2) Orientar l'alumnat en la seva recerca per definir la seva personalitat, la seva manera d'aprendre i el seu futur.
- 3) Formar part d'un col·lectiu que col·labora en la definició i aplicació d'un projecte educatiu

de centre, juntament amb altres institucions i grups relacionats amb l'exercici de la professió.

Ningú discuteix la importància de les pràctiques als centres de secundària, ni la necessitat d'impulsar una reflexió en l'acció que permeti analitzar, valorar i reorganitzar la intervenció educativa, però això requereix establir un procés dialèctic entre teoria i pràctica, superant visions del pràcticum com a aplicació de coneixements «teòrics», però també com a l'únic element vàlid per a la formació.

Per això, el disseny del màster preveu cinc fases, dues de les quals corresponen al pràcticum: la segona (observació) i la quarta (intervenció acompanyada i autònoma), tractant d'integrar la formació teòrica i la pràctica, i donant la possibilitat als estudiants de contrastar els ensenyaments rebuts en els mòduls acadèmics amb la realitat de les aules de secundària. En la darrera de les fases es redacta el treball de fi de màster i es presenta davant d'un tribunal. Aquest treball, una de les novetats principals dels nous màsters, serveix per posar en comú les competències desenvolupades i verificar-ne la seva adquisició, i consisteix en una reflexió i aprofundiment sobre la unitat didàctica realitzada en les pràctiques, des del punt de vista del contingut, de les activitats d'aprenentatge dissenyades, de la seva gestió a l'aula i de la seva avaluació.

El desenvolupament del primer curs: consideracions

El treball en el mòdul específic, que ocupa quasi la meitat del màster, s'ha centrat d'una banda en una revisió dels grans conceptes i processos del currículum de matemàtiques de secundària (ESO i batxillerat), en la línia coneguda amb el nom de matemàtica elemental des d'un punt de vista superior, iniciada per F. Klein fa un segle. De l'altra, el curs ha proporcionat eines didàctiques per ensenyar matemàtiques, a partir de l'anàlisi d'activitats per a l'aula i de l'estudi de casos; també s'ha ocupat de la rellevància que per a nosaltres té la resolució de problemes, entesa com una de les activitats centrals a l'aula de matemàtiques, així com del coneixement i la pràctica de recursos per a l'ensenyament (materials, textos, programari, recursos a la xarxa, etc.); també s'ha tractat el disseny i programa-

ció d'activitats i unitats didàctiques, tant per a l'ESO com per al batxillerat, amb una atenció especial al paper del context i del llenguatge en l'ensenyament de les matemàtiques.

Al llarg del curs hem comptat amb la valuosa participació de diversos professors: visitants de Departaments de Didàctica de les Matemàtiques (A. Arcavi, Israel; M. Doorman i K. Gravemeijer, Holanda), professors dels altres màsters de secundària de Catalunya (C. Alsina, A. Aubanell i P. Viader) i professors tutors de secundària (A. Cirera, P. Cobo i X. Vilella). Tots ells han aportat la seva visió com a experts ja sigui en l'àmbit de la recerca, del desenvolupament curricular o de la gestió de la classe de matemàtiques.

El primer curs ha mostrat aspectes positius i altres que s'han de millorar. A partir de les valoracions tant de professors com d'estudiants podem concloure que l'estructura temporal del màster és adequada, encara que una mica massa comprimida (1.500 hores de treball global dels estudiants exigeixen una elevada dedicació); cal distribuir millor el temps per evitar moments en els quals els estudiants tenen excés de treballs. Una estructura com la nostra exigeix un alt nivell d'organització i de coordinació entre el professorat, especialment en l'avaluació, si realment volem desenvolupar i avaluar competències professionals. Tanmateix, els estudiants han valorat positivament tant les pràctiques professionals com els mòduls acadèmics, però han estat crítics amb l'excés de tasques d'avaluació que els ha suposat la realització del màster.

Globalment, podem afirmar que el màster els ha proporcionat un primer contacte amb la professió d'ensenyant de matemàtiques, mostrant-los l'interès i alhora la dificultat del que significa avui ensenyar-les. Cal tenir present, però, que una formació inicial com aquesta és, com el seu nom indica, tan sols el primer pas i que tots els que ens dediquem a l'ensenyament de les matemàtiques sabem que la formació permanent en tots els àmbits relacionats amb la professió és indispensable. També hem tractat de transmetre aquesta visió als nostres estudiants, alguns dels quals estan continuant aquest curs 2010-2011 la seva formació en el camp de la recerca en didàctica de les matemàtiques.

Sens dubte, el màster representa un pas endavant en la formació del professorat de secundària respecte a la formació anterior, tant quantitativament com qualitativa. Avui podem assegurar

que, per primera vegada al nostre país, tenim una formació inicial de caràcter professionalitzador que complementa la formació disciplinària, imprescindible però no suficient, del grau. Una vegada definida l'estructura i iniciat el nou mo-

del de formació, aconseguir que aquesta es consolidi i tingui la màxima qualitat és el repte que tenim tots aquells que creiem que una bona formació del professorat és un dels principals indicadors per millorar l'educació.

Jordi Deulofeu Piquet
UAB

El Màster de Formació de Professorat de Secundària en Matemàtiques a la UPC

La Universitat Politècnica de Catalunya ha confiat al seu Institut de Ciències de l'Educació (ICE) l'oferta dels tres màsters de Matemàtiques, Formació Professional i Tecnologia. En el cas de Matemàtiques es dediquen 28 ECTS a la formació didàctica essencial estrictament lligada a l'activitat docent, estratègies, bones pràctiques, innovacions, pràctica reflexiva, etc. Es considera essencial el pràcticum a centres de secundària i la formació psicopedagògica, que en el cas de la UPC ha comportat la contractació directa de gent en actiu en aquest camp que pot aportar una visió molt concreta de la situació actual.

El bloc de matemàtiques va ser dissenyat per Claudi Alsina, Iolanda Guevara i Damià Sabaté, i inclou els apartats següents:

- 1) Matemàtiques del segle XXI per a secundària (7 ECTS) té com a continguts el currículum de matemàtiques a l'ESO i al batxillerat; elements d'història de les matemàtiques per a secundària i complements formatius sobre les matemàtiques de secundària.
- 2) Ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques a secundària I (7 ECTS) versa sobre la didàctica de: espai i forma; estadística i probabilitat, i canvi, relacions i mesura.
- 3) Ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques a secundària II (8 ECTS) versa sobre la didàctica de: càlcul i nombres; resolució de problemes; modelització i aplicacions, i competències i avaluació.
- 4) Innovació docent i iniciació a la recerca en l'àmbit de l'educació matemàtica (6 ECTS)

versa sobre la pràctica reflexiva; la recerca a partir d'experiències d'aula, i les tendències internacionals en innovació i recerca.

En l'àmbit de professorat hom compta amb professorat de secundària (I. Guevara i Ll. Roselló) i de la UPC (C. Alsina, J. L. Díaz-Barrero, J. Gómez, P. Grima i M. R. Massa). També es programen conferències convidades o de col·laboració amb els altres màsters (A. Aubanell, J. Deulofeu, P. Viader, A. Gomà, D. Sabater...).

S'han involucrat també molts matemàtics de la UPC per tutoritzar alumnes, per dirigir cadascun dels tres treballs de fi de màster i per fer les comissions que jutgen aquests treballs. En el pràcticum es compta amb professorat de matemàtiques de secundària d'arreu de Catalunya.

Les classes teòriques tenen lloc a l'ICE i a la Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME) de la UPC i els alumnes opten per la via ràpida (1 curs) o la via lenta (2 cursos). Quant a l'avaluació tots els processos són d'avaluació continuada.

Amb quaranta-vuit alumnes el 2009-2010 i trenta el 2010-2011, s'ha aconseguit restringir l'oferta a un sol grup i tots els alumnes són de primera opció i de molt diverses formacions universitàries (entre les quals d'estaquen enginyers, arquitectes, economistes, etc.), molts amb experiències professionals àmplies però amb una marcada vocació per a ser professors/res de matemàtiques.

Creiem que la formació inicial és molt important i que cal oferir-la amb la màxima qualitat i molt focalitzada a formar pràcticament bons professors de matemàtiques.

Claudi Alsina
Coordinador Bloc Matemàtiques Màster UPC

Màster de Formació del Professorat de Secundària UPF-UOC. Experiència del primer any de matemàtiques, 2009-2010

Estructura del màster

Ens hem inclinat per una estructura molt oberta amb grans mòduls més que en assignatures atomitzades. En això, hem seguit les recomanacions de l'Agència Nacional d'Avaluació de la Qualitat i Acreditació (ANECA) alhora que ens ha permès un disseny més flexible del currículum.

De la part del mòdul genèric (15 crèdits) se n'ha encarregat la UOC a través de tres assignatures. Aquestes assignatures són de caràcter trimestral però la manca de temps ha fet que es fessin sense solució de continuïtat i amb una forta càrrega de treball per part de l'alumne.

Quant a la part de didàctica (25 crèdits), l'hem organitzada en tres mòduls:

- 1) Complementos de formació curricular (5 crèdits). En aquest mòdul hem treballat: història dels principals conceptes matemàtics i descripció dels currículums d'ESO i de batxillerat.
- 2) Innovació docent i introducció a la metodologia de la investigació didàctica (5 crèdits). Aquesta part ha consistit en: introducció als recursos TIC de les matemàtiques de l'ESO i del batxillerat (GeoGebra, full de càlcul com a eina didàctica, calculadora Wiris, Moodle...), metodologia de l'avaluació, introducció a la investigació en didàctica de les matemàtiques, i pràctica reflexiva.
- 3) Aprenentatge i ensenyament de les matemàtiques (15 crèdits). Aquí hem treballat directament la didàctica de les diferents branques de les matemàtiques que es desenvolupen en l'ESO i el batxillerat: aritmètica, geometria, estadística i probabilitat, i anàlisi.

El pràcticum (20 crèdits. Inclou 6 crèdits del Treball de Final de Màster, TFM)

El model de pràcticum pel qual hem optat té les característiques següents:

- 1) Una durada extensa, de l'ordre de 200-240 hores.
- 2) Simultaneïtat en el temps amb els mòduls teòrics: les classes presencials corresponents a la part de didàctica de les matemàtiques s'imparteixen durant la tarda, i els alumnes fan les pràctiques en horari de matí.

3) Els coordinadors del pràcticum dels centres i els mentors (nom que donem als tutors del centre) tenen consideració de professors del màster. Això ens permet una millor integració dins el projecte docent que es tradueix en:

- a) Els mentors imparteixen alguna de les sessions teòriques a la Universitat basant-se en la seva experiència docent.
- b) Els coordinadors de centre, al seu torn, també poden participar, si així ho desitgen, en un seminari permanent que anomenem «Els dilluns del màster», dirigits als alumnes de totes les especialitats i oberts a tota la comunitat docent.
- c) Els mentors formen part del tribunal examinador del Treball Final de Màster dels seus tutorands i, alhora, són avaluadors externs del TFM d'altres estudiants.

4) El TFM es avaluat de manera pública per un tribunal format pel mentor de l'alumne, el tutor universitari del pràcticum de l'alumne i un tercer professor del màster.

Aquest model de pràcticum té les conseqüències immediates següents:

- La simultaneïtat dels mòduls teòrics amb les pràctiques permet una bona retroacció entre els coneixements teòrics i l'experiència diària del centre.
- El fet que la gran majoria del professorat de l'especialitat siguin professors de secundària amb una gran experiència docent i, alhora, un bon domini de les matemàtiques, fa que els coneixements que es posen a l'abast de l'alumne siguin els idonis per a la seva formació com a futur professional de l'ensenyament.
- La participació dels mateixos mentors i coordinadors en la formació dels futurs professionals incideix en la seva formació en el mateix sentit assenyalat en el punt anterior, amb efectes multiplicadors.

Coses per millorar

- L'avaluació per competències i, en concret, l'avaluació del pràcticum, ha estat una dificultat del primer curs del Màster. Això és a causa de diversos factors:
 - una preparació insuficient del nostre esquema d'avaluació;

- el fet que molts mentors hagin estat formadors per primera vegada;
- i per últim, com un factor més alarmant, la diversitat de preparació matemàtica dels nostres alumnes, de la qual parlarem una mica més avall.

- L'assignació de l'alumnat a una o una altra universitat, que s'ha fet de manera centralitzada en tot l'àmbit de Catalunya a través de l'Oficina de Preinscripció Universitària prenent com a únic criteri la nota mitjana de l'expedient de la llicenciatura. Això ha tingut dos efectes immediats:

- a) El primer, clarament pervers, sobre l'accés dels estudiants més capacitats, perquè la nota mitjana dels llicenciats en matemàtiques o en físiques és inferior a la dels llicenciats en, per exemple, ADE.
- b) El descobriment de les escasses competències matemàtiques de molts dels nostres alumnes ens ha obligat a improvisar classes de matemàtiques que, com que estaven fora de programa i, en conseqüència, no estaven subjectes a avaluació, han tingut un efecte limitat, encara que positiu.

Davant d'aquesta situació, des de la UPF-UOC, advoquem per l'establiment d'una prova d'accés, única per a tot Catalunya, que permeti ordenar els alumnes de l'especialitat de matemàtiques amb un criteri que no sigui la qualificació mitjana de la carrera. En l'elaboració d'aquesta prova, hi haurien de participar totes les universitats del territori que imparteixen l'especialitat i tots els alumnes, independentment de la seva titulació d'accés al Màster, haurien de realitzar-la.

Una prova així tindria, com a mínim, dos efectes:

- Un de dissuasiu per a aquells estudiants amb una titulació no gaire adient (diferent de matemàtiques i física) i que, en aquests moments, entren en l'especialitat de matemàtiques perquè la seva especialitat desitjada es cursa en algun centre allunyat (cas de l'especialitat d'economia que només s'ofereix a la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona).

- Un altre seria la creació de cursos preparatoris per a la prova dirigits als que realment desitgen ser professors de matemàtiques i no se senten prou segurs en els seus coneixements bàsics.

Pelegrí Viader
Coordinador del Màster

Joint CRG-CRM Meeting on Mathematics in Genomics and Systems Biology

El 22 d'octubre de 2010 tingué lloc el Joint CRG-CRM Meeting on Mathematics in Genomics and Systems Biology, organitzat pel Centre de Regulació Genòmica (CRG) i el Centre de Recerca Matemàtica (CRM), amb el suport dels respectius projectes del Programa Consolider «Ingenio». La trobada tingué lloc al Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona (PRBB).

L'objectiu principal i original de la trobada, promoguda per J. Bruna (CRM) i R. Guigó (CRG), era posar en contacte directe dues comunitats científiques, els biòlegs i els matemàtics. Són múltiples i creixents les interfícies entre matemàtiques i biologia, i amb ciències de la salut més generalment, genòmica, biologia de sistemes, epidemiologia, neurociència, dinàmica de poblacions, farmacologia, visió per computador, robòtica, etc. És prou coneguda la cita de J. E. Cohen «Mathematics is biology's next micros-

cope, only better; biology is mathematics' next physics, only better». En els darrers anys s'ha conformat el terme de *biomatemàtica*, que alguns prefereixen anomenar *biologia quantitativa*. En resposta a aquesta dinàmica, la majoria dels instituts de recerca en matemàtiques arreu del món han posat o estan posant en marxa equips de recerca en biomatemàtiques. El CRM és un d'aquests instituts, i després d'una crida competitiva, ha posat en marxa un equip de recerca en biomatemàtiques liderat pel doctor Tomás Alarcón. D'altra banda, són ja uns quants els investigadors en matemàtiques a Catalunya que en els darrers anys s'han implicat en projectes de recerca compartits amb experimentalistes del camp de la biologia.

Temàticament la trobada es va centrar, naturalment, en els temes d'interès dels investigadors en biologia del PRBB. L'ús de tècniques

computacionals i estadístiques per a gestionar, analitzar i extreure informació d'interès en biologia de grans bases de dades —àmbit que es coneix genèricament com a *bioinformàtica*— fou evidentment present en algunes de les presentacions. Molt significativament per als matemàtics, la trobada va servir per a copsar que hi ha també necessitats de modelització matemàtica d'un altre caire i molt terreny per explorar. A títol d'exemple, el desenvolupament de models matemàtics que permetin tractar simultàniament fenòmens en sistemes multiescala, on hi conviuen agents a escales d'interès molt diferents, fou quelcom que va aparèixer en més d'una ocasió. Però també, en la línia computacional, la necessitat d'implementar altres algorismes basats en una modelització prèvia de l'estructura oculta d'aquests grans volums de dades. Els investigadors participants foren d'una banda una àmplia representació dels caps de línia del CRG, matemàtics del CRM i de les universitats catalanes, i també una bona part de físics que treballen en sistemes complexos i biofísica.

El programa d'activitats va constar de dues conferències invitades, d'una sèrie de presentacions curtes i d'una taula rodona de cloenda.

Les conferències invitades van ser: «Genetic tools for studying the anatomy and function of the drosophila nervous system», impartida pel doctor Gerald Rubin, director de Janeilia Farm Research Campus, i «The analysis of non-pathogenic SIV infection in natural hosts exemplifies the need for new mathematical genome representations», a càrrec del doctor Arnd Benecke de l'Institut des Hautes Études Scientifiques (IHES) de París.

Les presentacions van ser les següents:

- «Design of biological systems», L. Serrano (CRG).
- «Gene function and evolution», G. G. Tartaglia (CRG).
- «Integrative modeling of biological systems», T. Alarcón (CRM).
- «Sensory systems and behavior», Y. Jaeger (CRG).
- «Bioinformatics and genomics», R. Guigó (CRG).
- «On population models of the interaction between bacteria and their bacteriophages», À. Calsina (UAB).
- «Functional genomics», R. Castelo (Grup de Recerca en Informàtica Biomèdica, GRIB).

- «Metagenomics», G. Valiente (CRG).
- «Algebraic tools in phylogenetics», M. Casanellas (UPC).
- «Alternative splicing», J. Valcárcel (CRG).
- «Metazoan systems», B. Lehner (CRG).
- «Network analysis for biological systems», F. Comellas (UPC).
- «Comparative bioinformatics», C. Notredame (CRG).
- «Sensory cell biology and organogenesis», H. López-Schier (CRG).
- «Modularity and steady states of signaling pathways», E. Feliu (UB).
- «Gene network engineering», M. Isalan (CRG).
- «Neuroscience through dynamical systems», A. Guillamon (UPC).
- «Sensory systems and behaviour», M. Louis (CRG).
- «Modules and statistical models of complex biological networks», R. Guimerà (URV).
- «Non parametric hidden Markovmodels with applications in copy number variation», O. Paspiliopoulos (UPF).

En la taula rodona de cloenda s'acordà en primer lloc, i per tal d'afavorir futures col·laboracions, organitzar una pàgina web amb les adreces de contacte de tots els participants i totes les presentacions: http://big.crg.cat/maths_genomics_systemsbiology.

També es discutiren accions concretes que incentivin sinergies entre els col·lectius presents. Entre les idees aportades que el CRM i el CRG podrien canalitzar destaquem les següents:

- En l'àmbit de projectes de final de màster, investigadors del CRG podrien suggerir mitjançant el web projectes per a estudiants de matemàtiques, en la línia de la convocatòria del CRM (http://www.crm.cat/CALLS/Beca_treball_2010.pdf).
- En l'àmbit de formació doctoral, organitzar cada any una trobada adreçada a estudiants del període docent dels programes de doctorat de matemàtiques per presentar projectes de tesi d'interès per al CRG i susceptibles de ser codirigits per matemàtics.
- Finalment, en l'àmbit institucional va sorgir la idea de crear en el si de l'IEC una secció conjunta de la Societat Catalana de Biologia i de la SCM amb el nom de «Biologia matemàtica i computacional», idea que es farà arribar als respectius presidents.

Els GEMT2010

Els Grups d'Estudi de Matemàtica i Tecnologia d'aquest any (GEMT2010) es van celebrar el 6, 7 i 8 de juliol de 2010. Els organitzadors van ser: Aureli Alabert, Tim Myers i Jordi Saludes. Hi van assistir una trentena d'investigadors, la majoria dels quals podeu veure en la fotografia que acompanya aquest escrit. L'estructura va ser la mateixa dels altres anys: tres problemes, presentats al matí del primer dia, i tres grups que hi treballen durant tres dies.

També hi ha hagut alguns canvis, que no són pas de fons però que marquen algunes direccions interessants, principalment perquè obren aquesta activitat a nous grups de participants i mostren també que els canvis són possibles i que no hem de conformar-nos amb fer el mateix any rere any. El primer canvi està en el nom: aquest any el nom oficial ha estat GEMT2010/78th ESGI, perquè els nostres grups d'estudi han entrat a formar part de la llista dels anomenats European Study Groups with Industry. Això ha obert la participació a diversos investigadors estrangers, principalment del Regne Unit, que s'han interessat pels problemes que havíem plantejat. Aquesta participació ha fet que l'idioma predominant en les presentacions i en les discussions hagi estat l'anglès. Això sens dubte també ha marcat una diferència respecte als anys anteriors.

L'altre canvi ha estat en el lloc de realització. Aquest any s'han fet al CRM, al campus de Bellaterra. Des del punt de vista de l'organització això ha estat força important, perquè l'experiència del CRM en l'organització de trobades internacionals ha representat una bona ajuda per al comitè organitzador, però també perquè ha posat de manifest que no hi ha hagut pas falta de participació pel fet que no es fessin a la UPC, lloc on s'havien fet fins ara.

Aquesta darrera reflexió ens porta a un punt que ha estat discutit diverses vegades, i que probablement mereixeria ser tornat a considerar en el futur. En general, els Grups d'Estudi que s'organitzen a tot el món tenen una universitat o un centre de recerca que els acull, però la gran majoria dels participants no pertanyen pas a aquesta universitat. Això fa que durant els dies que dura l'activitat els participants resideixin junts i fora del seu ambient de treball habitual, cosa que afavoreix una dedicació molt intensa

a la solució dels problemes i alhora facilita els contactes personals, que moltes vegades són l'origen de posteriors col·laboracions científiques. Com diem, aquest és un tema de debat, i que no té una solució fàcil: si bé són certes les raons que hem donat per a fer els Grups d'Estudi en un marc allunyat de l'activitat quotidiana, també és cert que això encareix enormement el seu pressupost d'organització.

Els problemes

El primer problema es titulava «Mesures de la pressió sanguínia» i va ser presentat per V. Ribas, de l'empresa Sabirmedical. Aquesta empresa es dedica a la fabricació i comercialització de diversos aparells mèdics i està treballant en la producció d'un aparell de monitoratge continu de la pressió sanguínia, amb la finalitat de poder ser usat en un medi hospitalari, i que tingui caràcter no invasiu i una completa fiabilitat. Les eines actualment utilitzades, per a les quals es busca alternativa, són el catèter intravenós i el clàssic esfigmomanòmetre. Aquesta empresa ja té una llarga experiència en mesures no invasives d'altres magnituds corporals, com la del nivell d'oxigen a la sang, i totes les experiències semblen indicar que a partir de les mesures d'aquestes altres coses s'hauria de poder deduir la de la pressió sanguínia.

L'empresa ja ha treballat amb mètodes estadístics basats en correlació, amb resultats inicials acceptables però de moment no totalment suficients. I es dirigia als GEMT2010 amb la intenció de buscar nous camins, basats en la modelització matemàtica. Els models actuals per al sistema circulatori es basen principalment en equacions diferencials amb retard en el temps, i es pensa que una comprensió més gran d'aquests models i de les seves variants hauria d'ajudar a comprendre la relació entre la pressió sanguínia i les altres variables que ja es poden mesurar de manera còmoda i no invasiva. Els participants van familiaritzar-se amb aquests models i van fer un conjunt de suggeriments en la direcció que interessa a l'empresa.

El segon problema fou la «Prevenició de riuades al riu Ebre», presentat per J. Quevedo, del grup de recerca Sistemes Avançats de Control de la UPC. Per a evitar riuades en les parts baixes

del curs del riu, es preveu seleccionar un conjunt d'àrees al costat del llit del riu en les parts més altes que puguin ser inundables, sota control, en cas de cabals molt grans i previsió d'avingudes. Aquestes àrees actuarien de dipòsits i estarien separades del curs del riu per comportes, amb les quals es realitzaria el control desitjat. Na-

turalment, en una primera fase aquestes àrees quedarien inundades, però posteriorment l'aigua embassada hauria de tornar al riu, entre altres coses per deixar buida de nou l'àrea inundada perquè fos susceptible de tornar-se a inundar, fins i tot potser al cap de poc temps.



Grup de participants.

El problema, doncs, seria determinar el programa de les seqüències i dels temps necessaris per a l'embassament i desembassament, adaptat a cada situació inicial, que pot ser molt diferent en cas que l'avinguda tingui el seu origen en un afluent o un altre. En aquest problema, que involucra també problemes de representació del terreny i de mecànica de fluids, també van obtenir-se alguns resultats preliminars que poden ser d'utilitat.

El darrer problema va se presentat per E. Foch, de Cisco Systems, i es titulava «Consumició d'ample de banda i models de facturació». Es tracta d'un problema comercial, en el qual es voldrien decidir bones polítiques de tarifes per

part dels proveïdors d'Internet, que tinguin en compte els estalvis grans en l'ample de banda que es poden produir quan els pics de demanda per part de clients diferents succeeixen en hores del dia o dies de la setmana diferents.

Els sistemes actuals de facturació, que admeten dues modalitats anomenades respectivament facturació per volum i per percentil, no estan suficientment estudiats com perquè els clients i els proveïdors puguin guiar-se per una lògica precisa al moment d'elegir entre un dels dos sistemes. Els investigadors dels GEMT també van familiaritzar-se amb el problema i van iniciar l'estudi d'algun dels fenòmens associats als dos sistemes de facturació.

Joan de Solà-Morales
UPC

Les universitats informen

Activitats de la Facultat de Matemàtiques de la UB durant la tardor 2010

La Facultat de Matemàtiques de la UB va inaugurar el curs 2010-2011 el 22 de setembre amb la conferència del doctor Ignasi Mundet titulada «Progressions aritmètiques de tots colors». Mundet ens va introduir al món de les progressions aritmètiques i la coloració d'aquestes, fins a arribar a mostrar-nos el celebrat teorema de Green-Tao, el qual estableix l'existència de pro-

gressions aritmètiques de nombres primers arbitràriament llargues. Com en altres ocasions l'escrit d'aquesta conferència es podrà llegir en el *Butlletí* de la SCM. En el mateix acte, es va lliurar el Premi August Palanques a Carlos Domingo Salazar, l'estudiant amb el millor expedient acadèmic de primer cicle de l'ensenyament de matemàtiques del curs 2009-2010.

L'exposició «Experiències matemàtiques», organitzada per l'Associació per a Promoure i Crear un Museu de Matemàtiques a Catalunya i patrocinada per la Facultat, ha estat al vestíbul de l'edifici històric del 18 d'octubre al 9 de novembre. Aquesta exposició consta d'un conjunt de mòduls que posen de manifest aspectes intuïtius i visuals de les matemàtiques i que conviden a la participació i a la interacció. L'exposició ha estat visitada per multitud d'escoles i particulars, que han pogut gaudir de les explicacions fetes per monitors.



Les molècules d'ADN cíclic en el nucli de les cèl·lules tenen forma de nus.

Dins del marc de col·laboració amb els professors de l'ensenyament secundari, han continuat les diverses activitats que ja fa anys porta a terme la Facultat. Així, el 3 i 10 de novembre va tenir lloc la xerrada-taller per a alumnes de batxillerat «Nusos, enllaços i trenes», impartida pel doctor Carles Casacuberta, a la qual van assistir un total de set-cents cinquanta-cinc alumnes de vint-i-nou centres de Catalunya. A la xerrada vam entendre les dificultats que presenta el problema de la classificació de nusos i les seves aplicacions. Al taller vam aprendre a fer i desfer diferents tipus de nusos, inclosos els de corbata, i vam poder veure si eren equivalents o no.

El semestre de primavera, i concretament els dies 19 i 26 de gener, va tenir lloc la xerrada-taller « $1 + 1 > 2$ programant formigues» a càrrec de la doctora Maite López, on vam aprendre com en els sistemes complexos, les accions simples dels individus en combinar-se poden produir efectes sofisticats. Les inscripcions per a les xerrades-taller es fan durant el mes de setembre. Si esteu interessats a rebre informació ho podeu sol·licitar per correu electrònic a secundaria@maia.ub.es.

Com cada any, des de la Facultat hem continuat donant suport als treballs de recerca en matemàtiques, posant en contacte els nostres alumnes i professors amb els alumnes i tutors de batxillerat que ho han demanat. Tornarem a començar aquesta activitat durant els primers mesos de 2011.

L'edició d'enguany de la Matefest/Infofest, la nostra particular festa de les matemàtiques i la informàtica, tindrà lloc el matí del 4 de maig. Aquesta festa singular l'organitzen els alumnes de la Facultat i està adreçada als alumnes de segon cicle d'ESO i també de batxillerat. En aquesta jornada, podem experimentar amb les diverses vessants de les matemàtiques i de la informàtica, en les paradetes i estands repartits per tot l'edifici històric de la UB. Al llarg del matí també es podrà assistir a conferències i tallers.

Trobareu informació sobre aquestes altres activitats (jornada de portes obertes, tallers d'intel·ligència artificial, trobada anual de professors de secundària, etc.) a la pàgina web de la Facultat, a www.mat.ub.edu.

I per finalitzar us fem saber que la Facultat ha enregistrat un petit reportatge sobre les sortides professionals de les matemàtiques. Aquest vídeo recull el testimoni de diversos matemàtics que treballen en diferents camps com instituts de recerca, empreses de consultoria, ensenyament, etc. Us convidem a veure aquest vídeo (i el seu paral·lel per als estudis d'informàtica) a la web de la Facultat, dins l'apartat «Futurs Estudiants» – «Informació d'interès».

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

Activitats de la Facultat de Matemàtiques de la UAB durant la tardor 2010

El Departament de Matemàtiques de la UAB segueix organitzant activitats amb l'objectiu d'apropar les matemàtiques a la societat i, especialment, als joves que estan cursant els estudis de secundària, i d'impulsar la col·laboració amb els seus professors.

Des de fa uns anys, el Departament acull estudiants de primer de batxillerat dins del programa «Estades de batxillerat», coordinat dins del Programa Argó de la UAB. Les estades oferides per la UAB, i que els estudiants poden escollir de manera optativa dins dels seus estudis de batxillerat, donen l'oportunitat de conèixer de prop el món universitari i l'oferta d'estudis que poden seguir en un futur. A més, ofereixen la possibilitat d'iniciar el treball de recerca com a continuació d'un tema tractat durant l'estada i comptar alhora amb l'assessorament del professorat del Departament.

Durant tres setmanes de juliol de 2010 un grup de cinc estudiants van participar en aquestes estades sota la coordinació de N. Castellana. L'objectiu va ser l'elaboració d'un dossier de material didàctic sobre qüestions matemàtiques; van tocar temes diversos com teoria de grafs, geometria i teoria de jocs. També es van dissenyar un conjunt d'activitats, amb el material i justificacions matemàtiques corresponents. Després de l'experiència, certament positiva, dos dels participants van decidir seguir i centrar el seu treball de recerca en un dels temes tractats.

Destaquem també les sessions per a la preparació de les proves Cangur i de les Olimpíades Matemàtiques que actualment s'estan organitzant des del Departament de Matemàtiques. Les sessions de preparació de les Olimpíades, que estan coordinades per J. J. Carmona, no són sols d'utilitat per a la preparació d'aquestes proves sinó que també donen l'oportunitat d'introduir els alumnes en l'estudi de tipus de problemes molt rics i que els ajudaran en el bon desenvolupament de la seva activitat matemàtica. Les sessions de preparació de les proves Cangur, coordinades per J. Gascón, reuneixen un bon grup d'estudiants de l'ESO de diversos instituts. Els nois i noies són guiats en la resolució de

problemes i, en particular, dels tipus que apareixen en les proves Cangur. Si esteu interessats a participar en aquestes sessions podeu posar-vos en contacte a través de l'adreça secundària [@mat.uab.cat](mailto:mat.uab.cat).

No podem oblidar la cita anual amb els «Dissabtes de les matemàtiques», que es fan durant la primavera. Un any més, aquestes jornades organitzades pel Departament de Matemàtiques es duen a terme els dissabtes al matí. Durant el matí els participants gaudeixen d'una xerrada divulgativa, un petit esmorzar i un taller-concurs on estan convidats a practicar, experimentar i contrastar el que prèviament se'ls hagi introduït tant amb jocs com amb endevinalles i concursos. Aquest any l'organització és a càrrec de J. M. Mondelo. Seguint amb la tradició iniciada en l'edició de 2010, s'ha fet un «Dissabte de les matemàtiques» conjuntament amb el Departament de Física amb motiu de la doble titulació de matemàtiques i física que ofereix la UAB. La inauguració va ser el 5 de març a la sala d'actes del Rectorat i es van impartir dues xerrades. J. González va parlar del principi d'economia en la natura amb la xerrada «De princeses fenícies, herois grecs, ocells, abelles i problemes de màxims i mínims». Les sessions del 12 i 19 de març i el 2 i 9 d'abril es van fer a la Facultat de Ciències. J. Girbau va parlar de geometria i relativitat; J. M. Mondelo ens va guiar en el disseny de missions espacials; S. Serna va introduir les matemàtiques en el tractament d'imatges digitals; i, finalment, després de les eleccions, X. Mora ens descobrirà diferents mètodes de votació amb situacions concretes per saber si podríem fer-ho millor.

Per a més informació sobre aquestes i altres activitats podeu consultar el web del departament, www.uab.cat/matematiques/, en el corresponent apartat de divulgació. A més a més, des del departament s'està actualitzant la llista de distribució per correu electrònic per informar puntualment de totes aquestes activitats. Us hi podeu subscriure a través de la pàgina: mat.uab.cat/matuab-divulga.

Natàlia Castellana
Organitzadora, UAB

Activitats de la FME de la UPC durant el quadrimestre de tardor del curs 2010-2011

La Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME) de la UPC dedica el curs 2010-2011 al matemàtic hongarès Paul Erdős (1913-1996).



En la inauguració del Curs Erdős, celebrada el 22 de setembre, el professor László Lóvasz de la Universitat Eötvös Loránd de Budapest va impartir la conferència «Paul Erdős: from puzzles to the birth of sciences». En acabar, el degà de la FME, J. Quer, va lliurar un obsequi, com a mostra d'agraïment i de reconeixement, al professor M. Martí Recober amb motiu de la seva jubilació. A l'acte hi van assistir el rector de la UPC, A. Giró, i el vicerector de Docència i Estudiantat, X. Colom.

Un dels esdeveniments més significats de cada curs és l'entrega de diplomes als nous titulats per la FME, davant d'amics i familiars. L'acte de lliurament als titulats el curs 2009-2010, un dels més concorreguts dels darrers anys, es va celebrar el 5 de novembre i hi va participar el vicerector de Política Internacional de la UPC, P. Díez. En aquesta ocasió, els padrins van ser M. Bécue per als estudis d'estadística i J. Franch per als de matemàtiques.

Pel que fa a activitats adreçades a estudiants d'ESO i batxillerat, al mes d'octubre van començar les sessions preparatòries per a les proves Cangur i l'Olimpíada Matemàtica. Un curs més, també, la Facultat acull diverses sessions de treball dins del projecte Estalmat.

Durant aquest quadrimestre de tardor, a més, molts estudiants de secundària d'arreu de Catalunya han visitat la FME amb motiu de l'exposició «Experiències matemàtiques». Aques-

ta exposició, organitzada pel Museu de Matemàtiques de Catalunya, ha estat ubicada a la Facultat des del 17 de novembre fins al 17 de desembre, després del seu pas per l'edifici històric de la Universitat de Barcelona.

Un altre esdeveniment que ens ha donat l'oportunitat d'acollir estudiants de secundària, en aquest cas d'arreu d'Espanya, ha estat el programa «Campus científicos de verano» que la FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) i el Ministeri d'Educació van engregar l'estiu de 2010. Concretament, diversos grups d'estudiants de 4t d'ESO i de 1r de batxillerat van venir a la FME, durant el mes de juliol, per participar en els projectes que el campus de Catalunya va oferir en l'àrea de matemàtiques.

Un any més, l'ABEAM (Associació de Barcelona per a l'Estudi i l'Aprenentatge de les Matemàtiques) va celebrar la seva Jornada Didàctica Matemàtica a la FME. Aquesta darrera edició, la tretzena, va tenir lloc el dissabte 13 de novembre. Una activitat destinada a un públic matemàtic general, incloent estudiants de tots els nivells, va ser la conferència-taller «History of the 'Pythagorean theorem' before and after Pythagoras», que el professor Robin Hartshorne, de la Universitat de Califòrnia, va impartir el 10 de novembre a la sala d'actes de la Facultat.



Seguint una tradició ja molt arrelada a la FME, el desembre es va celebrar el concert de Nadal que organitzen els nostres alumnes i que, d'alguna manera, marca la fi del quadrimestre de tardor. Trobareu més informació al web de la FME www.fme.upc.edu.

Bernat Plans
Vicedegà de Relacions, FME

Conferència inaugural del curs 2010-2011

El 24 de novembre de 2010 el doctor J. Girbau va pronunciar la conferència «L'equació d'Einstein del camp gravitatori», amb motiu de l'acte inaugural del curs 2010-2011 de la SCM. L'acte va constar de dues parts ben diferenciades: en la primera, el conferenciant va explicar com A. Einstein va arribar a formular la teoria general de la relativitat, i la segona es va dedicar al problema que es coneix amb el nom d'*estabilitat lineal* de l'equació d'Einstein, qüestió aquesta d'interès teòric i pràctic, perquè la linealització de l'equació d'Einstein dóna lloc a l'equació d'ones del camp gravitatori i, per tant, a poder postular l'existència d'aquestes ones.

La relativitat especial tracta dels fenòmens físics en absència de forces gravitatòries. L'espai on tenen lloc aquests fenòmens s'anomena l'*espai-temps* i ve modelat per l'anomenat *espai de Minkowski*, que és l'espai \mathbb{R}^4 dotat d'un cert producte escalar (o mètrica) η . Les quatre coordenades s'acostumen a escriure en l'ordre (x_1, x_2, x_3, t_x) , les tres primeres espacials i l'última temporal. El producte escalar abans esmentat ve donat per

$$\eta(X, Y) = x_1y_1 + x_2y_2 + x_3y_3 - c^2t_x t_y,$$

on c és la velocitat de la llum. Un observador inercial no és altra cosa que un sistema de referència a l'espai de Minkowski. Les transformacions de Lorentz, que relacionen les quatre coordenades de dos sistemes inercials, són les isometries de l'espai de Minkowski (aquelles que preserven el producte escalar). Aquesta construcció geomètrica (posterior a la formulació inicial d'Einstein) permet interpretar qualsevol problema cinemàtic en termes geomètrics, per exemple la contracció de les longituds i la dilatació del temps pel moviment uniforme. L'espai de Minkowski no és euclidià però és pla perquè les geodèsiques (aquelles corbes de mínima longitud que uneixen dos punts fixos de l'espai-temps) són les rectes de \mathbb{R}^4 , que també són les trajectòries que descriuen les partícules lliures.

El problema que es planteja ara és com cal modificar l'esquema geomètric anterior per

encabir-hi els camps gravitatoris. La solució que dóna Einstein és la de corbar l'espai-temps (i, per tant, modificar la seva mètrica). En un llenguatge més precís, es tracta de substituir l'espai de Minkowski (\mathbb{R}^4, η) per una 4-varietat de Lorentz (V, g) convenient. Per tant, en la teoria de la relativitat general el camp gravitatori no actua directament sobre les partícules sinó que la seva acció es manifesta en la modificació de la mètrica de Minkowski η . Per a un observador de la varietat de Lorentz (V, g) resultant, la vida de les partícules serà descrita per una geodèsica de l'espai-temps (V, g) perquè no detectarà cap mena de força sobre aquestes.¹ Amb la diferència que ara, en general, les geodèsiques no seran rectes com en el cas de la mètrica de Minkowski η . Per a aquest observador les forces gravitatòries no existeixen sinó que són fruit d'una elecció de coordenades. De fet, si explicitem les equacions de les geodèsiques arribarem a un resultat ben conegut. Una corba $x(\tau)$ és una geodèsica si $\nabla_{\dot{x}}\dot{x} = 0$, que en coordenades s'escriu $d^2x^\lambda/d\tau^2 = -\sum \Gamma_{\mu\nu}^\lambda(dx^\mu/d\tau)(dx^\nu/d\tau)$. Els Γ s'anomenen *símbols de Christoffel* i depenen de les derivades primeres de la mètrica g . Per tant, l'expressió anterior es pot interpretar com l'equivalent relativista de la segona llei de Newton $F = ma$, amb $F = -m\nabla\Phi$ per a un potencial gravitatori Φ donat. A causa d'aquesta semblança, els components $g_{\alpha\beta}$ de g se'ls anomena *potencials gravitatoris*. A diferència del cas newtonià, però, no tenim un únic potencial Φ sinó deu, perquè g és un tensor simètric d'ordre 2 en una varietat de dimensió 4.

Com es determina la mètrica g ? En física clàssica la resposta la dóna l'equació de Poisson $\Delta\Phi = 4\pi K\rho$. En relativitat general és l'equació d'Einstein, objecte d'aquesta conferència:

$$G(g) = \chi T.$$

Els dos tensors G i T són simètrics i d'ordre 2 i, per tant, l'equació d'Einstein és un sistema de deu equacions diferencials en les quals hi apareixen els deu potencials gravitatoris $g_{\alpha\beta}$. El tensor d'impulsió-energia T , que evidentment fa

¹Observeu que d'aquesta manera el camp gravitatori actua sobre totes les partícules de la mateixa forma, independentment de la seva massa o estructura interna, que és el tret que diferencia la força gravitatòria de les altres forces fonamentals de la naturalesa.

el paper de la densitat ρ , ha de complir les equacions de conservació de la matèria $\text{div}(T) = 0$. Tot plegat imposa sobre el tensor G les condicions següents: ha de ser d'ordre 2, simètric, de divergència nul·la i, per analogia amb l'equació de Poisson, ha de dependre fins a les derivades d'ordre 2 en g . Es pot veure que el tensor $\text{Ric} - \frac{1}{2}Rg$ compleix tots els requisits anteriors (aquí Ric és el tensor de Ricci i R és la curvatura escalar). L'equació d'Einstein és, doncs, $\text{Ric}(g) - \frac{1}{2}Rg = \chi T$, que també es pot escriure

$$\text{Ric}(g) = \chi \left\{ T - \frac{1}{2} \text{tr}_g(T)g \right\}.$$

En absència de matèria, $T = 0$, obtenim $\text{Ric}(g) = 0$. Si tenim en compte que el tensor de Ricci és una contracció del tensor de curvatura de la varietat, i si recordem que l'espai de Minkowski és pla, no és d'estranyar que una solució de $\text{Ric}(g) = 0$ sigui $g = \eta$. O a l'inrevés, si $T \neq 0$ la mètrica de Minkowski deixa de ser una solució: la matèria corba l'espai-temps.

Una vegada establerta l'equació d'Einstein, cal preguntar-se per l'existència i unicitat de la solució, així com quines dades inicials són necessàries (problema de Cauchy). Cal, però, adonar-se d'una diferència substancial entre l'equació de Poisson i la d'Einstein: la primera obeeix a l'esquema clàssic de tenir en un costat la font del camp (la densitat ρ) i a l'altre un operador diferencial que actua sobre el camp Φ , que és la incògnita. En l'equació d'Einstein, en canvi, aquest esquema es trenca perquè la incògnita g també apareix en el segon membre. A més, cal tenir present que el tensor d'impulsió-energia ha de complir d'entrada dues condicions. Primera, ha de ser conservatiu, $\text{div}(T) = 0$, la qual cosa comporta que aquestes quatre equacions s'hagin d'acoblar amb el sistema de deu equacions donat per l'equació d'Einstein. Segona, i com a conseqüència de la primera, el tensor T haurà de dependre de quatre variables que defineixin la distribució de la matèria en l'espai-temps, a fi de tenir el mateix nombre d'equacions que d'incògnites. Situem-nos, per exemple, en el cas del tensor d'impulsió-energia d'un fluid perfecte:

$$T = (\rho + p)u \otimes u + pg.$$

Les noves incògnites són la densitat ρ , la pressió p i el camp de velocitats u del fluid (de quatre components). En total sis incògnites, que es reduïxen a quatre perquè s'imposa que u sigui

unitari i que existeixi una equació d'estat que relacioni ρ i p .

Finalment, una altra diferència entre les dues equacions rau en l'estructura mateixa de l'equació diferencial. El laplaciana euclidiana $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_3^2}$ que apareix en l'equació de Poisson és un operador el·líptic i, per tant, molt ben estudiat en la literatura. En canvi, l'expressió en coordenades de la part principal del tensor de Ricci,

$$R_{\alpha\beta} \simeq \frac{1}{2} g^{\lambda\mu} (\partial_\lambda \partial_\alpha g_{\beta\mu} + \partial_\beta \partial_\mu g_{\lambda\alpha} - \partial_\lambda \partial_\mu g_{\beta\alpha} - \partial_\beta \partial_\alpha g_{\lambda\mu})$$

(aquí $\partial_\lambda \equiv \frac{\partial}{\partial x_\lambda}$), és bastant més complicada i d'entrada no pot ser classificada ni com el·líptica, ni hiperbòlica, ni parabòlica. Aquesta situació encara es veuria agreujada si el sistema $\text{div}(T) = 0$ aportés derivades segones en g i en les altres incògnites que apareixen en l'expressió de T . En resum, per poder plantejar el problema de Cauchy cal imposar sobre T que depengui de quatre paràmetres i que el sistema $\text{div}(T) = 0$ estigui desacoblat de $\text{Ric}(g) = \chi \left\{ T - \frac{1}{2} \text{tr}_g(T)g \right\}$. Afegint-hi algunes condicions més tècniques, es pot demostrar que, si les dades de Cauchy pertanyen a uns certs espais (de Sobolev) i compleixen unes condicions de lligam sobre una hipersuperfície espacial de la varietat de Lorentz, el problema de Cauchy està ben posat (*well posed*), és a dir, que 1) la solució existeix, és única llevat difeomorfismes i és del mateix espai que les dades de Cauchy; i 2) la solució depèn contínuament de les dades inicials (estabilitat de Cauchy). L'expressió *llevat difeomorfismes* indica que, com que les equacions estan escrites en forma tensorial i per tant són vàlides en qualsevol referència, sempre es tindrà la llibertat d'escollir un cert sistema de coordenades.

Una vegada establertes les condicions que ens garanteixen l'existència i unicitat de l'equació d'Einstein, el pas següent hauria de ser trobar aquesta solució, és a dir, resoldre exactament l'equació d'Einstein. Però només en alguns casos en els quals l'espai-temps té simetria esfèrica això és possible. Només que considerem l'equació d'Einstein amb $T = 0$, $\text{Ric}(g) = 0$, ens trobem amb una equació irresoluble exactament però de la qual coneixem una solució particular, que és $g = \eta$, la mètrica de Minkowski. Però podríem intentar cercar solucions properes a η de la for-

ma $\eta + h$ perquè si h és petit

$$\text{Ric}(\eta + h) = \underbrace{\text{Ric}(\eta)}_{=0} + D_\eta \text{Ric}(h) + \dots$$

i $\text{Ric}(\eta + h) = 0$ per hipòtesi. És costum aleshores resoldre l'equació lineal $D_\eta \text{Ric}(h) = 0$, en el benentès que $g = \eta + h$ serà una solució de $\text{Ric}(g) = 0$, propera a η . Però això és només una hipòtesi i, per tant, té sentit definir el concepte següent: una equació és linealment estable si les solucions de la seva equació linealitzada són realment pròximes a les vertaderes solucions de l'equació original. El següent és un exemple d'una equació algebraica senzilla (perquè es pugui resoldre exactament) que no és estable per linealització: sigui $f : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ donada per $f(x_1, x_2) = x_1 x_2$. Una solució particular de l'equació $f(x_1, x_2) = 0$ és $(0, 0)$ i les solucions més properes es troben en la direcció dels eixos de coordenades, perquè les solucions exactes són $x_1 = 0$ o $x_2 = 0$. En canvi, de l'equació linealitzada deduiríem erròniament que en qualsevol direcció hi trobaríem solucions, perquè en $(0, 0)$ la linealitzada és $0 \cdot h_1 + 0 \cdot h_2 = 0$ i qualsevol $h = (h_1, h_2)$ és solució. Aquesta inestabilitat és deguda al fet que no en totes les direccions que dona l'equació linealitzada (en aquest exemple, totes) existeix una corba de solucions de l'equació original (aquí, els eixos de coordenades).² Precisament la definició estricta d'*estabilitat lineal* és la següent: una equació $f(x) = y_0$ és linealment estable (o estable per linealització) en $x = x_0$ si per a tota solució h de l'equació linealitzada $D_{x_0} f(h) = 0$ existeix una corba $\lambda \rightarrow x(\lambda)$ de solucions de l'equació original que és tangent a h en x_0 .

El mateix A. Einstein va fer ús del mètode de linealització per poder postular l'existència de les ones gravitatòries. Imaginem que l'univers és descrit per un tensor d'impulsió-energia T petit, que podem considerar com una pertorbació

de $T = 0$. La corresponent mètrica g complirà l'equació $\text{Ric}(g) = \chi\{T - \frac{1}{2}\text{tr}(T)g\}$. Per ser T petit, g serà propera a η , $g = \eta + h$ amb h petit. Si anomenem $L(h)$ a la suma dels termes lineals en h de la diferència $\text{Ric}(\eta + h) - \text{Ric}(\eta)$, tindrem

$$\text{Ric}(g) = \text{Ric}(\eta + h) \simeq \text{Ric}(\eta) + L(h) .$$

Fent $S = T - \frac{1}{2}\text{tr}(T)g$, veiem que l'equació d'Einstein $\text{Ric}(g) = \chi S$ s'aproxima per $L(h) \simeq \chi S$. Einstein es va adonar que si, a més a més, s'imposa $\text{div}(h) = 1/2d(\text{tr}(h))$ l'equació anterior es transforma en

$$\frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_3^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) h_{\alpha\beta} = \chi S_{\alpha\beta} .$$

En el buit, $S = 0$ i obtenim l'equació d'ones.

És interessant observar que aquest procediment no respon a l'esquema de linealitzar una equació del tipus $f(x) = y_0$ amb y_0 fix de la qual sabem una solució particular x_0 , $f(x_0) = y_0$, (en l'exemple anterior seria $y_0 = 0$), sinó al cas d'una equació del tipus $f(x) = y_0 + q$ amb q petit però variable, on coneixem una solució particular x_0 de $f(x) = y_0$ (en el cas d'Einstein, $x_0 = \eta$, $y_0 = 0$ i $q = T$). Aquesta nova situació requerirà una nova definició d'*estabilitat* no basada en el concepte de *tangència*, sinó en el fet de poder garantir un acotament de l'error comès en considerar les solucions de l'equació linealitzada en comptes de les solucions reals.

Tots aquests temes tractats en la conferència (relativitat general, plantejament del problema de Cauchy, nou concepte d'*estabilitat* i aplicacions) són estudiats en un llibre de recent publicació escrit pel conferenciant i per qui escriu aquestes línies. En particular, es pot assegurar que l'equació d'Einstein és estable en $g = \eta$ i que, per tant, la hipòtesi d'Einstein (a partir de l'equació de la qual es pot predir l'existència de les ones gravitatòries), és del tot correcta.

Lluís Bruna

Professor de matemàtiques de secundària

²El lector pot comprovar que en totes les altres solucions, $(a, 0)$ i $(0, a)$ amb $a \neq 0$, l'equació és estable.

I Trobada Catalanosueca de Matemàtiques Första svensk-katalanska konferensen i matematik

Del 16 al 18 de setembre de 2010 es va fer, a la seu de l'IEC a Barcelona, la primera trobada entre les societats matemàtiques de Suècia i Catalunya. La iniciativa havia nascut pocs mesos abans en ocasió del semestre temàtic de sistemes dinàmics al CRM, inspirada en les trobades bilaterals que la SCM comparteix amb diverses societats matemàtiques europees.



D'esquerra a dreta, H. Shahgholian, A. Bjorner, M. Benedicks i C. Faber, en el moment de rebre l'obsequi de mans del president de la SCM.

Les relacions entre matemàtics suecs i catalans van resultar ser ben abundants, la qual cosa es va reflectir en l'organització de diverses sessions temàtiques amb coordinadors d'una i altra part: anàlisi complexa i harmònica (Bo Berndtsson i Joaquim Ortega), didàctica de la matemàtica (Christer Bergsten i Marianna Bosch), equacions en derivades parcials (Henrik Shahgholian i Neus Cònsul), geometria (Carel Faber i Miguel A. Barja), matemàtica discreta (Svante Linusson i Oriol Serra) i sistemes dinàmics (Michael Benedicks i Tere Seara). Aquestes sessions van dinamitzar una gran participació amb més de cent assistents, dels quals prop de quaranta eren suecs.

A més d'un intens programa de xerrades en cadascuna de les sessions, vam poder gaudir d'excel·lents conferències plenàries, tant de matemàtics de prestigi internacional ben reconegut com Michael Benedicks, Anders Bjorner, Carel Faber o Henrik Shahgholian, tots ells professors de la prestigiosa Kungliga Tekniska Högskolan, o sigui, del Reial Institut Tecnològic d'Estocolm, com de brillants matemàtics joves com Robert Berman, de la Universitat de Göteborg, o professionals reconegudes com Eva Jablonka, establerta a la Universitat Tecnològica de Luleå.

Al banquet que es va fer el dijous al mateix pati de l'IEC, i en el qual la meteorologia ens va obsequiar amb una descomunal tempesta de tardor que va deixar impressionadíssims els nostres convidats, el president de la SCM, Carles Perelló, va fer entrega als conferenciantis plenaris i al president de la Societat Matemàtica Sueca, Tobias Ekholm, del llibre *Història de Catalunya il·lustrada*, que segur que els ajudarà a tenir un coneixement millor del nostre país.

A més dels coordinadors de les sessions, que per part catalana van integrar el comitè organitzador local, cal agrair especialment la tasca de J. M. Mondelo, responsable de la pàgina web, www.iecat.net/institucio/societats/SCMatematiques/SCCM1/.

En la sessió de cloenda, i en nom de la Societat Matemàtica Sueca, Anders Bjorner va agrair a la SCM l'organització d'una trobada que va ser valorada molt positivament, i es va comprometre a organitzar una segona edició a Suècia en un futur proper.

Les sinèrgies generades per aquesta mena de contactes bilaterals amb nacions europees d'un nivell cultural i científic admirables, donaran probablement una dinàmica col·laboració científica i acadèmica que esperem veure reflectida una vegada més a Suècia amb motiu de la propera trobada, suecocalana aquesta vegada.

Oriol Serra
UPC

7a Jornada d'Educació Matemàtica

El dissabte 16 d'octubre de 2010 tingué lloc a la seu de l'Institut d'Estudis Catalans de Barcelona, la 7a Jornada d'Educació Matemàtica, en les tres darreres edicions de la qual, la nostra Societat (la SBM-XEIX) ha estat convidada com a organitzadora. Com és preceptiu, obriren la sessió del matí els presidents de les tres societats organitzadores: Carme Aymerich de la FEEMCAT, Carles Perelló de la SCM i Josep Lluís Pol de la SBM-XEIX.



El matí es va dedicar íntegrament a la taula rodona amb tot un seguit de participants que ens feren reflexions sobre com canvia l'ensenyament i l'aprenentatge amb la utilització dels ordinadors a l'aula, quines possibilitats tenen, quines dificultats i obstacles cal aprendre a superar, quin valor afegit aporta l'ús dels ordinadors, si cal preservar algunes característiques fon-

amentals de l'ensenyament/aprenentatge de les matemàtiques que poden quedar en segon terme amb l'ús dels ordinadors, etc. Els ponents foren, d'esquerra a dreta en la fotografia: Rosa Estela (Matemàtica Aplicada III, UPC), Elisabet Sagner (IES J. Vicens Vives, Girona), Ferran Ruiz (Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu), Consol Anguila (CEIP Puig d'Arques, Cassà de la Selva) i Rafel Cortès (Conselleria d'Educació i Cultura de les Illes Balears).

Durant l'horabaixa fou el torn de la presentació d'experiències amb dues línies paral·leles. En Bernat Ancochea (IES Serra de Marina, Premià de Mar) ens explicà la seva experiència del curs 2009-2010 en el Projecte 1×1 . En Sebastià Mora (CEIP Enric Grau Fontseré, Flix) ens parlà de les matemàtiques i les TIC al cicle superior de primària a partir d'experiències amb GeoGebra en entorns 1×1 . En Miquel Cirer i en Jaume Monreal (IES Baltasar Porcel, Andratx) ens feren viure l'ús de les TIC a la darrera Olimpíada Nacional d'ESO duta a terme a Mallorca amb la comunicació «(Es)TIC competent». Finalment, na Teresa Sancho (UOC) ens parlà de «L'ús de les eines telemàtiques a l'educació (matemàtica) superior: de la necessitat, virtut». Un dia ben aprofitat per enfortir llaços i animar més de cent cinquanta participants a seguir innovant en el camp de la nostra professió.

SBM-XEIX

Primera Jornada SCM de Joves Investigadors en Matemàtiques

La SCM va organitzar el 5 de novembre, als locals històrics de l'IEC, la Primera Jornada SCM de Joves Investigadors en Matemàtiques, en la qual uns quaranta investigadors que estan acabant la seva tesi doctoral, o que fa poc que l'han presentada, ens varen exposar els seus treballs.

Per la impossibilitat de representar-hi tota la variabilitat de la recerca en matemàtiques que es fa al nostre país, triàrem tan sols quatre grans temes, que es desenvoluparen en sessions paral·leles. Si la iniciativa té continuïtat, el desig de la SCM és que hi vagin participant totes les línies de recerca en matemàtiques actives en el

nostre entorn. Un dels objectius era afavorir el contacte entre joves que treballen en temes afins, però que pel fet d'estar en grups i universitats diferents, poden tenir un alt grau de desconeixement entre si.

En aquesta edició, cada línia s'ha organitzat amb la més gran llibertat possible. Els responsables inicials, triats per una simple qüestió de comoditat dels promotors, han buscat col·laboració en altres directores de tesis, i entre tots han determinat els participants en les sessions. Només hi ha hagut tres condicions de contorn: l'hora del cafè, la del dinar i que en cada sessió hi hagués una barreja de ponents de diferents

universitats. Les quatre línies tractades han estat: anàlisi i equacions en derivades parcials; probabilitat, processos estocàstics i estadística; mètodes algebraics, i topologia i geometria.



Les tres primeres línies han inclòs també en el programa una conferència d'un investigador senyor, escollit pels organitzadors de la sessió.

Els conferencians foren:

- Luís Vega, de la Universitat del País Basc, que féu la xerrada «A new approach to Hardy's uncertainty principle».
- Àgata Smoktunowicz, de la Universitat d'Edinburgh, amb «Free algebras, algebraic algebras and their cousins».
- Carmen Armero, de la Universitat de València, que impartí la conferència «Un passeig, curtet i relaxat, pel món de la inferència bayesiana».

La SCM vol agrair l'esforç de tots els organitzadors i els participants a la Jornada, que aconseguiren que un divendres de novembre, en ple trimestre de tardor, la jove recerca en matemàtiques es mostrés en el bell marc de la Casa de Convalescència.

Acabem remarcant el desig, expressat aquell mateix vespre per alguns participants, que la iniciativa tingui continuïtat.

Josep Lluís Solé
UAB

Informe de la reunió del Cangur a Geòrgia

Com en anys anteriors, els representants dels països que pertanyen a l'associació Kangourou Sans Frontières (KSF) han assistit a la reunió que enguany ha organitzat l'associació de Geòrgia a Tbilisi. Des que es va fer aquesta reunió a Catalunya (a Barcelona, concretament, l'any 2006) els països que ho han organitzat han estat Àustria (Graz), Alemanya (Berlín) i Bielorússia (Minsk).

L'objectiu fonamental d'aquestes reunions fou la selecció dels problemes per a les proves Cangur, les quals, a Catalunya i les Balears, s'han dut a terme el 17 de març de 2011. A la Comunitat Valenciana, atesa la coincidència amb la setmana de les falles, s'han fet (òbviament amb problemes diferents) el 24 de març.

El programa de treball que vàrem tenir al llarg dels dies 13, 14, 15 i 16 va ser el següent.

En la sessió d'obertura, es van comentar diversos temes que s'haurien d'aprovar a la sessió final.

Els dos professors encarregats del lloc web de KSF van explicar com havia funcionat i les dificultats que havien sorgit en la baixada dels problemes proposats i en la seva valoració.

Es va quedar que a la sessió final es faria l'elecció del nou president de l'associació (reglamentàriament, hi ha d'haver eleccions a la presidència cada tres anys).

Pel que fa als problemes proposats per les diferents comissions dels països participants, es va proposar a l'assemblea que:

- caldria tenir molta cura perquè l'enunciat del problema fos correcte, almenys una de les opcions fos correcta, només una opció fos correcta i que els distractors fossin escollits amb molta cura,
- que no es podrien proposar problemes idèntics en més d'un nivell i que, si això passava, només es proposarien en el nivell més baix,
- que tots els problemes haurien d'estar classificat per punts i per categoria i els que no hi estiguessin serien rebutjats.

Es va fer notar que els estatuts i el reglament que apareixen a la pàgina web de KSF no estan actualitzats i que cal posar-los al dia.

Durant els dies 14 i 15 es va treballar per grups per escollir els problemes definitius que es portaran a les comissions Cangur dels països participants per tal que es puguin fer les ade-

quacions i les traduccions corresponents. Finalment el dissabte a la tarda ens van lliurar un CD que contenia els problemes definitius dels cinc nivells.

A l'assemblea general del dissabte 16 d'octubre es van tractar els temes següents:

- 1) El tresorer de KSF va donar un full amb els comptes de l'any 2010 i el pressupost per a l'any 2011. Ambdós informes van ser acceptats per unanimitat.
- 2) Es va acceptar l'entrada com a membres de ple dret als països: Armènia, el Brasil, l'Iran i Portugal. Es va acceptar l'entrada com a membres provisionals als països: Colòmbia, Indonèsia, la Costa d'Ivori i Tunísia. I Mongòlia continua com a membre provisional. Pel que fa a la petició de la Xina i Singapur se'ls dirà que demanin l'admissió l'any vinent ja que no tenim prou informació sobre les seves peticions.
- 3) Elecció del nou president. Hi havia dues candidatures, la del president anterior (França) i la del representant d'Eslovènia. A la votació, A. Dedelicq (França) obtingué divuit vots i G. Dolinar (Eslovènia) n'obtingué vint-i-vuit. Per tant, G. Dolinar va ser escollit nou president de KSF. Immediatament el nou president va proposar nomenar president d'honor a l'anterior president, que va ser qui va fundar l'associació i n'ha estat el president fins ara.
- 4) S'ha decidit crear un grup de treball per fer una darrera revisió dels enunciats, respostes i gràfics dels problemes, ja que cada any apareix algun error no detectat.
- 5) Normativa sobre la publicació dels problemes: no es pot donar publicitat abans d'un mes després del dia de la prova, ja que no tots els països fan la prova el mateix dia.
- 6) Per a l'any 2012 la data de la prova Cangur serà el dijous 15 de març.
- 7) Lloc per a les properes reunions. El 2011 Eslovènia, el 2012 Xipre, el 2013 el Regne Unit (que ja havien estat acceptades) i el 2014 Puerto Rico. Suècia es proposa com a organitzador de la reunió a partir de 2014.
- 8) Atès que el nombre de representants a la reunió anual continua creixent, les despeses de l'organització creixen però a un ritme més gran. És per aquesta raó que s'aprova augmentar de 250 € a 300 € la quota per persona a partir de 2011.

A la Comissió Cangur de Catalunya ja només li quedava traduir els problemes, revisar-los, imprimir-los, repartir-los a les diferents seus i esperar que arribés el 17 de març per poder veure complert el desig que la prova es desenvolupi com ha estat previst i com ha transcorregut els anys anteriors.

Marta Berini
Presidenta de la Comissió Cangur

XLVII Olimpíada Catalana de Matemàtiques (OCM)

El 17 i 18 de desembre de 2010 es va celebrar simultàniament a Tarragona, Lleida, Girona i Barcelona la XLVII Olimpíada Catalana de Matemàtiques (primera fase de l'Olimpíada Matemàtica Espanyola 2011). L'organització d'aquesta edició de l'OCM ha estat a càrrec de la Comissió d'Olimpíades de la SCM. Pot trobar-se informació detallada al web www.cangur.org/olimpiades/47oli/index.htm.

El més important, sense cap dubte, han estat els participants que han competit per formar part dels equips que representaran Catalunya a l'Olimpíada Matemàtica Espanyola (OME) a Pamplona al març de 2011. La competició ha consistit en la resolució de sis problemes

en dues sessions, els dies 17 i 18. El jurat ha estat format pel doctor J. Pla Carrera, president (UB); J. Burillo Puig, vocal (UPC) i M. Barrioueno Peñalves, secretària (IES Ernest Lluch, Barcelona). Aquest jurat s'ha encarregat de proposar la prova, elaborar els criteris de correcció, puntuar les solucions presentades pels concursants i proclamar els guanyadors. En nom de la SCM volem agrair-los l'excel·lent treball que tan desinteressadament han realitzat.

Els problemes proposats han estat:

- 1) Tenim 2.010 cartes numerades d'1 al 2.010. Demostreu que si agafem 11 cartes qualssevol, n'hi ha dues (numerades i i j), d'entre aquestes 11, que compleixen $i < j \leq 2i$.

- 2) En un cercle de radi r hi inscrivim el decàgon regular de vèrtexs $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{10}$. Denotem per $|A_i A_j|$ la longitud del segment $\overline{A_i A_j}$. Demostreu que

$$|A_1 A_4| - |A_1 A_2| = r.$$

- 3) Denotem per $S(n)$ la suma

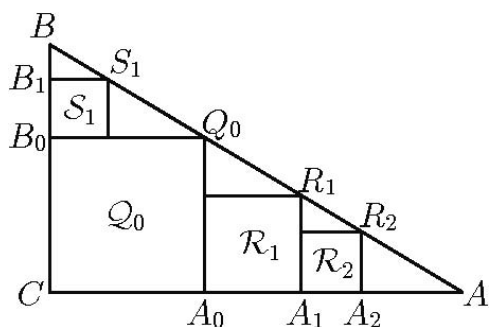
$$S(n) = 2010n^{2010} - 2009n^{2009} + \dots + 4n^4 - 3n^3 + 2n^2 - n.$$

Comproveu que el nombre

$$T = S(1) + S(2) + S(3) + S(4) + S(5) + S(6) + S(7) + S(8) + S(9)$$

és positiu i calculeu-ne la xifra de les unitats.

- 4) Una urna conté b boles blanques i v boles vermelles, amb $b \geq 0$, $v \geq 0$ i $b + v \geq 3$. Si s'extrauen 3 boles de l'urna sense reemplaçar-les, la probabilitat que totes siguin blanques és p . Però, si afegim una bola blanca a l'urna, la probabilitat que les tres boles siguin blanques augmenta d'una tercera part. Quin és el valor màxim de v que permet que es compleixin aquestes condicions?
- 5) Tenim un triangle rectangle ABC de catets AC i CB de longituds a i b i hi inscrivim un quadrat $Q_0 = CA_0Q_0B_0$ de manera que el punt A_0 es troba en el catet CA , el punt B_0 en el catet CB i el punt Q_0 en l'hipotenusa AB .



Calculeu el valor q del costat CA_0 del quadrat, en funció de a i b . Repetim el procés n vegades inscrivint, respectivament, quadrats $\mathcal{R}_{k+1}, \mathcal{S}_{k+1}$ en els triangles AA_kR_k i BB_kS_k , en què els punts R_k són en el segment AQ_0 i els punts S_k en el segment BQ_0 . Si r_n i s_n són les longituds dels costats dels quadrats \mathcal{R}_n i \mathcal{S}_n , demostreu que $\sqrt[n]{q} = \sqrt[n]{r_n} + \sqrt[n]{s_n}$.

- 6) Tenim m capsos $\mathcal{C}_1, \mathcal{C}_2, \dots, \mathcal{C}_m$ que contenen fitxes. El nombre de fitxes de cada una és $q_1 \geq 0, q_2 \geq 0, \dots, q_m \geq 0$, respectivament. Considerem un nombre fix $n \leq m$.

Volem aconseguir, amb una sèrie d'actuacions, que totes les caixes acabin tenint el mateix nombre de fitxes. Cada actuació que efectuem s'ajustarà a l'acció següent: elegim n capsos i col·loquem una fitxa més en cada una de les capsos elegides de manera que, després d'haver actuat, les n capsos que hàgim elegit tindran una fitxa més que abans de l'actuació i la resta tindrà el mateix nombre de fitxes que abans de l'actuació. Demostreu:

- a) Si $\text{mcd}(m, n) = d > 1$, aleshores hi ha una distribució inicial de fitxes en les m capsos que no permet aconseguir mai que, després de qualsevol nombre d'actuacions, totes les capsos tinguin el mateix nombre de fitxes.
- b) Si $\text{mcd}(m, n) = 1$, aleshores és possible fer un nombre finit d'actuacions successives fins a aconseguir que, al final de totes les actuacions, totes les capsos tinguin el mateix nombre de fitxes.

El jurat va acordar d'atorgar els premis següents:

Primers premis: Eduard Vázquez Espí n, Institut de Pallegà (Baix Llobregat), 2n de batxillerat; Ferran Alet Puig, Aula Escola Europea (Barcelona), 2n de batxillerat, i Darí o Nieuwenhuis Nivelà, Aula Escola Europea (Barcelona), 1r de batxillerat.

Segons premis: Marc Felip Alsina, Col·legi Bellloc del Pla (Girona), 4t d'ESO; Eric Milesi Vidal, Col·legi Pare Manyanet (Barcelona), 1r de batxillerat, i Marc Sánchez Alfonso, Aula Escola Europea (Barcelona), 1r de batxillerat.

Tercers premis: Joan Estévez Estudis, Institut Jaume Vicens Vives (Girona), 2n de batxillerat; Júlia Alsina Oriol, IES Jaume Callís (Vic), 1r de batxillerat, i Jordi Barceló Mercader, Col·legi Jesús i Maria (Barcelona), 1r de batxillerat.

F. Alet Puig, D. Nieuwenhuis Nivelà i J. Alsina Oriol ja van obtenir premi en la XLVI OCM.

Josep Grané i José Luis Dí az-Barrero
Comissió d'Olimpiades

Agenda

Taller Didàctic de Matemàtiques per a la Secundària

Data i lloc: del 4 de febrer a l'1 d'abril de 2011 a la UPF.

Coordinadors: Pelegrí Viader i Antoni Gomà.

<http://www.idec.upf.edu/curs-de-perfeccionament-de-taller-didactic-de-matematiques-per-a-la-secundaria>

Short Courses and Workshop on Spectral Functions

Data i lloc: del 14 al 19 de març de 2011 al CRM.

Comitè científic: H. Hedenmalm, N. Makarov, J. Ortega-Cerdà i M. Sodin.

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

Workshop on Dynamics and C^* -algebras

Data i lloc: del 6 al 8 d'abril de 2011 al CRM.

Comitè científic: N. P. Brown, J. Cuntz, M. Dardarlat, G. A. Elliott, M. Rordam i A. S. Toms.

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

Congrés «Heights in Diophantine and Arakelov Geometry, Dynamical Systems and Computer Algebra»

Data i lloc: del 26 al 30 d'abril de 2011 a Tossa de Mar.

Comitè organitzador: J. I. Burgos, C. D'Andrea, M. Sombra i P. Philippon.

<http://www.imub.ub.es/heights2011/index.html>

Advanced Course on Krein-de Branges Spaces of Entire Functions and Old and New Spectral Problems

Data i lloc: del 2 al 6 de maig de 2011 al CRM.

Comitè científic: H. Hedenmalm, N. Makarov, J. Ortega-Cerdà i M. Sodin.

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

Short Courses and Workshop on Hilbert Spaces of Entire Functions and Spectral Theory of Self-adjoint Differential Operators

Data i lloc: del 30 de maig al 4 de juny de 2011 al CRM.

Comitè científic: H. Hedenmalm, N. Makarov, J. Ortega-Cerdà i M. Sodin.

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

Los Problemas del Milenio

Data i lloc: de l'1 al 3 de juny de 2011 a la UB.

Comitè organitzador: I. Mundet, F. J. Soria i P. Tradacete.

<http://garf.ub.es/Milenio/index.html>

Conference on Structure and Classification of C^* -Algebras

Data i lloc: del 6 al 10 de juny de 2011 al CRM.

Comitè científic: N. P. Brown, J. Cuntz, M. Dardarlat, G. A. Elliott, M. Rordam i A. S. Toms.

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

Financial Engineering Summer School 2011

Data i lloc: del 14 al 17 de juny de 2011 a la Borsa de Barcelona.

Comitè científic: J. Bruna i J. L. Fernández.

<http://www.crm.cat/Activitats/Activitats/2010-2011/FESS2011/>

Advanced Course on Dynamical Systems

Data i lloc: del 14 al 23 de juny de 2011 al CRM.

Comitè científic: G. Elliott, A. S. Toms.

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

Exploratory Workshop on Emerging Infectious Diseases and Mathematical Modelling

Data i lloc: de l'11 al 15 de juliol de 2011 al CRM.

Comitè científic: B. Aïnseba, T. Alarcón i G. F. Webb.

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

Geometric and Asymptotic Group Theory with Applications (GAGTA-5)

Data i lloc: de l'11 al 15 de juliol de 2011 al campus de Manresa de la UPC.

Comitè organitzador: E. Ventura, J. Burillo, S. Cleary, L. Ciobanu, Y. Antolín, L. Bacardit, J. Rubió, J. Delgado, A. Fossas i E. López.

<http://www.epsem.upc.edu/~gagta5/>

Logic Colloquium 2011

Data i lloc: de l'11 al 16 de juliol de 2011 a la UB.

Comitè organitzador: D. Asperó, A. Atserias, J. Bagaria, F. Bou, E. Casanovas, V. Dalmau, P. Dellunde, M. Esteban, R. Jansana, D. Palacín, J. Potier i D. Virgili.

<http://logic2011.org/?cmd=home>

Infinity Conference

Data i lloc: del 18 al 22 de juliol de 2011 al CRM.

Comitè científic: S. Friedman, J. Baldwin, M. L. Bonet, J. C. Martínez, M. Rathjen.

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

European Women in Mathematics

Data i lloc: del 5 al 9 de setembre de 2011 al CRM.

Comitè científic: N. Uraltseva, V. Baladi, E. Bayer, C. Bernardi, C. Bessenrodt, A. Grassi, U. Hamenstaedt, D. McDuff, R. Piene, V. Sos, U. Tillmann, M. Vergne.

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

Joint Mathematical Conference of the Austrian, Catalan, Czech, Slovak and Slovenian Mathematical Societies

Data i lloc: del 25 al 28 de setembre de 2011 a Krems (Àustria).

Comitè científic: M. Drmota, J. Kratochvil, B. Maslowski, K. Mikula, R. Nedela, M. Oberguggenberger, T. Pisanski, P. Semrl, O. Serra i J. de Solà-Morales.

<http://www.dmg.tuwien.ac.at/OMG/OMG-Tagung/index.html>

International Conference on Function Spaces, Weights, and Variable Exponent Analysis

Data i lloc: del 26 al 30 de setembre de 2011 al CRM.

Comitè científic: K. Kazarlan, S. Samko, V. Temlyakov.

<http://www.crm.cat/Activitats/Activitats/2011-2012/cspaces/web-cspaces/>

Premis

La Unió Matemàtica Internacional (IMU) atorga quatre premis de la màxima rellevància, cada quatre anys coincidint amb la celebració dels congressos mundials de matemàtics (ICM). Es tracta de les medalles Fields, que reconeixen èxits matemàtics destacats, el Premi Rolf Nevanlinna, que honora els grans resultats en aspectes matemàtics de les ciències de la informació, el Premi Carl Friedrich Gauss, que es concedeix a la contribució en matemàtiques que hagi trobat millors i més importants aplicacions fora de les matemàtiques, i la Medalla Chern, atorgada a una persona amb èxits del més alt nivell de reconeixement en el camp de les matemàtiques.

Les medalles Fields van ser atorgades per primera vegada l'any 1936, el Premi Rolf Nevanlinna el 1982, el Premi Carl Friedrich Gauss el 2006 i la Medalla Chern és nova, s'ha concedit per primera vegada aquest 2010. Els últims premis es van anunciar el 19 d'agost durant la cerimònia d'obertura de l'ICM 2010 a Hyderabad, Índia. Elon Lindenstrauss, Ngô Bao Châu, Stanislav Smirnov i Cédric Villani obtingueren les medalles Fields, Daniel Spielman el Premi Nevanlinna, Yves Meyer el Premi Gauss i Louis Nirenberg la Medalla Chern.

A continuació trobareu una traducció al català dels *work profiles* dels guardonats, reproduïda en aquest número de la *SCM/Notícies* amb el permís de l'IMU (els documents originals en anglès els podeu trobar al web de l'ICM 2010, <http://www.icm2010.org.in/>).

Medalles Fields 2010

Elon Lindenstrauss, Universitat Hebrea de Jerusalem, Israel

For his results on measure rigidity in ergodic theory, and their applications to number theory.



Elon Lindenstrauss ha desenvolupat eines teòriques extraordinàriament potents en el camp de la teoria ergòdica, un camp de les matemàtiques desenvolupat inicialment per a comprendre la mecànica celeste. Després les ha usades, juntament amb el seu profund coneixement d'aquesta teoria, per a resoldre tota una sèrie de problemes oberts en àrees de les matemàtiques aparentment allunyades de la teoria ergòdica. Els seus mètodes s'espera que continuïn donant molt de fruit en les matemàtiques de les properes dècades.

La teoria ergòdica estudia els sistemes dinàmics, que són simplement normes matemàtiques per a descriure com evoluciona un sistema amb el temps. Així, per exemple, un sistema dinàmic pot descriure una bola de billar movent-se per una taula de billar sense fregament i sense forats. La bola viatjarà en línia recta fins que xoqui amb el costat de la taula, i en rebotarà com si es tractés d'un mirall. Si la taula és rectangular, aquest sistema dinàmic és força senzill i previsible, ja que una pilota enviada en qualsevol direcció acabarà rebotant en cadascun dels quatre costats amb un angle consistent. Però suposem que la taula de billar té extrems arrodonits, com un estadi. En aquest cas, una bola des de gairebé qualsevol posició inicial i dirigida a gairebé qualsevol direcció, passarà per tot l'estadi sencer amb els angles de rebot variant enormement. Els sistemes amb aquest tipus de comportament complex s'anomenen *ergòdics*.

La forma en què els matemàtics precisen aquest fet que les trajectòries es propaguin per tot l'espai és a través de la noció de la *invariància de mesura*. Una mesura pot ser considerada com una forma més flexible de calcular àrees, i tenir una mesura invariant assegura essencialment que si dues regions de l'espai d'alguna manera tenen àrees iguals, els punts viatjaran en el seu interior el mateix percentatge de temps. En canvi, a la taula rectangular (que per descomptat no és ergòdica), el centre rebrà molt poc trànsit en la majoria de les direccions.

En molts sistemes dinàmics, hi ha més d'una mesura invariant, és a dir, més d'una forma d'assignar àrees per les quals gairebé totes les trajectòries travessin àrees iguals amb igual freqüència. De fet, sovint hi ha infinites mesures invariants. El que Lindenstrauss va mostrar, però, és que en certes circumstàncies només pot haver-hi molt poques mesures invariants. Això resulta ser una eina molt potent, una mena de martell capaç de trencar problemes oberts força difícils.

I efectivament, Lindenstrauss a continuació maneja hàbilment el seu martell per a trencar alguns d'aquests problemes. Un exemple d'això el trobem en el camp de les *aproximacions diofàntiques*, que tracta de trobar nombres racionals útilment propers a certs nombres irracionals. π , per exemple, es pot aproximar bastant bé com a $\frac{22}{7}$. El nombre racional $\frac{179}{57}$ hi és una mica més a prop, però el seu denominador molt més gran el fa menys convenient que l'aproximació anterior. A principis del segle XIX, el matemàtic alemany Johann Dirichlet va proposar un estàndard per a jutjar la qualitat d'una aproximació: l'error d'una aproximació racional $\frac{p}{q}$ ha de ser inferior a $\frac{1}{q^2}$. A continuació va demostrar, amb una prova no gaire complicada, que hi ha un nombre infinit d'aproximacions a qualsevol nombre irracional que compleixin aquesta norma (és a dir, va demostrar que per a qualsevol nombre $\alpha \in \mathbb{R}$, existeix un quantitat infinita d'enters p i q tals que $|\alpha - \frac{p}{q}| < \frac{1}{q^2}$).

Fa vuitanta anys, el matemàtic britànic John Edensor Littlewood va proposar un estàndard anàleg al de Dirichlet per a l'aproximació simultània de dos nombres irracionals: va pensar que hauria de ser sempre possible trobar aproximacions $\frac{p}{q}$ per a α i $\frac{r}{q}$ per a β de manera que el producte dels dos errors fos tan petit com es volgués (més precisament, l'afirmació fou que per a qualssevol nombres reals α i β i qualsevol $\epsilon > 0$, existiran aproximacions $\frac{p}{q}$ per a α i $\frac{r}{q}$ per a β tals que $|\alpha - \frac{p}{q}| |\beta - \frac{r}{q}| < \frac{\epsilon}{q^3}$). Littlewood va donar el problema als seus estudiants de post-grau, pensant que no hauria de ser gaire més difícil que la prova de Dirichlet. Però la conjectura de Littlewood resultà ser extraordinàriament

diffícil i, fins fa poc, no hi ha hagut progressos substancials.

Bé, doncs, Lindenstrauss ha aplicat les seves eines de teoria ergòdica al problema, en un treball conjunt amb Manfred Einsiedler i Anatole Katok. La teoria ergòdica pot semblar una elecció estranya per a un problema que no involucra sistemes dinàmics ni temps, però aquests estranys aparellaments són de vegades els més potents. Heus aquí una manera de reformular el problema de Littlewood per a poder entreveure una connexió amb l'aproximació diofàntica. En primer lloc imaginem un quadrat unitat, i identifiquem la vora superior amb la vora inferior per obtenir un cilindre. Ara enganxem la vora dreta amb la vora esquerra i obtindrem una forma geomètrica anomenada *tor*, que s'assembla a un donut. Es pot enrotllar tot el pla coordinat sobre el tor enganxant un punt (x, y) al punt del quadrat unitat que té com a coordenades les parts fraccionàries de x i de y . Aquest tor és l'espai del nostre sistema dinàmic. A continuació, definim una transformació mitjançant $(x, y) \mapsto (x + \alpha, y + \beta)$. Si α i β són irracionals (o més precisament, no racionalment relacionats), aquest sistema dinàmic és ergòdic. La conjectura de Littlewood es converteix en l'afirmació que aquestes trajectòries passen arbitràriament a prop de l'origen, després d'aplicar la transformació una quantitat suficient de vegades. El nombre de vegades que hom aplica la transformació és precisament el denominador de les fraccions que aproximen α i β .

Usant una nova formulació de la conjectura de Littlewood en termes d'un sistema dinàmic més complex, Lindenstrauss i els seus col·laboradors han fet un gran avenç en la conjectura: demostren que si hi ha parells de números per

als quals la conjectura és falsa, n'hi ha només molt pocs, una porció negligible de tots ells.

Un altre exemple del poder de les tècniques de Lindenstrauss és la seva prova del primer cas no trivial de la conjectura d'unicitat ergòdica de l'aritmètica quàntica. Els sistemes ergòdics apareixen amb certa freqüència en la física, ja que tan bon punt tenim tres cossos que interactuen, per exemple, el sistema comença a comportar-se d'una manera una mica ergòdica. Però si aquestes interaccions tenen lloc a escala quàntica, no es poden descriure amb les eines ordinàries de la teoria ergòdica, perquè la teoria quàntica no permet camins ben definits per a punts en posicions ben definides, sinó que només es pot considerar la probabilitat que un cos estigui en una posició particular en un moment determinat. L'anàlisi matemàtica d'aquests sistemes és extraordinàriament difícil, i els físics s'han de basar, de moment, només en simulacions numèriques, sense un suport matemàtic ferm.

La conjectura d'unicitat ergòdica quàntica diu, més o menys, que si es calcula l'àrea usant la mesura que és natural en dinàmica clàssica llavors, a mesura que l'energia del sistema augmenta, aquesta distribució de probabilitats esdevé més i més uniforme en l'espai. A més, aquesta mesura és l'única per la qual això és cert. Lindenstrauss va ser capaç de demostrar això en un context aritmètic per a determinats tipus de sistemes dinàmics, tot establint un dels primers grans avenços rigorosos en la teoria del caos quàntic.

Aquests són només dos exemples dels resultats notables de Lindenstrauss. Els seus mètodes, eines i punts de vista molt possiblement donaran molts més resultats en els propers anys.

Julie Rehmeyer

Ngô Bao Châu, Universitat París-Sud, França

For his proof of the fundamental lemma in the theory of automorphic forms through the introduction of new algebro-geometric methods.



Ngô Bao Châu ha eliminat un dels grans impediments per a un ambiciós programa, de dècades de durada, descobrint connexions ocultes entre àrees de les matemàtiques aparentment allunyades entre si. D'aquesta manera, ha posat una base sòlida per a un gran cos teòric, i ha desenvolupat tècniques que molt possiblement donaran lloc a una allau de nous resultats.

El camí cap a l'assoliment de Ngô va començar el 1967, quan el matemàtic Robert Langlands va tenir una visió molt audaç i avançada d'una mena de túnel matemàtic que connecta dos camps que semblaven estar a anys llum de distància l'un de l'altre. La seva proposta era tan ambiciosa i poc realista, que la primera vegada que va mencionar-la al gran teorista de nombres André Weil, va començar amb aquesta frase mig avergonyint-se'n: «Si vostè està disposat a llegir [la carta] com a pura especulació li ho agrairé; si no estic segur que té una paperera a mà». A continuació, Langlands proposa tota una sèrie de conjectures fascinants, que han demostrat, des de llavors, ser un full de ruta per a una gran àrea de recerca.

La gran majoria d'aquestes conjectures no han estat comprovades encara, i es preveu que ocuparan molts matemàtics de generacions futures. Tanmateix, el progrés del programa fins ara ha estat un poderós motor per a nous resultats matemàtics, incloent la prova d'Andrew Wiles de l'últim teorema de Fermat, o la prova de Richard Taylor de la conjectura de Sato-Tate. La plena realització del programa de Langlands unificaria molts dels camps de les matemàtiques actuals, com la teoria de nombres, la teoria de grups, la teoria de representacions, o la geometria algebraica.

Langlands va esbossar un pont sobre una separació de les matemàtiques que data del temps d'Euclides, la separació entre magnitud i multitud. Les magnituds són la forma matemàtica de la mantega, una entitat contínua de coses que es poden dividir en trossos tan petits com es vulgui. Línies i corbes, el pla i l'espai on vivim, i fins i

tot els espais de dimensions superiors són tots magnituds, i són normalment estudiades amb les eines de la geometria i l'anàlisi. Les multituds, en canvi, són com els fesols, objectes discrets que es poden posar en munts, però que no es poden dividir sense perdre la seva essència. El conjunt de tots els nombres és l'exemple canònic de multitud i s'estudien amb les eines de la teoria de nombres. Langlands va predir que certs nombres que sorgeixen en l'anàlisi —en concret, els valors propis de certs operadors de formes diferencials sobre certes varietats de Riemann, anomenades *formes automorfes*— eren en realitat un codi que, si es desxifra, classifica objectes fonamentals del món aritmètic.

Una de les eines desenvolupades des del programa de Langlands és la fórmula de la traça de Arthur-Selberg, una equació que mostra com certa informació geomètrica pot calcular informació aritmètica. Això té valor per si mateix i, a més, és un primer pas en la demostració del principi de functorialitat de Langlands, un dels grans pilars del seu programa. Però Langlands va topiar amb un obstacle molest en tractar d'utilitzar la fórmula de la traça. Va anar trobant unes sumes finites complicades que clarament semblaven iguals, però que ell no trobava la manera de demostrar per què. Semblava un problema senzill, que hauria de poder-se resoldre amb una mica de joc combinatori, de manera que el va anomenar *lema* —el terme usat per fer referència a un resultat menor, però útil— i el va assignar a un estudiant de postgrau.

Quan l'estudiant de postgrau no va poder demostrar-ho, ho va provar amb un altre. Després, ell mateix s'hi va posar a treballar. I va consultar amb d'altres matemàtics. Al mateix temps, a mesura que tothom fracassava, la necessitat urgent del resultat es feia cada vegada més evident. Així, el problema va passar a ser conegut amb un nom lleugerament més gran: «lema fonamental».

Després de tres dècades de treball, només uns pocs casos especials han pogut ser efectivament demostrats. La falta d'una prova general va ser un obstacle tan gran per al progrés, que molts matemàtics van començar simplement a suposar que el lema fonamental era cert i a desenvolupar

resultats que en depenien. Així s'ha creat un cos teòric enorme de resultats que s'esmicolarien si el lema fonamental resultés ser fals.

Ngô Bao Châu fou qui finalment resolgué el problema obert. Les complicades identitats del lema fonamental que va obtenir poden ser vistes sorgint de manera natural dels sofisticats objectes matemàtics coneguts com a *fibracions de Hitchin*. El seu enfocament fou totalment nou i inesperat: les fibracions de Hitchin són objectes purament geomètrics propers a la física matemàtica, gairebé l'última cosa que s'esperava que pogués ser rellevant per a aquest problema, en la part més pura de la matemàtica pura.

Va esdevenir ràpidament evident que Ngô havia trobat una profunda connexió. El seu enfocament va convertir la complexitat molesta i incòmoda del lema fonamental en una senzilla i natural afirmació sobre fibracions de Hitchin. Fins i tot, abans de completar la seva prova, ja havia aconseguit una cosa encara més impressionant: generar una veritable comprensió sobre el tema.

A més, posant el problema en aquest marc

molt més general, Ngô es va dotar de noves i poderoses eines per a l'assalt definitiu. El 2004, va provar alguns casos especials importants i difícils treballant amb el seu exdirector de tesi, Laumon Gérard. I el 2008, utilitzant els seus mètodes nous, resolgué el problema en tota la seva generalitat.

Els mètodes de Ngô són tan nous que els matemàtics esperen que serviran per a tractar també altres problemes oberts. Un primer objectiu és una altra peça del programa de Langlands, la seva *teoria de l'endoscòpia*.

Les seves tècniques fins i tot podrien assenyalar el camí cap a una possible prova completa del principi de functorialitat, que estaria ben a prop d'una plena realització de la visió original de Langlands. Langlands mateix, que té prop de setanta anys i encara està plenament actiu matemàticament, ha desenvolupat un enfocament altament especulatiu, però a l'hora atractiu, per al problema. No està encara gaire clar que aquestes idees puguin portar a una prova completa, però si ho fan, hauran de recolzar en les idees geomètriques que Ngô ha introduït.

Julie Rehmeyer

Stanislav Smirnov, Universitat de Ginebra, Suïssa

For the proof of conformal invariance of percolation and the planar Ising model in statistical physics.



Stanislav Smirnov ha posat una base matemàtica molt ferma a una àrea emergent de la física matemàtica. Ha donat demostracions elegants de dues conjetures antigues i fonamentals de la física estadística, i ha trobat simetries sorprenents en models matemàtics de fenòmens físics.

Tot i que el treball de Smirnov és molt teòric, està relacionat amb algunes preguntes sorprenentment pràctiques. Per exemple, quan l'aigua pot fluir a través del sòl i quan és bloquejada? Per tal que flueixi, els porus a petita escala han d'estar units formant un canal continu d'un lloc a un altre. Aquesta és una qüestió clàssica de la física estadística, perquè el comportament a gran escala d'aquest mateix sistema (si l'aigua

pot fluir a través d'un canal continu de porus) és determinat per la seva versió a petita escala, el comportament probabilístic (la probabilitat que en un punt donat del sòl, hi hagi un porus).

També és una pregunta natural modelar-ho matemàticament. Imaginem que cada punt del sòl és un punt d'un reticle, i li assignem el color blau si l'aigua pot fluir i el groc si no pot. Determinem el color de cada punt amb el llançament d'una moneda ponderada (cares per al groc, creus per al blau). Si un camí de punts blaus creua d'un costat a l'altre d'un rectangle, l'aigua pot passar d'aquest costat a l'altre.

Aquests *models de percolació* es comporten d'una manera remarcable. Per als valors extrems, el seu comportament és com hom espera: si la moneda està fortament ponderada en contra del blau, l'aigua gairebé amb tota seguretat no podrà circular, i si està fortament ponderada

cap al blau, és gairebé segur que l'aigua circularà. Però la probabilitat que hi hagi circulació no canvia de manera uniforme a mesura que el percentatge de punts blaus augmenta. És gairebé segur que l'aigua estarà bloquejada mentre el percentatge de punts blaus sigui inferior a un cert llindar, i un cop se sobrepassa, la probabilitat que l'aigua flueixi comença a créixer. Aquest valor llindar s'anomena el *punt crític*. Aquest canvi bruscat de comportament és similar al que succeeix a l'aigua quan s'escalfa: de sobte, a una temperatura crítica, comença a bullir. Per aquesta raó, aquest fenomen s'anomena una *transició de fase*.

Però, és evident que els sòls reals no són perfectes, amb els porus uniformement espaiats horitzontalment i verticalment. Per tant, per aplicar aquest model al món real, ens sorgeixen un parell de qüestions problemàtiques. En primer lloc, quant fina ha de ser la malla reticular que considerem? Els físics estan principalment interessats en la comprensió dels processos a escala molecular, en aquest cas la malla ha de ser, certament, molt fina. Els matemàtics a continuació es pregunten per les relacions entre models amb malles cada vegada més fines. La seva esperança és que, a mesura que aquestes es facin més i més fines, els models s'aproparan a un model únic que té en efecte una xarxa infinitament fina, anomenat *scaling limit*.

Per veure per què no és obvi que l'*scaling limit* existeixi, imagineu que elegim un percentatge determinat de punts blaus de la malla, i que calculem la probabilitat que els porus s'alineïn permetent a l'aigua creuar d'un costat a l'altre. Ara reduïm la mida de la malla i ho tornem a calcular. A mesura que la malla es fa més i més fina, les probabilitats que l'aigua creui pot ser que es vagin apropant a un cert nombre, de la mateixa manera que els números 1,9, 1,99, 1,999, 1,9999... s'acosten cada vegada més a 2. En aquest cas, aquest nombre serà la probabilitat de creuament per l'*scaling limit*. Però és també imaginable que les probabilitats de creuament vagin saltant i mai no convergeixin cap a un límit concret, com la seqüència de números 2, 4, 2, 4, 2, 4... En aquest cas, la probabilitat de creuament per l'*scaling limit* hauria de ser 2 o 4? No hi ha una resposta bona, així que hem de dir que el *scaling limit* no existeix.

Una altra qüestió potencialment problemàtica és la forma que ha de tenir la malla. Fins i

tot si ens restringim a dues dimensions, hi ha moltes opcions: malles quadrades, malles triangulars, malles còniques... La ideal seria que el model fos universal, de manera que l'elecció de la forma de la malla no importés, però això, òbviament, no és cert.

Els físics estan bastant convençuts que cap d'aquests potencials problemes és dolent. Usant la intuïció física, han argumentat de manera convincent que el model efectivament convergirà a un *scaling limit* ben definit, a mesura que la malla es fa fina. D'altra banda, encara que l'elecció de la forma de la malla afecti el punt crític, els físics s'han convençut que no afectarà la majoria de les propietats en què estan interessats.

Els físics han descobert més coses sobre malles bidimensionals, incloent certes evidències d'una sorprenent i bonica simetria. Imaginem una malla de qualsevol forma i estirem-la o encongim-la, però sense modificar els angles. La projecció de Mercator del globus terraquí n'és un exemple: Groenlàndia queda enorme ja que les distàncies es modifiquen, però les línies de latitud i longitud romanen en angle recte. Els físics s'han convençut que si es transformen models de percolació bidimensionals d'aquesta manera, no canviaran els seus *scaling limits* (sempre que s'estigui a prop dels punts crítics). O, emprant termes tècnics, estan convençuts que els *scaling limits* són invariants conformes.

El 1992, John Cardy, un físic de la Universitat d'Oxford, utilitzà aquest fet per aconseguir un dels grans objectius de la teoria de la percolació: una fórmula precisa que calcula les probabilitats de creuament dels *scaling limits* de malles bidimensionals a prop del punt crític. L'únic problema era que, si bé els seus arguments físics semblaven força convincents, ni ell ni ningú més pogué convertir aquesta intuïció física en una demostració matemàtica.

El 2001, Smirnov va posar tota aquesta teoria física sobre una base matemàtica ferma. Va demostrar que els *scaling limits* són invariants conformes, encara que només per a malles triangulars (la forma en què els penics, per exemple, cauen de manera natural quan els posem sobre una taula molt junts). En el procés, també va demostrar la fórmula de Cardy per a malles triangulars. La seva prova utilitzà un enfocament independent dels usats anteriorment pels físics i proporcionà unes perspectives noves i fonamentals. Fins i tot va cobrir un pas

crític que mancava en la teoria de l'evolució de Schramm-Loewner, un mètode important recentment desenvolupat en física estadística.

En un altre èxit important, Smirnov utilitza mètodes similars per a entendre el model d'Ising, que descriu fenòmens com el magnetisme, el moviment dels gasos, el processament d'imatges o l'ecologia. Exactament igual que amb la percolació, els comportaments a gran escala d'aquests fenòmens estan determinats pel seu comportament probabilístic a petita escala. Considerem, per exemple, el magnetisme: els àtoms en un tros de ferro es comporten com imants en miniatura, amb els electrons que es mouen al voltant del nucli i creen un camp magnètic en miniatura. Els àtoms intenten atreure els seus veïns cap a la seva pròpia alineació. Quan suficients àtoms tenen els seus pols nord apuntant cap a la mateixa direcció, el ferro en el seu conjunt es magnetitza. Els matemàtics modelitzen això mitjançant la col·locació dels àtoms en els nodes d'una malla, amb regles estadístiques que determinen quan estan alineats amb els pols nord apuntant cap amunt o cap avall.

Igual que el model de percolació, el model d'Ising pateix també una transició de fase: a mesura que s'escalfa el ferro, els àtoms vibren

més ràpidament, i si s'escalfa per sobre d'un cert punt, les vibracions són tan fortes que els àtoms veïns de sobte deixen d'estar alineats els uns amb els altres i la peça en conjunt comença a perdre el seu magnetisme.

Les mateixes preguntes que preocupen els matemàtics i els físics en percolació s'apliquen també al model d'Ising. La malla ha de ser molt fina, ja que s'està operant al nivell atòmic. Així doncs, a mesura que la malla es fa més i més fina, el model convergeix cap a una versió infinitament fina, un *scaling limit*? D'altra banda, com afecta la forma de la malla al punt crític i a altres propietats? I què passa si estirem o encongim la malla sense canviar els angles, canvia l'*scaling limit*?

Per a aquest model, també, Smirnov va ser capaç de demostrar que els models convergeixen cap a un *scaling limit* a mesura que la malla es fa més fina, i que no es veuen afectats per estiraments o encongiments, és a dir, que són invariants conformes. Després, juntament amb Dmitry Chelkak, va establir la universalitat, estenent els resultats a una àmplia gamma de malles. També ha fet un treball important en anàlisi i sistemes dinàmics. La seva obra seguirà enriquint les matemàtiques i la física en el futur.

Julie Rehmeyer

Cédric Villani, École Normale Supérieure de Lyon, França

For his proofs of nonlinear Landau damping and convergence to equilibrium for the Boltzmann equation.



Cédric Villani ha creat una profunda base matemàtica per a una gran varietat de fenòmens físics. Al centre de gran part de la seva obra s'hi troba la seva profunda interpretació matemàtica del concepte físic d'*entropia*, que ha aplicat per solucionar grans problemes inspirats en la física. A més, els seus resultats han alimentat de nou les matemàtiques, enriquint ambdós camps, a través de la connexió.

Villani va començar la seva carrera matemàtica reexaminant una de les teories més impactants i controvertides de la física del segle XIX. El 1872, Ludwig Boltzmann va estudiar què passa quan es treu el tap d'un recipient ple de gas

i el gas s'estén per tota l'habitació. Boltzmann va explicar el procés mitjançant el càlcul de la probabilitat que una molècula de gas estigui en un lloc determinat amb una velocitat particular, en qualsevol moment en particular —abans que la teoria atòmica de la matèria fos àmpliament acceptada. I és més impactant encara que la seva equació creés una *fletxa del temps*.

La qüestió era la següent: quan les molècules reboten entre si, les seves interaccions són regulades per les lleis de Newton, que són perfectament reversibles en el temps; és a dir, en principi, es podria aturar el temps, enviar totes les molècules endarrere en les direccions de les quals provenen, i es comprimirien de nou dins el recipient. Però, l'equació de Boltzmann no és reversible en el temps. Les molècules gairebé sempre van d'un estat de major ordre (per exem-

ple, tancades en el recipient) a menor ordre (per exemple, escampades per l'habitació). O, més tècnicament, l'entropia augmenta.

Durant les dècades següents, els físics es van haver de resignar a l'emergència de l'entropia de les lleis reversibles en el temps i, de fet, l'entropia es va convertir en una eina clau de la física, la teoria de la probabilitat i la teoria de la informació. Una pregunta fonamental, però, va quedar sense resposta: amb quina rapidesa augmenta l'entropia? Experiments i simulacions numèriques podien proporcionar estimacions aproximades, però no es tenia una comprensió profunda del procés.

Villani, juntament amb els seus col·laboradors Giuseppe Toscani i Laurent Desvillettes, va desenvolupar els fonaments matemàtics necessaris per a obtenir una resposta rigorosa, fins i tot quan el gas parteix d'un estat altament ordenat que té un llarg camí per recórrer fins a assolir el seu estat d'equilibri desordenat. El seu descobriment va tenir una implicació completament inesperada: si bé l'entropia sempre augmenta, de vegades ho fa ràpidament i de vegades més lentament. A més, els seus treballs posen de manifest certes connexions entre l'entropia i altres àrees de les matemàtiques aparentment sense relació, com la desigualtat de Korn en la teoria de l'elasticitat.

Després d'assolir aquesta fita, Villani va dirigir el seu profund coneixement de l'entropia cap a una altra teoria, també inicialment controvertida. El 1946, el físic soviètic Lev Davidovich Landau va fer una afirmació al·lucinant: en certes circumstàncies, un fenomen pot acostar-se a l'equilibri sense augmentar l'entropia.

En un gas, els dos fenòmens van sempre junts. El gas s'apropa a l'estat d'equilibri i es difon per tota l'habitació, perdent qualsevol ordre que tingués inicialment i augmentant l'entropia el màxim possible. Però el plasma de Landau, una forma de la matèria semblant al gas, que conté tanta energia que els electrons es mantenen allunyats dels àtoms, és una història molt diferent. En el plasma, les partícules carregades que suren lliurement creen un camp elèctric que, al seu torn, influeix en el seu propi moviment. Això significa que, a diferència de les partícules en un gas, que afecten únicament el moviment de les partícules veïnes amb qui col·lisionen, les partícules de plasma influeixen també en el moviment de les partícules llunyanes que mai toquen.

Això significa que l'equació de Boltzmann per als gasos no funciona, i enlloc seu s'ha de prendre l'equació de Vlasov-Poisson, que és reversible en el temps i, per tant, no implica un augment de l'entropia.

No obstant això, el plasma, com el gas, s'estén i s'acosta a un estat d'equilibri. Es creia que això passava només per les col·lisions entre àtoms. Però Landau va argumentar que, fins i tot sense col·lisions, el plasma es mouria cap a l'equilibri a causa de la disminució del camp elèctric. Ho va demostrar també, però només per a una aproximació lineal simplificada de l'equació de Vlasov-Poisson.

Malgrat la gran quantitat d'estudis durant les següents sis dècades, poc s'ha avançat en la comprensió de per què es produeix aquest estat d'equilibri, o en la demostració de l'afirmació de Landau per l'equació de Vlasov-Poisson completa. L'any passat, Villani, en col·laboració amb Clément Mouhot, finalment va arribar a un coneixement profund del procés i va demostrar el principi de Landau.

Una tercera àrea important del treball de Villani inicialment semblava no tenir res a veure amb l'entropia —fins que Villani hi va trobar connexions profundes que van transformar el camp. Es va involucrar en la teoria del transport òptim, que havia sorgit d'una pregunta ben pràctica: suposem que tenim un conjunt de mines i un conjunt de fàbriques, a diferents llocs, amb diferents costos per a moure el mineral de cada mina en particular a cada fàbrica en particular. Quina és la manera més barata de transportar el mineral?

Aquest problema va ser estudiat per primera vegada pel matemàtic francès Gaspard Monge el 1781 i redescobert pel matemàtic rus Leonid Kantorovich el 1938. El treball de Kantorovich sobre aquest problema va fer florir tot un camp de recerca nou (la programació lineal), li va valer el Premi Nobel d'Economia el 1975, i es va estendre en una notable varietat d'àrees, incloent la meteorologia, els sistemes dinàmics, la mecànica de fluids, les xarxes de reg, la reconstrucció d'imatges, la cosmologia, la col·locació d'antenes reflectores i, en l'últim parell de dècades, les matemàtiques.

Villani i Felix Otto van fer una de les connexions fonamentals quan es van adonar que la difusió d'un gas podria ser entesa en l'àmbit del transport òptim. Una configuració inicial de

les partícules de gas pot considerar-se com les mines, i una configuració posterior es pot veure com les fàbriques. (Més precisament, es tracta de la distribució de probabilitat de les partícules en cada cas.) Com més lluny s'hagin de moure les partícules de gas per anar d'una configuració a una altra, major serà el cost.

Llavors, hom pot imaginar cadascuna d'aquestes configuracions possibles com corresponent a un punt en un paisatge muntanyós abstracte. La distància entre dos punts es defineix com el cost de transport òptim, i l'altura de cada punt es defineix per l'entropia (els punts baixos amb entropia alta). Això li donà una manera d'entendre el que succeeix quan un gas s'escampa per una habitació: és com si el gas rodés pels vessants d'aquest terreny abstracte, amb les seves configuracions canviant segons s'especifica en els punts del seu camí pendent avall.

Suposem ara que hi ha un ventilador bufant a la sortida del recipient del gas, de manera que aquest no es propaga de manera uniforme mentre es difon. Matemàticament, això pot ser modelat distorsionant o corbant l'espai en què el

gas s'està estenent. Villani i Otto es van adonar que la curvatura de l'espai on el gas es propaga es tradueix en la topografia del paisatge abstracte. Aquesta connexió els va permetre aplicar el seu ric coneixement matemàtic sobre curvatura (en particular, la curvatura de Ricci, que va ser fonamental en la solució recent de la conjectura de Poincaré) per a respondre preguntes sobre transport òptim.

D'altra banda, Villani i John Lott van ser capaços d'aprofitar aquests enllaços amb el transport òptim per a desenvolupar encara més la teoria de la curvatura. Per exemple, els matemàtics no havien trobat la manera de definir la curvatura de Ricci en algunes situacions, com per exemple una cantonada aguda. Villani i Lott (i al mateix temps, utilitzant eines complementàries, Karl-Theodor Sturm) van ser capaços d'utilitzar la connexió amb el transport òptim per a oferir una definició i aprofundir en la comprensió matemàtica de la curvatura. Aquesta profunditat en el desenvolupament de noves connexions entre diferents àrees és típica dels treballs de Villani.

Julie Rehmeyer

Premi Nevanlinna 2010: Daniel Spielman, Universitat de Yale, EUA

For smoothed analysis of Linear Programming, algorithms for graph-based codes and applications of graph theory for Numerical Computing.



La programació lineal (LP) és una de les eines més útils en la matemàtica aplicada. Es tracta bàsicament d'una tècnica per a l'optimització d'una funció objectiu subjecta a restriccions lineals d'igualtat i de desigualtat. Potser l'algorisme més antic per a la LP (un algorisme és una

seqüència finita d'instruccions per a resoldre un problema computacional; és com un programa d'ordinador) és el que es coneix com el *mètode símplex*. L'algorisme símplex va ser ideat per George Dantzig el 1947, i és extremadament popular per a resoldre numèricament problemes de programació lineal, fins i tot avui en dia. En termes geomètrics, les restriccions defineixen un políedre convex en un espai de dimensió alta i l'algorisme símplex arriba al punt òptim passant

d'un vèrtex del políedre a un altre vèrtex veí.

El mètode funciona molt bé en la pràctica, tot i que en el pitjor dels casos (per a *inputs* construïts artificialment) l'algorisme necessita un temps exponencial. Per tant, entendre la complexitat de la LP i la de l'algorisme del símplex han estat grans problemes de la informàtica teòrica. Els matemàtics han estat intrigats per l'eficàcia general del mètode del símplex a la pràctica i han intentat durant molt de temps establir aquest fet com un teorema matemàtic. Si bé l'anàlisi del cas pitjor és una eina eficaç per a estudiar la dificultat d'un problema, no ho és per a estudiar la realització pràctica d'un algorisme. Una alternativa és l'anàlisi del cas mitjà, on es fa una mitjana dels temps necessaris per a tots els *inputs* d'una determinada mida. Però els casos reals que sorgeixen en la pràctica, poden ser diferents del cas mitjà. Així, l'anàlisi del cas mitjà no sempre és adequada.

El 1979 L. G. Kachian va demostrar que el problema LP és a P, és a dir, hi ha un algorisme per a la programació lineal que funciona en temps polinomial, i això va portar al descobriment d'algorismes polinomials per a molts problemes d'optimització. La creença general llavors fou que hi ha una correspondència real entre ser bo en teoria i ser bo en la pràctica; que aquests dos aspectes no poden coexistir per a la LP. No obstant això, el mètode del punt interior de Narendra Karmarkar del 1984 i les seves posteriors variacions, amb complexitat polinòmica, va trencar aquesta creença. Els mètodes de punt interior construeixen una seqüència de punts accessibles, que es troben a l'interior del políedre, mai en el seu límit (enfront de la ruta de vèrtex a vèrtex seguida per l'algorisme del símplex), que convergeix a la solució. L'algorisme de Karmarkar i els descobriments teòrics i pràctics posteriors competeixen en eficàcia amb el mètode del símplex i de vegades són superiors.

Però, malgrat aquests avenços, el mètode del símplex segueix sent el mètode més popular per a la solució de problemes de la LP, i no hi havia cap explicació satisfactòria del seu excel·lent comportament fins que el bell concepte de *smoothed analysis* introduït per Spielman i Shang-Hua Teng els va permetre de demostrar un teorema matemàtic en aquest sentit.

L'*smoothed analysis* fa una anàlisi més realista de l'execució pràctica de l'algorisme que no pas els escenaris de cas pitjor o de cas mitjà. Ofereix «una manera», segons Spielman, «d'explicar l'èxit pràctic dels algorismes i heurístiques que tenen un comportament dolent en el cas del pitjor *input*». L'*smoothed analysis* és un híbrid de les anàlisis de cas pitjor i cas mitjà, que hereta els avantatges d'ambdós. «La prova de Spielman i Teng és realment un *tour de force*», diu Gil Kalai, un professor de matemàtiques de la Universitat Hebrea de Jerusalem i professor adjunt de matemàtiques i ciències de la computació a la Universitat de Yale.

La «complexitat suavitzada» d'un algorisme ve donada pel rendiment de l'algorisme sota lleugeres pertorbacions aleatòries dels pitjors *inputs*. Si la complexitat suavitzada és baixa, aleshores l'algorisme del símplex, per exemple, ha de donar bons resultats en casos pràctics en els quals les dades d'entrada estan subjectes a sorolls i pertorbacions. És a dir, si bé

pot haver-hi *inputs* patològics en què el mètode falla, lleugeres modificacions de qualsevol exemple patològic dona un problema senzill, en què el mètode del símplex funciona molt bé. «A través de l'*smoothed analysis*, els teòrics poden trobar motius per a apreciar heurístiques que prèviament havien rebutjat. Més encara, esperem que l'*smoothed analysis* inspirarà el disseny d'algorismes bons que podrien haver estat rebutjats per tenir una complexitat dolenta en el cas pitjor», ha dit Spielman.

L'Association for Computing Machinery (ACM) i l'European Association for Theoretical Computer Science (EATCS) van atorgar el Premi Gödel 2008 a Spielman i Teng per desenvolupar aquesta eina. L'article de Spielman i Teng titulat «Smoothed analysis of algorithms: why the simplex algorithm usually takes polynomial time», publicat a la revista de l'ACM, va ser també un dels tres guanyadors del Premi Fulkerson 2009, atorgat conjuntament per l'American Mathematical Society (AMS) i la Mathematical Programming Society (MPS).

Des de la seva introducció el 2001, l'*smoothed analysis* ha estat utilitzat com a base per a una investigació considerable, sobre problemes que van des de la programació matemàtica, l'anàlisi numèrica, l'aprenentatge automàtic o la mineria de dades. «Malgrat això», escriu Spielman, «encara no sabem si l'*smoothed analysis*, la més ambiciosa i teòrica de les anàlisis, donarà lloc a millores en la pràctica.»

Una segona contribució important de Spielman es troba en l'àmbit de la codificació. Gran part de les comunicacions d'avui en dia utilitzen codificació, ja sigui per a preservar la confidencialitat del contingut o per a evitar errors en la comunicació. Els codis correctors d'errors (ECC) són el mitjà amb el qual es corregeixen les possibles interferències en una comunicació. Els ECCs tenen un paper significatiu en la tecnologia moderna, des de les comunicacions per satèl·lit fins a les memòries d'ordinador. Els ECC permeten al receptor recuperar el missatge correcte, encara que un cert nombre de bits del missatge s'hagin corromput, sempre i quan el nombre d'errors estigui per sota d'un cert llindar. Els treballs de Spielman proposen codis que permeten codificar i decodificar ràpidament i que permeten una comunicació amb taxes properes a la capacitat del canal de comunicació.

En la teoria de la informació, el *low-density parity-check code* (LDPC) és un ECC lineal, que corregeix bloc a bloc i que permet la transmissió de missatges a través d'un canal amb soroll. Els codis LDPC es construeixen usant una certa classe de grafs dispersos (on el nombre d'arestes és molt menor al màxim possible). Es tracta de codis que s'aproximen a la capacitat, la qual cosa significa que existeixen construccions pràctiques que permeten establir els llindars de soroll molt a prop del límit teòricament possible. Usant certes tècniques iteratives, els LDPC poden ser descodificats en temps lineal respecte de la seva longitud de bloc.

Una tècnica important per tal de codificar i descodificar de manera eficient es basa en uns grafs molt ben connectats, però alhora dispersos, anomenats *expanders*. És aquesta característica contraintuïtiva i aparentment contradictòria dels *expanders* —que estan dispersos però molt ben connectats— la que els fa molt útils, assenyala Peter Sarnak, un professor de matemàtiques de la Universitat de Princeton. Spielman i els seus coautors han fet una tasca fonamental usant aquests mètodes de teoria de grafs i han dissenyat mètodes molt eficients per a la codificació i descodificació.

L'article més famós de Spielman en aquest camp és «Improved low-density parity check codes using irregular graphs», que va compartir el 2002 Information Theory Society Paper Award. (Els grafs regulars, a diferència dels grafs irregulars, són aquells on cada vèrtex té el mateix nombre de veïns.) Aquest treball va demostrar que els codis LDPC irregulars es comporten molt millor que els més comuns, que utilitzen grafs regulars sobre un canal de soroll blanc, gaussià i additiu (AWGN).

Aquesta fou una extensió del treball anterior «Efficient erasure correcting codes», de Spielman i altres, que havia introduït els codis LDPC irregulars i havia demostrat que podien acostar-

se a la capacitat de l'anomenat *binary erasure channel*. Aquests codis proporcionen una solució eficaç a problemes com la pèrdua de paquets a través d'Internet i són particularment útils en la difusió selectiva de comunicacions. També proporcionen una de les millors tècniques conegudes de codificació per a reduir al mínim el consum d'energia necessari per a aconseguir una comunicació fiable en presència de soroll blanc gaussià. Els codis LDPC irregulars han tingut molts altres usos, incloent el recent estàndard DVB-S2 (Digital Video Broadcasting - Satellite v2).

Spielman ha sol·licitat cinc patents per als ECC que ha inventat i quatre d'aquestes ja han estat concedides per l'oficina de patents dels Estats Units.

Computació científica combinatòria és el nom donat al camp interdisciplinari en el qual hom aplica la teoria de grafs i els algorismes combinatoris a problemes de ciències de la computació i d'enginyeria. Spielman ha focalitzat recentment la seva atenció a un dels problemes més fonamentals de la computació: el problema de resoldre un sistema d'equacions lineals, que és fonamental per a aplicacions científiques i d'enginyeria, programació matemàtica i d'aprenentatge automàtic. Ha trobat algorismes remarcables que funcionen en temps lineal i basats en particions de grafs per a diverses classes importants de sistemes lineals. Això ha portat tant a considerables avenços teòrics com a algorismes bons des d'un punt de vista pràctic.

«La bellesa de la interacció entre teoria i pràctica, ja sigui en programació matemàtica, en codis correctors d'errors, en la recerca de dispersors que assoleixen l'anomenada *fit a de Ramanujan*, en l'anàlisi d'algorismes, en la teoria de la complexitat computacional, o en l'anàlisi numèrica, és característica de l'obra de Dan Spielman», diu Kalai.

R. Ramachandran

Premi Gauss 2010: Yves Meyer,

professor emèrit a l'École Normale Supérieure de Cachan, França

For fundamental contributions to number theory, operator theory and harmonic analysis, and his pivotal role in the development of wavelets and multiresolution analysis.



«Quan et sentis competent sobre una teoria, és hora d'abandonar-la.» Aquest ha estat el principi de Meyer en la seva destacada trajectòria de més de quatre dècades de recerca matemàtica. Creu que només els investigadors que són nous en un tema poden tenir imaginació

i aconseguir grans contribucions. En aquest sentit, Meyer ha passat per quatre fases diferents en la seva activitat de recerca, corresponents a les seves exploracions de quatre àrees diferents —quasicristalls, el programa de Calderón-Zygmund, ones i l'equació de Navier-Stokes. La varietat de temes en els quals ha treballat és indicativa dels seus interessos generals. En cadascun d'aquests temes Meyer ha fet contribucions fonamentals. La seva extensa obra suggereix que no deixa un camp d'investigació on ha entrat fins que està convençut que el tema està exhaurit des d'un punt de vista lògic. És com si Meyer aparegués en escena, lligués caps desconnectats, donés una imatge unificadora dels diferents enfocaments existents, posés les bases per a un marc teòric adequat, sempre amb el segell de Meyer, i després sortís de l'escena.

Les llavors per als enfocaments altament originals de Meyer en totes les branques de les matemàtiques en què s'ha aventurat, es van sembrar segurament al principi de la seva carrera. Va començar la seva carrera de recerca després d'haver estat professor de secundària durant els tres anys següents a la seva educació universitària. Va completar el seu doctorat el 1966 amb només tres anys. «Vaig ser el meu propi supervisor quan vaig escriure la meua tesi», diu Meyer. Aquesta perspectiva individualista ha estat el seu segell fins al dia d'avui.

El 1970 Meyer va presentar algunes idees completament innovadores en anàlisi harmònica (una branca de les matemàtiques que estudia la representació de funcions o senyals com a superposició d'ones bàsiques), que van resultar ser no només útils en teoria de nombres, sinó també en l'anomenada *teoria dels quasicristalls*. Hi ha certs nombres algebraics anomenats *números de Pisot-Vijayaraghavan* i certs nombres coneguts com a *nombres de Salem*. Aquests tenen algunes propietats notables que apareixen en l'anàlisi harmònica i l'aproximació diofàntica (aproxima-

ció de nombres reals per nombres racionals). Per exemple, el nombre auri és un d'aquests nombres. Yves Meyer va estudiar aquests números i va demostrar un resultat remarcable. El treball de Meyer en aquesta àrea va portar a les nocions de Meyer, que han tingut un paper important en la teoria matemàtica dels quasicristalls.

Els quasicristalls són estructures ordenades que omplen l'espai, però que no tenen simetria de translació i són aperiòdiques en general. La teoria clàssica dels cristalls només permet simetries de rotació d'ordres 2, 3, 4 i 6, però els quasicristalls presenten simetries d'ordre 5, entre altres ordres. Igual que els cristalls, els quasicristalls produeixen difracció de Bragg modificada, però allà on els cristalls tenen una estructura de repetició simple, els quasicristalls presenten estructures més complexes com les tesselacions aperiòdiques. Les tesselacions de Penrose són un exemple d'una d'aquestes estructures aperiòdiques que presenta simetria d'ordre 5. Meyer va estudiar certs conjunts a l'espai euclidià n -dimensional (actualment coneguts com els *conjunts de Meyer*), que es caracteritzen per una certa propietat de finitud del seu conjunt de distàncies. La idea de Meyer fou que l'estudi d'aquests conjunts inclou l'estudi de possibles estructures de quasicristalls. Aquesta base formal s'ha convertit en una eina important en l'estudi de les estructures aperiòdiques en general.

El 1975 Meyer va col·laborar amb Ronald Coifman en el que s'anomenen *operadors de Calderón-Zygmund*. Els importants resultats que van obtenir van donar lloc a diversos treballs d'altres autors, que alhora han donat lloc a aplicacions en àrees com ara l'anàlisi complexa, les equacions en derivades parcials, la teoria ergòdica, la teoria de nombres o la teoria geomètrica de la mesura. Aquest enfocament de Meyer i Coifman es pot veure com la interacció entre dos paradigmes oposats: l'enfocament clàssic d'anàlisi complex i l'enfocament més modern de Calderón-Zygmund, que es basa principalment en tècniques de variable real. Avui en dia, és aquest últim enfocament el que domina, fins i tot per a problemes que en realitat pertanyen a l'àrea de l'anàlisi complexa.

L'enfocament de Calderón-Zygmund fou el resultat de la recerca de noves tècniques, ja que els mètodes d'anàlisi complexa no funcionen en dimensions superiors. Això va ser fet per S. Mihlin, Calderón i A. Zygmund, els quals van

investigar i resoldre el problema per una àmplia classe d'operadors, que ara es coneixen com als *operadors integrals singulars*, o *operadors de Calderón-Zygmund*. Aquests operadors integrals singulars són molt més flexibles que la representació estàndard d'un operador, segons Meyer. El seu treball conjunt amb Coifman sobre certs operadors integrals multilineals ha demostrat ser de gran importància per al tema. Amb Coifman i Alan MacIntosh va demostrar la fitació i la continuïtat de l'operador integral de Cauchy, que és l'exemple més famós d'un operador integral singular, sobre totes les corbes de Lipschitz. Això havia estat un problema obert en l'anàlisi des de fa molt de temps.

Meyer descriu la seva fase d'investigació sobre ondetes, que han tingut un gran impacte en el processament del senyal i la imatge, com una segona vida científica. Una *ondeta* és una breu oscil·lació semblant a una ona, amb l'amplitud que comença a zero, augmenta i disminueix de nou fins a zero, semblant a la que pot ser registrada per un sismògraf o un monitor cardíac. Però en matemàtiques les ondetes estan especialment construïdes per tal de satisfer certes exigències matemàtiques, i s'utilitzen en la representació de dades o altres funcions. Com a eines matemàtiques s'utilitzen per a extreure informació de molts tipus de dades, incloses les senyals d'àudio o les imatges. Generalment són necessaris conjunts d'ondues per a analitzar les dades. Les ondues es poden combinar amb porcions d'un senyal desconegut mitjançant la tècnica de convolució per a extreure'n informació.

La representació de funcions com una superposició d'ones no és nova. Es coneix des de principis del 1800, quan Joseph Fourier va descobrir que podia representar altres funcions mitjançant la superposició de sinus i cosinus. Les funcions sinus i cosinus tenen una freqüència ben definida, però s'estenen fins a l'infinit; és a dir, mentre estan localitzades en freqüència, no ho estan en el temps. Això significa que, tot i que podem ser capaços de determinar totes les freqüències en un senyal donat, no sabem quan estan presents. Per aquest motiu, un desenvolupament de Fourier no pot representar adequadament els senyals transitoris o senyals amb canvis bruscos. Durant dècades, els científics han buscat funcions adequades més enllà del sinus i el cosinus per aproximar els senyals entretallats.

Amb la intenció de superar aquest proble-

ma, s'han desenvolupat diverses solucions en les últimes dècades per a representar un senyal alhora en el domini del temps i de la freqüència. L'esforç en aquesta direcció es va iniciar en la dècada de 1930 amb la transformada de Wigner, una construcció deguda a Eugene Wigner, famós matemàtic i físic. Bàsicament les ondues són els blocs de construcció d'uns espais de funcions que són més locals que les sèries de Fourier i les integrals. La idea darrere de les representacions conjuntes temps-freqüència és tallar el senyal d'interès en diverses parts i analitzar cada part per separat amb una resolució igual a la seva escala. En l'anàlisi d'ondues, aquestes funcions d'aproximació que es troben en dominis finits esdevenen força apropiades per a l'anàlisi de dades amb discontinuïtats fortes.

La pregunta fonamental que l'enfocament amb ondues intenta respondre és com tallar el senyal. La representació en el domini temps-freqüència té una limitació imposada pel principi d'incertesa de Heisenberg que tots dos dominis, temps i freqüència, no es poden localitzar simultàniament amb una precisió arbitrària. Per tant, desplegar un senyal en el pla temps-freqüència és un problema difícil que es podria comparar amb escriure una partitura i escoltar la música al mateix temps. Així, grups en diferents camps d'investigació han desenvolupat tècniques de descomposició de senyals localitzades en el temps i d'acord amb les escales de resolució del seu interès. Aquestes tècniques van ser les precursors de l'enfocament amb ondues.

La tècnica d'anàlisi d'ondues comença amb l'elecció d'una funció ondeta prototip, anomenada ondeta mare. L'anàlisi de resolució del temps es pot realitzar amb una versió contreta i d'alta freqüència de l'*ondeta mare*. L'anàlisi de resolució de freqüències es pot realitzar amb una versió dilatada i de baixa freqüència d'aquesta mateixa ondeta mare. La transformació d'ondeta, o anàlisi d'ondues, és la solució més recent per a superar les limitacions de la transformada de Fourier. En l'anàlisi d'ondues, l'ús d'una finestra modular totalment escalable resol el problema de com tallar el senyal esmentat anteriorment. La finestra es desplaça al llarg del senyal i per a cada posició es calcula l'espectre (i.e. la transformació). A continuació, es repeteix el procés diverses vegades amb finestres una mica més curtes (o llargues) per a cada nou cicle. El resultat d'aquesta anàlisi repetitiva del senyal

és una col·lecció de representacions temps-escala del senyal, cadascuna amb diferent resolució; en definitiva, resolució multiescala o anàlisi multiresolució. En poques paraules, l'escala gran dona el panorama general, mentre que la petita mostra els detalls. És com fer *zoom* sense pèrdua de detalls. És a dir, l'anàlisi d'ondetes veu tant el bosc com els arbres.

En geofísica i exploració sísmica, es poden trobar models per a analitzar la propagació subterrània d'ones. En visió per ordinador s'usen descomposicions multiescala d'imatges, ja que l'escala depèn de la profunditat de l'escena. En el processament d'àudio, es desenvolupen bancs de filtres d'ample de banda constant (filtres dilatats) aplicats a l'anàlisi de sons i de parla, i per a manejar el problema de l'anàlisi multiescala del desplaçament Doppler dels senyals de radar. Les descomposicions multiescala van ser utilitzades en física quàntica per Kenneth G. Wilson per a la representació d'estats coherents i també per a analitzar les propietats fractals de les turbulències. En neurofisiologia, els models de dilatació van ser introduïts pel físic G. Zweig per a modelar les respostes de les cèl·lules simples del còrtex visual i de la còclea auditiva. L'anàlisi d'ondetes portaria tots aquests enfocaments diferents cap a un marc unificat. Meyer és àmpliament reconegut com un dels fundadors d'aquest marc: la teoria d'ondetes.

El 1981, Jean Morlet, un geòleg que treballava amb senyals sísmics, havia desenvolupat el que es coneix com a *ondetes Morlet*, que funcionaven molt millor que les transformades de Fourier. En realitat Morlet i Alex Grossman, un físic a qui Morlet s'havia apropiat per comprendre la base matemàtica del que estava fent, van ser els primers a usar el terme *ondeta* (*wavelet* en anglès) el 1984. Meyer sentí parlar d'aquest treball i va ser el primer a adonar-se de la connexió entre les ondetes de Morlet i altres construccions matemàtiques anteriors, com ara el treball de Littlewood i Paley utilitzat per a la construcció d'espais funcionals i per a l'anàlisi dels operadors singulars en el programa de Calderón-Zygmund.

Meyer va estudiar si era possible construir una base ortonormal amb ondetes. (Una base ortonormal és com un sistema de coordenades en l'espai de funcions i, com els familiars eixos de coordenades, cada funció de la base és ortogonal a les altres. Amb una base ortonormal hom pot

representar cada funció de l'espai en termes de les funcions de la base.) Això va portar al seu primer resultat fonamental en el tema d'ondetes, en un article al seminari Bourbaki on construeix una gran quantitat de bases ortonormals amb funcions de classe Schwarz (funcions que tenen valors només sobre una petita regió i que decauen ràpidament fora). Aquest article va ser un gran avenç que va permetre una anàlisi posterior per part del propi Meyer. «En aquest article», diu Stéphane Mallat, «la construcció de Meyer havia aïllat les estructures clau en les quals jo vaig poder reconèixer les similituds amb les eines utilitzades en visió per computador per a l'anàlisi multiescala d'imatges, i en el processament de senyal per als bancs de filtres.»

Una col·laboració entre Mallat i Meyer va donar lloc a la construcció de l'anàlisi matemàtica multiresolució i a una caracterització de les bases ortonormals d'ondetes amb filtres mirall conjugats, que els permet implementar un primer algorisme de transformació d'ondetes que funciona més ràpid que l'algorisme de la transformada ràpida de Fourier (FFT). Gràcies al resultat de Meyer-Mallat, les ondetes esdevenen molt més fàcils d'utilitzar. Hom pot fer ara una anàlisi d'ondetes sense conèixer la fórmula per a l'ondeta mare. El procés es va reduir a simples operacions de fer la mitjana de grups de píxels i mirar diferències, una i altra vegada. El llenguatge de les ondetes també va esdevenir molt més còmode per als enginyers elèctrics.

En els anys vuitanta la revolució digital estava a l'ordre del dia i hi havia una necessitat crítica de trobar algorismes eficients per al processament del senyal i la imatge. L'estàndard JPEG per a compressió d'imatges va ser desenvolupat en aquest moment. El 1987, Ingrid Daubechies, una estudiant de Grossman, mentre visitava el Courant Institute de Nova York i més tard durant el seu treball a l'AT&T Bell Labs, va descobrir una classe particular de filtres mirall conjugats amb suport compacte, que no només eren ortogonals (com els de Meyer) sinó que també eren estables, i es podien implementar usant idees de filtratge digital ben simples. Les noves ondetes eren senzilles de programar i eren funcions suaus, a diferència d'algunes de les funcions de salt anteriorment considerades. Els processadors de senyal tenen ara una eina fabulosa: una manera de trencar el senyal digital en contribucions a diverses escales.

Combinant les idees de Daubechies i Mallat, hom pot fer una senzilla transformació ortogonal que pot ser calculada ràpidament pels ordinadors moderns. Les ondetes de Daubechies converteixen la teoria en una eina pràctica que pot ser fàcilment programada i usada per qualsevol científic amb un mínim de formació matemàtica. El primer article Bourbaki de Meyer va establir, de fet, les bases del marc matemàtic adequat per a les ondetes. Això va marcar el començament de la moderna teoria d'ondetes. En els últims anys les ondetes han començat a oferir una alternativa interessant als mètodes de transformada de Fourier.

Curiosament, la primera reacció de Meyer a l'obra de Grossman i Morlet va ser «I què? Nosaltres els analistes harmònics sabíem tot això fa molt de temps!». Però va mirar el treball una altra vegada i es va adonar que Grossman i Morlet havien fet alguna cosa diferent i més interessant. Es va basar en aquesta diferència per formular finalment la seva construcció bàsica. «La construcció de Meyer de les bases ortonormals i els seus resultats posteriors a l'àrea van ser el descobriment clau que obre la porta a tots els nous desenvolupaments matemàtics i aplicacions. Meyer va estar al centre de la catàlisi que va reunir matemàtics, científics i enginyers per a la construcció de la teoria i els algorismes resultants» diu Mallat.

Del treball de Daubechies i Mallat, se n'han explorat moltes aplicacions, incloent el processament del senyal amb multiresolució, compressió d'imatges i dades, telecomunicacions,

anàlisi d'empremtes dactilars, estadística, anàlisi numèrica i processament de la parla. L'algorisme ràpid i estable de Daubechies va ser millorat posteriorment en un treball conjunt entre Daubechies i Albert Cohen, un estudiant de Meyer, el qual s'està utilitzant ara en el nou estàndard JPEG2000 per a la compressió d'imatges i és avui dia part del conjunt d'eines estàndard per al processament d'imatges i senyals. També s'han desenvolupat tècniques per a la restauració d'imatges de satèl·lit, basades en l'anàlisi d'ondetes.

Més recentment, ha trobat una sorprenent connexió entre els seus primers treballs en el model de sistemes utilitzats per a la construcció de quasicristalls —els *conjunts de Meyer*— i la tècnica del *compressed sensing*, utilitzada per a la creació i reconstrucció del senyal, usant el coneixement previ que aquest és compressible. Considerant això, ha desenvolupat un nou algorisme per al processament d'imatges. Una versió d'aquest algorisme s'ha instal·lat a la missió espacial Herschel de l'Agència Espacial Europea (ESA), l'objectiu de la qual és proporcionar imatges de les estrelles més antigues i més fredes de l'Univers.

«Que jo sàpiga», diu Wolfgang Dahmen, «Meyer mai ha treballat directament en un problema d'aplicació concreta.» Així, les matemàtiques de Meyer són bons exemples de com la investigació de qüestions fonamentals de la matemàtica sovint produeixen resultats sorprenents en benefici de la humanitat.

R. Ramachandran

Premi Chern 2010: Louis Nirenberg, Courant Institute of Mathematical Sciences, EUA

For his role in the formulation of the modern theory of non-linear elliptic partial differential equations and for mentoring numerous students and post-docs in this area.



Nirenberg és, sens dubte, un dels analistes més destacats del segle XX. La seva obra ha tingut una gran influència en el desenvolupament de diferents àrees de les matemàtiques i les seves aplicacions. En particular, ha estat un líder en la majoria dels desenvolupaments de la teoria d'equacions en derivades parcials (EDP) lineals i no lineals i àrees relacionades de l'anàlisi;

les EDP són les eines matemàtiques bàsiques de la ciència moderna. Es plantegen en la física i la geometria quan els sistemes depenen de diverses variables al mateix temps, i les més interessants són no lineals. La importància de les EDP és clara si atenem al fet que dels set Problemes del Mil·lenni del Clay Mathematics Institute (CMI), tres són sobre (o estan relacionats amb) EDP. El treball de Nirenberg sobre EDP és profund i fonamental. Va desenvolupar connexions intricades entre anàlisi i geometria

diferencial i les va aplicar a la mecànica de fluids i a d'altres fenòmens físics.

La tesi de Nirenberg feia referència a una qüestió fonamental de la geometria: la solució a un problema d'immersió en geometria diferencial que Hermann Weyl havia plantejat al voltant de 1916: «donada una mètrica riemanniana sobre una esfera unitat, amb curvatura de Gauss positiva, es pot immernir aquesta 2-esfera isomètricament en l'espai tridimensional com una superfície convexa?» La mateixa tesi fou una finestra als principals interessos de Nirenberg —EDP i especialment EDP el·líptiques. Per donar una resposta positiva a la difícil pregunta de Weyl, Nirenberg utilitzà les idees de Charles Morrey. Va demostrar el problema reduint-lo a un problema d'EDP no lineals. Aquesta equació també és una EDP el·líptica. (En EDP el·líptiques, els coeficients satisfan una desigualtat i tenen aplicacions en gairebé totes les àrees de les matemàtiques, així com nombroses aplicacions en la física. Igual que en el cas general, una EDP el·líptica pot tenir coeficients no constants, i ser no lineal. L'exemple bàsic d'una EDP el·líptica és l'equació de Laplace.)

Com a matemàtic, J. Mawhin ha assenyalat en el seu recent homenatge a Nirenberg que l'*el·lípticitat* és una paraula clau en el treball matemàtic de Nirenberg. Més d'un terç dels articles de Nirenberg contenen la paraula *el·líptic* només en el seu títol, i una fracció molt més gran treballa amb equacions o sistemes el·líptics. «Diffícilment hi ha cap aspecte d'aquestes equacions que no hagi tingut en compte», ha dit. Malgrat la seva varietat, les EDP el·líptiques tenen una teoria ben desenvolupada a la qual Nirenberg ha contribuït en gran mesura. En el primer any de la seva publicació (1953) va publicar tres articles més, dos dels quals involucraven EDP el·líptiques no lineals, a les quals va retornar uns anys més tard.

Al llarg dels vint anys següents, amb diversos col·laboradors, va desenvolupar la teoria de les equacions el·líptiques i va satisfer certs criteris de regularitat que ell mateix havia formulat. Si bé ja es coneixien demostracions de l'existència i unicitat de solucions febles per als problemes el·líptics, Nirenberg va abordar la qüestió, molt més difícil, de quant regular és aquesta solució feble. (Una solució feble d'una EDP no té necessàriament definides les derivades que apareixen en l'equació, però es considera

que satisfà l'esmentada equació en un sentit matemàtic determinat.) Avui en dia, el mètode de les diferències de Nirenberg per a provar la regularitat a l'interior i a la frontera és part del que aprenen els estudiants de postgrau en EDP.

Un punt àlgid de la seva recerca en aquest àmbit és l'extensió d'aquest fet, que va dur a terme en col·laboració amb Shmuel Agmon i Avnon Doulis sobre estimacions *a priori* dels sistemes el·líptics lineals generals. Aquest és un dels resultats que més s'utilitza de l'anàlisi. Tal com Nirenberg va dir, l'objectiu era obtenir «estimacions generals per a sistemes generals sota condicions de contorn generals». De fet, la citació per al Steele Prize for Lifetime Achievement, que va rebre de l'American Mathematical Society el 1994, deia: «Nirenberg és un mestre en l'art i la ciència de l'obtenció i aplicació d'estimacions *a priori* en tots els àmbits de l'anàlisi».

Hi ha preguntes essencials sobre la regularitat de les equacions de Navier-Stokes, les solucions de les quals determinen el moviment de fluids, que encara estan obertes i constitueixen, de fet, un dels Problemes del Mil·lenni del CMI. Un dels millors resultats d'avui dia en aquesta direcció és l'estimació de Nirenberg-Caffarelli-Kohn sobre la mesura del conjunt de singularitats. Nirenberg creu que el problema es resoldrà aviat, però requerirà una ajuda més profunda de l'anàlisi harmònica.

Sobre la base de les estimacions anteriors d'Alberto Calderón i Antoni Zygmund, ell i Joseph Kohn van introduir el concepte d'operador pseudodiferencial, una generalització de l'operador de diferenciació parcial, que és útil en l'estudi de la regularitat de les solucions als problemes de contorn el·líptics. Estaven davant d'un problema que involucrava operadors integrals singulars (operadors integrals que no estan definits en un punt) i necessitaven dades, no presents a la literatura del moment, sobre certes propietats d'operadors integrals singulars. Per tant, van desenvolupar el que necessitaven i el resultat fou la noció d'operador pseudodiferencial, de gran utilitat. Això va ajudar a generar una enorme quantitat de treballs posteriors en aquest camp. Una altra obra important va ser la que va fer conjuntament amb François Trèves sobre la resolubilitat d'EDP generals lineals. Hi ha també altres resultats destacats en la seva recerca sobre la regularitat dels problemes de frontera lliure amb David Kinderlehrer i Jo-

el Spuck. Aquests problemes han trobat una àmplia gamma d'aplicacions, entre les quals la propagació de flames.

Tal com s'ha esmentat més amunt, Nirenberg, un pioner en EDP no lineals, ha retornat la seva atenció en diverses etapes a les equacions completament no lineals, per a fer descobriments sorprenents. Un exemple n'és la sèrie d'articles sobre l'existència de solucions suaus de les equacions de tipus Monge-Ampère, que són EDP no lineals de segon ordre amb simetries especials, amb Luis Caffarelli i Spuck. L'estudi que fa Nirenberg de les solucions simètriques d'equacions elíptiques no lineals utilitzant mètodes de moviment pla amb Basilis Gidas i Wei Ming Ni, i més tard amb Henri Berestycki, és una enginyosa aplicació del principi del màxim. Mawhin ha dit de Nirenberg que és el «Paganini del principi del màxim». Gràcies a les idees i els mètodes de Nirenberg, això s'ha convertit en una bella teoria i ha donat lloc a aplicacions en la teoria de la combustió.

Les següents cites famoses de Nirenberg són indicatives del seu domini del maneig de la no linealitat —el problema determina el mètode. En la seva conferència convidada al Congrés Internacional de Matemàtics d'Estocolm (ICM 1962), va dir: «La majoria dels resultats sobre problemes no lineals segueixen obtenint a través dels lineals, malgrat el fet que els problemes no siguin lineals, i no a causa d'això». En la mateixa conferència també va dir, parlant del resultat d'algú altre: «El caràcter no lineal de l'equació s'utilitza d'una manera essencial; de fet, obté resultats gràcies a la no linealitat, i no malgrat la no linealitat».

L'àmplia gamma d'interessos de Nirenberg inclou també geometria diferencial i topologia, on va fer també importants contribucions. En anàlisi harmònica, una funció d'oscil·lació mitjana fitada (BMO) és una funció amb valors reals i amb oscil·lació mitjana fitada (és a dir finita). Motivats pel treball anterior de Fritz John sobre elasticitat, Nirenberg, conjuntament amb John, va investigar per primera vegada la topologia de l'espai d'aquestes funcions, i en va donar una definició precisa. Aquest espai s'anomena de vegades l'*espai de John-Nirenberg*. Els resultats van ser crucials per al treball posterior de Charles Fefferman sobre aquest espai de funcions, que s'ha utilitzat posteriorment en moltes parts de l'anàlisi i en la teoria de mar-

tingales. Més recentment, motivat per alguns problemes no lineals de la física, Nirenberg ha tornat a aquest camp i, en col·laboració amb Haim Brezis, ha investigat l'espai de funcions amb oscil·lació mitjana nul·la (VMO). Les funcions VMO són funcions contínues que s'anul·len a l'infinit i l'espai de funcions que formen és en realitat un subespai de BMO. Nirenberg i Brezis van estendre la teoria del grau en topologia a les aplicacions de VMO, un resultat que va sorprendre els topòlegs.

Una qüestió fonamental en l'estudi de les varietats complexes és la següent: *Quan una estructura quasicomplexa ve donada per una estructura complexa?* Una varietat és un espai topològic que pot ser localment descrit en termes d'espais més senzills i ben entesos, com els euclidians. Perquè una varietat sigui una varietat complexa (on es poden definir les operacions amb nombres imaginaris) l'existència d'una estructura quasicomplexa és necessària, però no suficient. (Una varietat quasicomplexa és una varietat suau equipada amb una estructura que, a grans trets, defineix operacions amb nombres imaginaris a cada espai tangent, la varietat diferenciable associada a cada punt.) És a dir, cada varietat complexa és una varietat quasicomplexa, però no al revés.

El 1957, Nirenberg, amb el seu estudiant August Newlander, demostrà un resultat fonamental que responia una pregunta seva que havia estat oberta durant molts anys. Segons Nirenberg, André Weil i Shiing-Shen Chern li havien fet parar atenció al problema de demostrar la condició d'integrabilitat per a estructures quasi complexes. La seva resolució va aplanar el camí per a l'estudi de molts aspectes de les varietats complexes, en particular la teoria de la deformació. Tot i que el problema és lineal, la prova de Newlander i Nirenberg el redueixen a un sistema d'EDP no lineals, de manera que cada equació involucra derivades respecte d'una sola variable complexa. Aquesta tremenda visió de Nirenberg de les propietats de les EDP i la seva habilitat única per a connectar-les amb l'anàlisi i la geometria envaeixen tots els seus treballs.

Les desigualtats han tingut sempre un atractiu especial per a Nirenberg, i n'hi ha diverses d'importantes associades al seu nom; un resultat molt important és el conjunt de desigualtats de Gagliardo-Nirenberg. La cita de l'AMS les va anomenar una «joia menor». La passió de

Nirenberg per les desigualtats prové de la seva llarga relació amb Kurt Friedrichs al Courant Institute for Mathematical Science (CIMS) a la Universitat de Nova York, on Nirenberg va anar a parar després de la seva graduació amb menció en física i matemàtiques per la Universitat de McGill el 1945. Tot i que volia fer física, gràcies a un excel·lent professor de física de McGill, primer va fer matemàtiques seguint l'assessorament de Richard Courant. Nirenberg reconeix que Friedrichs va exercir una gran influència sobre ell, i que la seva visió de les matemàtiques està molt influenciada per la de Friedrichs.

«Friedrichs era un gran amant de les desigualtats i això em va influenciar molt. El punt de vista era que les desigualtats són més interessants que les igualtats, les identitats», deia Nirenberg en una entrevista a l'AMS. En algun altre lloc, també ha dit: «M'encanten les desigualtats. Així que si algú me'n mostra una de nova, li dic: Oh! que bonic, deixa-m'hi pensar.» Tot i que volia fer el seu doctorat sota la direcció de Friedrichs, va acabar fent-lo amb Jim Stoker i el va acabar el 1949. Però la influència de Friedrichs és clarament visible en l'elecció de problemes per part de Nirenberg, sovint procedents de la física. Ell no fa distinció entre «matemàtica pura» i «matemàtica aplicada», una actitud que és el resultat de tota la seva carrera al CIMS «on només hi ha matemàtiques, i la gent s'interessa en problemes purs o aplicats», una herència de Courant i Friedrichs. Encara que Nirenberg diu d'ell mateix que és més un solucionador de problemes que no pas un creador de teories, el seu enfocament dels problemes ha donat lloc a la formulació de teories senceres en diferents àrees de les matemàtiques.

Nirenberg és reconegut per les seves excel·lents conferències i per les seves lúcides redaccions expositives. Ha publicat més de cent vuitanta-cinc articles i ha tingut quaranta-sis estudiants i dos-cents quaranta-cinc descendents segons el Mathematics Genealogy Project. En cadascun dels últims deu anys, els quinze articles més citats de totes les matemàtiques n'inclouen almenys dos de Nirenberg, segons MathSciNet. El fet que gairebé el noranta per cent dels seus articles estan escrits en col·laboració mostra com Nirenberg, durant més de sis dècades, ha compartit el seu coneixement i comprensió matemàtica amb matemàtics de tot el món. També és molt generós i presenta amb entusiasme els resultats d'altres matemàtics en les seves conferències i articles.

Kohn ha dit: «La carrera de Nirenberg ha estat una inspiració, els seus nombrosos estudiants, col·laboradors i col·legues han après molt d'ell. A part de les matemàtiques, Nirenberg ens ha ensenyat a tots a gaudir dels viatges, el cinema i la gastronomia. Una apreciació justa de Nirenberg ha d'incloure també el seu sentit de l'humor, sempre present. El seu humor és incontenible, per la qual cosa en certes ocasions arriba a la pàgina impresa».

En l'entrevista a l'AMS, Nirenberg va dir: «Vaig escriure un article amb Philip Hartman, que era elemental però molt divertit. Això és el que intento transmetre a la gent que no sap res de matemàtiques, com en són de divertides que són! Una de les meravelles de les matemàtiques és que vas a qualsevol lloc del món i coneixes altres matemàtics i és com una gran família. Aquesta gran família és una joia meravellosa.»

R. Ramachandran

Entrega del Premi Albert Dou

Com ja sabeu, la Junta de la SCM decidí convocar el Premi Albert Dou, en record del pare Dou, que ens deixà fa ja un temps. Aquest premi, com es diu a les seves bases, és per a treballs inèdits o publicats en els darrers dos anys que contribueixin a fer visible la importància de les matemàtiques en el nostre món, a transmetre el coneixement matemàtic a un públic més ampli

que els mateixos especialistes, i a promoure tot el que pugui ajudar a l'extensió del prestigi de la matemàtica a la nostra societat. Es vol que tingui una periodicitat biennal.

A la primera edició s'hi presentaren tretze treballs, fet que es pot considerar un èxit. El Jurat comentà l'alta qualitat de tots els treballs, i la dificultat que tingué per a triar el guanyador.

Finalment decidí premiar Rosario Delgado pel treball: «Matemàtiques i Internet: 101 anys de teoria de cues.»

La SCM agraeix a tots els autors dels treballs la seva participació, i també als membres del jurat la tasca duta a terme.

El premi s'entregà a la guanyadora durant l'assemblea de socis celebrada el novembre, la mateixa en la qual se celebraren les eleccions per a la nova Junta. Creiem que aprofitar l'assemblea per fer l'acte d'entrega incrementa la seva visibilitat dins la nostra comunitat matemàtica, i el fa també més entranyable, ja que incorporar-lo a l'acte conjunt d'entrega de premis que l'IEC celebra per Sant Jordi el deixaria diluït entre un munt d'altres guardons convocats per l'IEC i les societats filials.

Rosario ens explica en el seu treball que els models probabilistes que havien tingut tant

d'èxit en el tractament de les xarxes de telefonia fixa a través de les quals només s'enviava la veu, ja no serveixen per a tractar el problema que presenten les xarxes de comunicacions actuals que permeten la transmissió d'informació en distintes formes. Ens presenta també un model per a aquest nou marc de transmissió, elaborat pels investigadors W. Willinger i M. S. Taqqu, en el qual utilitzen el procés de moviment brownià fraccionari amb paràmetre de Hurst $H > \frac{1}{2}$, el qual és un procés autosimilar i amb memòria llarga. Tots aquests conceptes són introduïts i explicats, de manera clara i entenedora, en l'article premiat.

El treball guanyador s'ha publicat en el *Butlletí*, vol. 25, núm. 2 de la SCM. Deixeu-me dir que encara que no he estat membre del jurat, l'he llegit i l'he trobat molt interessant. Us convido a llegir-lo, si encara no ho heu fet.

Josep Lluís Solé
UAB

Racó biogràfic

Recordant Joseph Liouville en el 202 aniversari del seu naixement



A Joseph Liouville (1809-1882) se'l coneix generalment pel seu resultat en variable complexa que afirma que tota funció holomorfa i fitada del camp complex ha d'ésser necessàriament una funció constant. L'aplicació d'aquest teo-

rema a una funció polinòmica proporciona una demostració breu i elegant del teorema fonamental de l'àlgebra. Però Liouville té molts altres resultats en el seu extens currículum de recerca; la seva producció es troba repartida al llarg d'unes quatre-centes publicacions. Fou creador del càlcul diferencial fraccionari, caracteritzà aquelles funcions les primitives de les quals poden expressar-se com una combinació de les funcions elementals, fou creador juntament amb Sturm de la teoria espectral per equacions diferencials de segon ordre, féu interessants aportacions a l'estudi de les funcions el·líptiques, a l'estudi de les equacions integrals, a la mecànica hamiltoniana, a la teoria dels nombres transcen-

dents, etc. La vida de Liouville transcorregué al llarg del segle XIX juntament amb Cauchy en la seva primera part i Charles Hermitte en la segona.

Aquest any 2011 és el 202 aniversari del seu naixement i en aquest racó biogràfic de la *SCM/Notícies* el recordarem exposant alguns dels trets essencials de la seva trajectòria vital, anticipant que aquesta no té vistoses traces vitals com les que podem trobar a Arquimedes, Cardano, Galois o Noether, per citar només alguns exemples. La vida de Liouville, tot i que el segle XIX va ser políticament complex per als francesos, va transcórrer sense entrebancs ni serioses dificultats econòmiques que l'impedissin dedicar-se exclusivament al món acadèmic i, en particular, a les matemàtiques. Joseph Liouville va viure setanta-tres anys i, en aquest temps, França va passar de ser un imperi amb Napoleó Bonaparte, a ser altra vegada una monarquia amb la restauració dels Borbons: Lluís XVIII (1814, 1824) i Carles X (1824-1830). El govern reaccionari de Carles X va portar cap a la re-

volució de 1830, una conseqüència de la qual fou la destitució dels Borbons i la instauració d'una nova monarquia de caire lliberal en la persona de Lluís Felip d'Orleans. Però el 1848 una nova revolució portà la destitució de Lluís Felip d'Orleans i la proclamació d'una república (la segona) que fou presidida per Lluís Napoleó, nebot de Napoleó Bonaparte. Aquesta república durà només tres anys ja que el 1851, mitjançant un cop d'estat, el mateix Lluís Napoleó imposà de nou un imperi als francesos sota el seu mandat amb el nom de Napoleó III. Aquest segon imperi va durar fins al 1871, any en què es proclamà la Tercera República, que duraria fins al 1940.

Claude-Joseph Liouville, el pare de Joseph i fill d'una família acomodada oriünda de la regió francesa de La Lorraine, es va casar amb Thérèse Balland, que també pertanyia a una família benestant d'aquella regió del nord-est francès. El matrimoni vivia a Toul, ciutat propera a Nancy, quan van tenir el seu primer fill Fèlix. Poc després, Claude-Joseph, que era capità de l'exèrcit napoleònic, va haver de mudar-se a Saint-Omer, una ciutat del nord-oest propera a Bèlgica i és en aquest indret on nasqué el seu segon fill, el futur matemàtic Joseph Liouville. Al cap d'uns anys, la família Liouville va retornar a Toul i és en aquesta ciutat on Liouville va anar a l'escola fins als quinze anys. Al voltant d'aquesta època va decidir ingressar a l'École Polytechnique però per poder entrar-hi calia tenir un cert nivell de matemàtiques i, per aquesta raó, va marxar a París un any abans per anar al Collège St. Louis, que era el lloc adient per adquirir un bon coneixement bàsic de matemàtiques. Durant l'any que va estudiar al Collège St. Louis, Liouville, a més d'assistir a les classes ordinàries i per tal d'estar al dia, llegia pel seu compte els *Annales de Mathématiques Pures et Appliquées* de Diaz Gergonne. Cal destacar que durant aquest any va iniciar un bloc de notes on escrivia totes les idees, comentaris i observacions que li venien al cap sobre les matemàtiques. Aquest bloc de notes que va utilitzar tota la seva vida es conserva a la Bibliothèque de l'Institut de France i és una font d'informació excel·lent per entrar dins el món matemàtic de Liouville i la comunitat matemàtica que l'envoltava.

L'any 1825, amb setze anys, Liouville va ingressar a l'École Polytechnique. Augustin-Louis

Cauchy, que llavors tenia trenta-sis anys, n'era professor. El curs de càlcul que donava el fonamentava sobre el concepte de límit i era presentat de manera ben diferent als cursos precedents de Lacroix i Lagrange. Aquests cursos de Cauchy marcarien l'estil en què a partir de llavors es tractaria l'anàlisi matemàtica. Cauchy, però, no va ser professor de Liouville, sinó que ho va ser André-Marie Ampère, que compartia amb Cauchy els nous mètodes per ensenyar el càlcul infinitesimal. Liouville estava satisfet amb les classes d'Ampère i va assistir també a un curs d'electrodinàmica que Ampère donava al Collège Royal, el futur Collège de France. Els primers treballs de Liouville serien sobre electrodinàmica i teoria de la calor.

L'any 1827, Liouville va decidir que seria enginyer de camins i va ingressar a l'École des Ponts et Chaussées. Ara bé, quan ja acabava els estudis d'enginyeria, per por de no tenir una salut prou forta per aguantar els rigors climàtics que havien de suportar els enginyers de camins en l'exercici de la seva professió, va decidir que es dedicaria a les matemàtiques. Curiosament, Cauchy va estudiar primer a la Polytechnique i més tard ho va fer a l'École des Ponts et Chaussées, però, havent començat a treballar com a enginyer de camins, ho va haver de deixar per motius de salut, ja que no suportava la feina a l'exterior.

El 1830 és l'any en què mor Fourier; Lagrange havia mort el 1813, Laplace el 1827 i Legendre moriria el 1833. Aquest any 1830 França s'aixeca contra el govern summament reaccionari de Carles X, el rei abdica i es dona pas a una monarquia de caire lliberal amb Lluís Felip d'Orleans, que no era de la dinastia dels Borbons. Cauchy, fidel a tot allò que representava Carles X, abandona França amb quaranta-un anys, i inicia així un exili voluntari que l'allunyarà durant vuit anys del seu país i que li va fer deixar tots els càrrecs acadèmics. Liouville es casa amb vint-i-un anys amb una cosina de la seva mare, Marie-Louise Balland, i inicia llavors una llarga carrera acadèmica que no serà interrompuda fins a la seva jubilació.

Liouville comença treballant a l'École Polytechnique com a *répétiteur* i el 1833 és nomenat lector a l'École Centrale des Arts et Manufactures, una escola inaugurada el 1829 i dedicada a la formació dels enginyers que volien treballar al sector privat, ja que l'École Polytechnique

estava dirigida al sector públic. En l'exercici de la seva professió docent, Liouville, de la mateixa manera que abans ho havia estat Cauchy, va ser criticat pel fet d'ensenyar unes matemàtiques massa teòriques, d'un nivell massa elevat i amb poca aplicació a l'enginyeria. També al voltant d'aquesta època comença a publicar en revistes científiques, envia memòries a l'Académie des Sciences de París per aconseguir ser admès com a membre i es presenta al Grand Prize de l'Académie de l'any 1830, premi al qual també s'hi presentava Galois (amb dinou anys). El premi, finalment, va ser concedit a Jacobi pel seu treball sobre funcions el·líptiques i a títol pòstum a Abel, que havia mort l'any anterior a l'edat de vint-i-sis anys. En els seus inicis com a investigador, Liouville va crear el càlcul diferencial fraccionari amb la finalitat de resoldre certes equacions integrals lligades a la resolució de problemes físics relacionats amb la interacció elemental microscòpica. Liouville va trobar que les interaccions microscòpiques podien ser representades per funcions que eren solució de certes equacions integrals i que aquestes equacions integrals podien ser transformades en equacions diferencials d'ordre fraccionari i d'aquí la importància de crear un càlcul amb operadors diferencials d'ordre arbitrari. També en aquesta època del 1832, Liouville va proposar-se caracteritzar les funcions que admetien primitiva expressable com a combinació finita de funcions elementals. Poisson, membre de l'Académie des Sciences, va fer un gran elogi d'aquest treball sobre la integració en termes finits i li va suggerir que aprofundís en el tema donant-li algunes indicacions. A partir d'aquí va haver-hi una bona relació entre Poisson i Liouville, que naturalment havia d'afavorir el segon donada la rellevància de Poisson en el món matemàtic francès d'aquells moments. A proposta de Poisson, Liouville també va resoldre problemes relacionats amb la teoria del potencial. Aquest últim treball de Liouville fou altament reconegut pels matemàtics contemporanis, més que no pas els dos anteriors sobre el càlcul fraccionari i la integració en termes finits, ja que aquests últims introduïen idees massa innovadores i, per tant, més difícils d'entendre per a una gran majoria.

Fora del camp de la recerca, una de les tasques més meritòries de Liouville fou la creació per iniciativa privada del *Journal de Mathématiques Pures et Appliquées*, que va co-

mençar a editar l'any 1836. Aquesta revista matemàtica tenia com a precedent la revista que el 1810 havia creat Joseph Diaz Gergonne amb el nom d'*Annales de Mathématiques Pures et Appliquées* i que es coneixia com els *Annales de Gergonne*. El 1826, el matemàtic alemany August Leopoldo Crelle, emulant la revista de Gergonne, va crear el *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, conegut com el *Journal de Crelle*. Aquesta revista alemanya va adquirir un gran prestigi i va superar amb escreix els *Annales de Gergonne*. Per això, quan Gergonne va deixar de publicar els *Annales* el 1832, Liouville es va proposar la creació d'una revista matemàtica francesa capaç de competir amb l'alemanya *Journal de Crelle* i ho va aconseguir: va sorgir el *Journal de Liouville*, que encara es publica avui dia. Un fet important relacionat amb aquesta revista és que Liouville va ser el primer matemàtic que s'adonà del valor que tenia l'obra de Galois, que fins llavors no havia estat llegida. Decidí publicar-la al *Journal* l'any 1846 i, sis anys més tard, el matemàtic italià Enrico Betti va publicar comentaris sobre aquests treballs de Galois. Fou d'aquesta manera que l'obra de Galois es va començar a divulgar entre la comunitat matemàtica.

A la dècada del 1830, Liouville aconseguí el càrrec de *suppléant* al prestigiós Collège de France. El càrrec consistia a substituir un professor de plantilla que, per la seva edat, ja no podia assumir tot el càrrec, cas en què el suplent cobrava un terç del salari del professor titular. Cauchy també havia fet de *suppléant* al mateix Collège de France. Més tard, el 1838, aconseguí ser professor d'anàlisi matemàtica i mecànica a l'École Polytechnique. L'any 1839 cobrí una vacant a la secció d'astronomia de l'Académie des Sciences i efectuà alguns treballs en mecànica celeste. L'any 1840 fou nomenat membre del Bureau des Longitudes, una institució científica creada el 1875 que es dedicava a l'observació astronòmica i a la geodèsia; fou aquesta institució la que es va encarregar d'establir un sistema universal de pesos i mesures que, en particular, va donar lloc a l'establiment del metre com a unitat de longitud. Liouville fou nomenat membre corresponent de l'Acadèmia de Berlín a proposta de Dirichlet. D'aquesta manera, amb trenta-un anys, Liouville ja havia assolit molt bones posicions acadèmiques, tot i així ell desitjava una més bona estabilitat professional, aspirava a alguna

càtedra. Quan, el 1838, li va arribar l'ocasió de cobrir una càtedra vacant al Collège de France, va resultar que feia poc Cauchy havia tornat del seu exili voluntari i també volia aquesta mateixa càtedra (Cauchy havia perdut les seves posicions acadèmiques en abandonar França). Davant d'aquest notable adversari, Liouville va decidir no presentar-s'hi, però llavors va resultar que la càtedra va ser concedida al matemàtic Guglielmo Libri, un comte italià resident a França i membre de l'Académie que, no sent ni de lluny de la talla de Cauchy, s'havia procurat l'amistat d'influents personatges de la societat francesa del moment. D'altra banda, Cauchy no era gens ben vist a causa del seu tarannà polític afí a l'antic règim. Liouville tampoc compartia les idees polítiques de Cauchy, però li tenia un gran respecte i admiració com a matemàtic i, davant d'aquesta injustícia, Liouville va decidir deixar el Collège de France en senyal de protesta.

Quan l'any 1848, després de la revolta de febrer que va fer caure la monarquia de Lluís Felip, França instaurà una república (la segona), Liouville va decidir entrar a la política com a republicà moderat. Va aconseguir formar part de l'assemblea constituent, però no entrà a formar part de l'assemblea legislativa i, a més, el seu partit, l'any següent, va ser derrotat pel partit del futur Napoleó III. Aleshores, Liouville va abandonar la política i va dedicar-se al món acadèmic que li era propi. Tanmateix, va quedar ressentit d'aquest fracàs del seu partit. Llavors es va descobrir que Libri havia abusat de la confiança que li havien dipositat les autoritats corresponents en nomenar-lo inspector d'importants biblioteques franceses el 1841. Libri s'havia apo-

derat d'una gran quantitat de valuosos llibres i manuscrits, la qual cosa va fer que abandonés França i que, per tant, quedés vacant la seva càtedra al Collège de France. Aquesta vegada, tot i que Cauchy s'hi va tornar a presentar, la càtedra va ser concedida a Liouville que, llavors, va deixar l'École Polytechnique. Durant gran part de la dècada del 1850, Liouville va seguir publicant interessants resultats i va ajudar noves figures de la matemàtica francesa, en particular Charles Hermitte, que esdevindria un dels grans matemàtics de la segona meitat del segle XIX.

Amb el pas del temps la producció de Liouville va anar minvant. A partir del 1857, va començar a patir forts dolors de gota i artritis que sovint l'obligaven a anul·lar classes i conferències. Els seriosos problemes de salut de Liouville no li van fer gens agradable l'últim tram de la seva vida. Liouville morí el 8 de setembre del 1882. La seva tomba es troba al cementiri de Montparnasse de París.

La vida i obra de Liouville ha estat profundament estudiada per Jesper Lützen i fruit d'aquest estudi és el seu magnífic llibre *Joseph Liouville 1809-1882, master of pure and applied mathematics*, publicat el 1990 per Springer. Aquest llibre té unes vuit-centes pàgines i requereix el seu temps, però mereix l'esforç per part de qui estigui interessat en el desenvolupament de la matemàtica francesa del segle XIX. Si el que es vol és una lectura senzilla i breu de la vida de Liouville, podeu llegir *Remarkable mathematicians de Ioan James*, publicat el 2002 per Cambridge University Press. I hom pot sempre posar «Liouville» en el Google per obtenir una pluja d'informació.

Eduard Recasens Gallart
UPC

Webs de matemàtiques

Llibres electrònics

En l'era digital en la qual ens trobem, el material en format electrònic comença ja a ser totalment habitual i tothom es prepara per a un futur en el qual la gran majoria de continguts circularan en forma de bits i electrons en lloc de tinta i paper (no hi hem arribat ja?). I per tant, els llibres

de matemàtiques no han de ser una excepció. Farem una petita repassada a alguns llibres que estan disponibles a la xarxa i donarem algunes adreces de webs a través de les quals es pot accedir a llibres electrònics.

Val a dir, també, que un dels grans problemes que comporta la distribució de material a través d'Internet és el de la propietat intel·lectual. Lluny de voler fer apologia de la pirateria i de la còpia il·legal, intentarem restringir-nos a llibres que no tenen problemes de distribució ja sigui perquè a causa de la seva antiguitat ja són de domini públic o bé perquè els mateixos autors l'han posat a disponibilitat de tothom a través del web.

Els *Elements* d'Euclides és un dels llibres que està disponible per descàrrega en diverses edicions. Una traducció a l'anglès, de Richard Fitzpatrick, amb el text grec a l'esquerra i l'anglès a la dreta, es pot trobar a <http://farside.ph.utexas.edu/euclid/Elements.pdf>, però sense cap nota al peu de pàgina ni explicació de res. En canvi, l'edició clàssica de Thomas L. Heath, amb una gran recerca històrica i gran quantitat de notes i explicacions, es pot trobar directament en HTML a <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Euc.+1>, encara que, malauradament, sense les figures. Aquesta edició però amb figures és accessible a *Google books* (<http://books.google.com/>).

Un dels esforços més interessants que es fan en aquesta direcció és el del Clay Mathematics Institute (famos per haver ofert un milió de dòlars per als Problemes del Mil·lenni). Aquesta institució, ubicada a l'àrea de Boston a la vora de Harvard, té com a objectiu «incrementar i divulgar el coneixement matemàtic» i una de les coses que fa per dur-ho a terme és la divulgació de les matemàtiques més clàssiques en les edicions més antigues possible o bé originals. A la seva web <http://www.claymath.org/library/historical/> podreu trobar una edició facsímil de l'edició manuscrita en grec més antiga que es coneix, la de la Bodleian Library d'Oxford (de l'any 888), i la primera edició impresa, en llatí, de l'any

1482. Igualment, hi ha el manuscrit de Riemann de 1859 on formula la seva hipòtesi i els *Klein Protokolle*, els apunts del seminari que va dirigir Felix Klein a Göttingen entre 1872 i 1912.

Un altre llibre que ha estat famós per la seva distribució gratuïta a través d'Internet és el llibre clàssic de Herbert Wilf *Generatingfunctionology*. Aquest llibre és un tractat de combinatòria des del punt de vista de les funcions generatrius de successions d'enters i és un dels llibres seriosos de matemàtiques més agradables de llegir que he trobat mai. És accessible en PDF normal i en PDF amb enllaços, és a dir, que pots navegar a través del llibre simplement fent clic als enllaços. El podeu trobar al web de l'autor <http://www.math.upenn.edu/~wilf/DownldGF.html>.

Una petita cerca a Google us permetrà trobar webs amb llargues llistes de llibres de matemàtiques per a descàrrega. A <http://rinconmatematico.com/libros.htm> hi ha més de cinc-cents llibres de matemàtiques en castellà disponibles, la majoria obtinguts directament dels webs dels autors. Com a exemples tenim el d'Allen Hatcher *Algebraic topology*, *Graph theory* de Reinhard Diestel o el de Grinstead-Snell *Introduction to probability*. Fins i tot alguns clàssics com *Théorie des opérations linéaires* de Stefan Banach, de 1932.

Una altra llista que en conté uns nou-cents és <http://www.e-booksdirectory.com/mathematics.php>, entre els quals hi ha l'antic Demidovich de problemes d'anàlisi, o *Introduction to mathematical philosophy* de B. Russell. Com us dic, el món del llibre de matemàtiques no està exempt dels avenços tecnològics i de la revolució que representa el món digital amb els llibres en format electrònic, els lectors portàtils o les modernes tauletes. Val la pena que afegim a la nostra llista de preferits del navegador adreces com aquestes, d'on en podem obtenir força d'interessants.

Josep Burillo
UPC

Problemes

En el número anterior de la *SCM/Notícies* fèiem festa grossa perquè havíem arribat a proposar el problema centè. En aquest número, gràcies a la valuosíssima i desinteressada feina dels nostres lectors, en publiquem la solució. Però això no completa la festa perquè, tot i que són cent els enunciats proposats, només són noranta-vuit les solucions rebudes (i publicades). En efecte, el problema **B47**, un enunciat de geometria esfèrica amb caire d'homenatge personal, i l'**A64**, publicats a la *SCM/Notícies* 14 i 20, respectivament, encara no han estat resolts.

La vida segueix, però, i ara proposem quatre problemes més, dos dels quals provenen dels nostres fidels col·laboradors José Luis Díaz-Barrero i Xavi Ros Otón, tots dos de la UPC, Barcelona.

Del mateix Xavi Ros és la solució que publiquem del problema **A97**, l'única rebuda. Del problema **A98** n'hem rebudes dues: una del mateix Xavi Ros i l'altra, que publiquem, d'en Joaquim Nadal i Vidal, de l'IES de Cassà de la Selva. Amb el problema **A99** hem tingut menys sort i no n'hem rebut cap solució correcta, cosa que ens ha portat a publicar la solució donada pel mateix proponent. Finalment, en Joaquim Nadal i Vidal aporta l'única solució rebuda del problema **A100**. A tots ells, proponents i resolutors, moltíssimes gràcies!

Acabem aquest exordi tot recordant-vos que, si treballeu amb $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ o $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, ens feu força més planera la feina d'elaborar aquesta secció, tot i que aportacions en qualsevol altre format, també manuscrits, són igualment ben rebudes. Les adreces de correu per enviar-nos-les són cromero@xtec.cat o bé carles.romero.c@gmail.com. Fins aviat!

Problemes proposats

A101. (Proposat per José Luis Díaz-Barrero, UPC, Barcelona.) Siguin a , b i c tres nombres positius amb $ab + bc + ca = 1$. Demostreu que

$$(a^2 + b^2 + c^2)^4 \left(a^2 \sqrt[3]{\frac{a}{b+c}} + b^2 \sqrt[3]{\frac{b}{c+a}} + c^2 \sqrt[3]{\frac{c}{a+b}} \right)^3 \geq \frac{1}{2}.$$

A102. (D'una olimpíada de fa molts, molts anys.) Sigui a un nombre real fixat i sigui $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ una funció que compleix

$$f(x+a) = \frac{1}{2} + \sqrt{f(x) - (f(x))^2}$$

per tot nombre real x . Demostreu que f és una funció periòdica i doneu-ne un exemple pel cas $a = 1$.

A103. (Proposat per Xavi Ros Otón, FME-UPC.) Siguin R i r els radis de les circumferències inscrita i circumscrita a un triangle. Proveu que

$$\frac{R}{2r} \geq \frac{A}{H},$$

expressió en què A i H representen, respectivament, la mitjana aritmètica i la mitjana harmònica dels costats del triangle.

A104. (Proposat per la redacció.) Tenim un quadrilàter en el pla i construïm quadrats sobre els seus costats a l'exterior d'aquest quadrilàter. Demostreu que els segments que uneixen els centres de quadrats construïts sobre costats oposats del quadrilàter són perpendiculars i de la mateixa longitud.

Solucions

A97. (Proposat per José Luis Díaz-Barrero, UPC, Barcelona.) Siguin a , b i c les longituds dels costats d'un cert triangle $\triangle ABC$ amb r i R com a radis respectius de les circumferències inscrita i circumscrita en aquest triangle. Demostreu que

$$\frac{a+b}{c^3+abc} + \frac{b+c}{a^3+abc} + \frac{c+a}{b^3+abc} > \frac{1}{r^2+R^2}.$$

Solució: (Solució de Xavi Ros Otón, FME-UPC.) A continuació demostrarem que

$$\frac{a+b}{c^3+abc} + \frac{b+c}{a^3+abc} + \frac{c+a}{b^3+abc} \geq \frac{1}{R^2}$$

és una desigualtat més forta que la de l'enunciat.

Demostrem en primer lloc que, si $X \geq Y \geq Z$ i $X' \leq Y' \leq Z'$, aleshores

$$\frac{X}{X'} + \frac{Y}{Y'} + \frac{Z}{Z'} \geq 3 \frac{X+Y+Z}{X'+Y'+Z'}. \quad (1)$$

Multiplicant la desigualtat per $X'+Y'+Z'$ veiem que és equivalent a

$$\begin{aligned} \frac{X}{X'}(-2X'+Y'+Z') + \frac{Y}{Y'}(X'-2Y'+Z') + \\ + \frac{Z}{Z'}(X'+Y'-2Z') \geq 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Però, en ser $X \geq Y \geq Z$ i $X' \leq Y' \leq Z'$, tindrem que

$$\frac{X}{X'} \geq \frac{Y}{Y'} \geq \frac{Z}{Z'},$$

i

$$\begin{aligned} \frac{X}{X'}(Y'-X') + \frac{Y}{Y'}(Z'-Y') + \frac{Z}{Z'}(X'-Z') &= \\ = \frac{XY'}{X'} - X + \frac{YZ'}{Y'} - Y + \frac{ZX'}{Z'} - Z &= \\ = \frac{XY'}{X'} - X + \frac{YZ'}{Y'} - Y + \frac{ZX'}{Z'} - \\ - Z + \frac{YX'}{Y'} - \frac{YX'}{Y'} &= \\ = \left(\frac{X}{X'} - \frac{Y}{Y'}\right)(Y'-X') + \\ + \left(\frac{Y}{Y'} - \frac{Z}{Z'}\right)(Z'-X') \geq 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Anàlogament,

$$\begin{aligned} \frac{X}{X'}(Z'-X') + \frac{Y}{Y'}(X'-Y') + \\ + \frac{Z}{Z'}(Y'-Z') \geq 0. \end{aligned} \quad (4)$$

i, en sumar les desigualtats (3) i (4) obtenim (2) i, per tant, (1).

D'ara en endavant suposarem sense pèrdua de generalitat que $a \geq b \geq c$. Això i el fet que a , b i c són costats d'un triangle, que fa que $a+b > c$, que $b+c > a$ i que $c+a > b$, dóna

$$(a-b)(a+b-c) > 0, \quad (b-c)(b+c-a) > 0$$

i, per tant,

$$c^2 + ab \leq b^2 + ca \leq a^2 + bc.$$

A més,

$$a+b \geq c+a \geq b+c$$

i podem, doncs, aplicar la desigualtat (1) amb

$$X = \frac{a+b}{c^2+ab}, \quad Y = \frac{c+a}{b^2+ca}, \quad Z = \frac{b+c}{a^2+bc}$$

i

$$X' = c, \quad Y' = b, \quad Z' = a$$

per obtenir

$$\begin{aligned} \frac{a+b}{c^3+abc} + \frac{b+c}{a^3+abc} + \frac{c+a}{b^3+abc} \geq \\ \geq 3 \frac{\frac{a+b}{c^2+ab} + \frac{c+a}{b^2+ca} + \frac{b+c}{a^2+bc}}{a+b+c}. \end{aligned} \quad (5)$$

Ara tornem a aplicar la desigualtat (1), però amb

$$X = a+b, \quad Y = c+a, \quad Z = b+c$$

i

$$X' = c^2 + ab, \quad Y' = b^2 + ca, \quad Z' = a^2 + bc.$$

Resulta

$$\begin{aligned} \frac{a+b}{c^2+ab} + \frac{c+a}{b^2+ca} + \frac{b+c}{a^2+bc} \geq \\ \geq 3 \frac{2(a+b+c)}{a^2+b^2+c^2+ab+bc+ca} \end{aligned} \quad (6)$$

i, per tant, en substituir (6) a (5), obtenim

$$\begin{aligned} \frac{a+b}{c^3+abc} + \frac{b+c}{a^3+abc} + \frac{c+a}{b^3+abc} \geq \\ \geq \frac{18}{a^2+b^2+c^2+ab+bc+ca} \end{aligned}$$

i, finalment, com que $ab + bc + ca \leq a^2 + b^2 + c^2$, tindrem que

$$\frac{a+b}{c^3+abc} + \frac{b+c}{a^3+abc} + \frac{c+a}{b^3+abc} \geq \frac{9}{a^2+b^2+c^2}$$

i, per tant, basta demostrar que

$$a^2 + b^2 + c^2 \leq 9R^2.$$

Però, pel teorema dels sinus, tenim que

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$$

i, per tant,

$$\frac{a}{2R} = \sin A, \quad \frac{b}{2R} = \sin B, \quad \frac{c}{2R} = \sin C$$

i, aleshores, tenim

$$\frac{a^2 + b^2 + c^2}{4R^2} = \sin^2 A + \sin^2 B + \sin^2 C$$

i el que volem demostrar s'expressa ara així:

$$\sin^2 A + \sin^2 B + \sin^2 C \leq \frac{9}{4}.$$

Ara, fent servir que $\sin^2 x = 1 - \cos^2 x$ i posant $\cos A$, $\cos B$ i $\cos C$ en funció dels costats del triangle, segons el teorema del cosinus, es pot comprovar, després de llargs càlculs, que

$$\sin^2 A + \sin^2 B + \sin^2 C = 2 + 2 \cos A \cos B \cos C.$$

Si el triangle és obtusangle, $\cos A \cos B \cos C < 0$. Altrament, usant la desigualtat entre les mitjanes geomètrica i aritmètica i la convexitat de la funció \cos a l'interval $[0, \pi/2]$, obtenim que

$$\begin{aligned} \cos A \cos B \cos C &\leq \left(\frac{\cos A + \cos B + \cos C}{3} \right)^3 \leq \\ &\leq \left[\cos \left(\frac{A+B+C}{3} \right) \right]^3 = \cos^3 \frac{\pi}{3} = \frac{1}{8} \end{aligned}$$

i, per tant,

$$\begin{aligned} \sin^2 A + \sin^2 B + \sin^2 C &= \\ &= 2 + 2 \cos A \cos B \cos C \leq 2 + 2 \frac{1}{8} = \frac{9}{4} \end{aligned}$$

tal com volíem demostrar.

La igualtat s'esdevé quan el triangle és equilàter.

A98. (Proposat per Enric Ventura, UPC, Manresa.) Quins són els deu primers decimals de $\sqrt[0,0000000001]{0,0000000001}$? I els de $\sqrt[1,0000000001]{1,0000000001}$?

Solució: (Solució de Joaquim Nadal i Vidal, de l'IES de Cassà de la Selva..) Tenim

$$\begin{aligned} &\sqrt[0,0000000001]{0,0000000001} = \\ &= 0,0000000001^{\frac{1}{0,0000000001}} = 0,0000000001^{10^{10}}. \end{aligned}$$

Observem que només que elevem 0.0000000001 al quadrat ja obtenim un nombre amb $2 \cdot 10 = 20$ decimals (19 zeros i un u) i, com és obvi, en elevar a 10^{10} obtindrem un nombre amb $10^{10} \cdot 10 = 10^{11}$ decimals, que seran tots zeros menys l'últim, que serà un u. Per tant, els deu primers decimals de $\sqrt[0,0000000001]{0,0000000001}$ són tots zeros.

Quant a la segona qüestió, tenim

$$\begin{aligned} &\sqrt[1,0000000001]{1,0000000001} = \\ &= 1,0000000001^{\frac{1}{1,0000000001}}. \end{aligned}$$

Considerem ara la funció $f(x) = a^x$, amb $a > 1$. És clar que, per a tot $x \in \mathbb{R}$, $f'(x) = a^x \ln a > 0$ i, per tant, la funció és creixent a tot \mathbb{R} . Això vol dir que, si $0 < b < 1$, aleshores, $a^0 = 1 < a^b < a^1$ i, si apliquem aquesta desigualtat amb $a = 1,0000000001$ i $b = 1/1,0000000001 < 1$, tindrem

$$1 < 1,0000000001^{\frac{1}{1,0000000001}} < 1,0000000001,$$

cosa que mostra que els deu primers decimals de

$$\begin{aligned} &\sqrt[1,0000000001]{1,0000000001} = \\ &= 1,0000000001^{\frac{1}{1,0000000001}} \end{aligned}$$

són tots zeros.

A99. (Proposat per Xavi Ros Otón, estudiant, FME, UPC.) Sigui $\{a_n\}$ una successió de nombres reals positius i sigui $x > 0$.

a) Proveu que la sèrie $\sum \frac{a_1 \cdots a_{n-1}}{(x+a_1) \cdots (x+a_n)}$

és convergent.

b) Proveu que, si $\sum \frac{1}{a_n}$ divergeix, aleshores

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_1 \cdots a_{n-1}}{(x+a_1) \cdots (x+a_n)} = \frac{1}{x}.$$

Solució: (Solució del proponent.) En primer lloc, demostrarem que

$$\begin{aligned} &\frac{a_1 \cdots a_n}{(x+a_1) \cdots (x+a_{n+1})} = \\ &= \frac{a_1 \cdots a_n}{x(x+a_1) \cdots (x+a_n)} - \\ &- \frac{a_1 \cdots a_{n+1}}{x(x+a_1) \cdots (x+a_{n+1})}, \end{aligned}$$

amb la qual cosa la sèrie serà telescòpica. En efecte,

$$\begin{aligned} & \frac{a_1 \cdots a_n}{x(x+a_1) \cdots (x+a_n)} - \\ & - \frac{a_1 \cdots a_{n+1}}{x(x+a_1) \cdots (x+a_{n+1})} = \\ & = \frac{a_1 \cdots a_n(x+a_{n+1}) - a_1 \cdots a_{n+1}}{x(x+a_1) \cdots (x+a_{n+1})} = \\ & = \frac{a_1 \cdots a_n x}{x(x+a_1) \cdots (x+a_{n+1})} = \\ & = \frac{a_1 \cdots a_n}{(x+a_1) \cdots (x+a_{n+1})}. \end{aligned}$$

Així, tenim que

$$\begin{aligned} & \sum_{n=1}^N \frac{a_1 \cdots a_{n-1}}{(x+a_1) \cdots (x+a_n)} = \\ & = \frac{1}{x} - \frac{a_1 \cdots a_N}{x(x+a_1) \cdots (x+a_N)} = \\ & = \frac{1}{x} - \frac{1}{x} \prod_{n=1}^N \left(\frac{a_n}{x+a_n} \right) \end{aligned}$$

i, quan $N \rightarrow \infty$, aquest productori convergeix, ja que tots els factors són més petits que 1. Per tant, la sèrie és convergent, i

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_1 \cdots a_{n-1}}{(x+a_1) \cdots (x+a_n)} = \frac{1}{x} - \frac{1}{x} \prod_{n=1}^{\infty} \left(\frac{a_n}{x+a_n} \right).$$

Aquest productori és zero si, i només si, el seu invers és divergent, és a dir, si, i només si,

$$\prod_{n=1}^{\infty} \left(\frac{a_n}{x+a_n} \right)^{-1} = \prod_{n=1}^{\infty} \left(1 + \frac{x}{a_n} \right)$$

divergeix. Però

$$\prod_{n=1}^{\infty} \left(1 + \frac{x}{a_n} \right) = \exp \left(\sum_{n=1}^{\infty} \log \left(1 + \frac{x}{a_n} \right) \right),$$

per tant, el productori divergeix si, i només si, aquesta sèrie divergeix. Finalment, com que $\log(1+x) \sim x$, la sèrie divergeix si, i només si, $\sum \frac{x}{a_n}$ divergeix, i el productori inicial val zero si, i només si,

$$\sum \frac{1}{a_n}$$

divergeix, tal com volíem veure.

A100. (Proposat per Pelegrí Viader i Canals, UPF, Barcelona.) Fent servir únicament una moneda, com poden, tres amics, decidir qui paga les begudes?

Solució: (Solució de Joaquim Nadal i Vidal, de l'IES de Cassà de la Selva.) És clar que, amb una sola moneda, només podem fer sèries de diverses tirades i assignar resultats que tinguin la mateixa probabilitat a cadascun dels amics. Però això és impossible, perquè amb n tirades tenim 2^n resultats, quantitat que no és mai múltiple de tres.

Això no obstant, tenim una manera fàcil de resoldre l'embolic: tirem la moneda dues vegades:

- Si surt *cara-cara*, paga l'Albert
- Si surt *cara-creu*, paga en Bernat
- Si surt *creu-cara*, paga en Carles
- Si surt *creu-creu*, tornem a començar

És realment poc probable que ens hàgim de passar la tarda tirant monedes a causa d'una insistent freqüència de «creu-creu», «creu-creu», «creu-creu», etc. I si tal cosa s'esdevé, aleshores és força probable que la moneda estigui trucada i llavors podem:

- a) Regalar la moneda al mag que treballa al local a canvi que ens pagui la ronda.
- b) Reptar l'amo del bar a regalar-nos la ronda si surten dues creus.

Carles Romero
IES Manuel Blancafort, la Garriga

- GEMMA HUGUET CASADES va llegir la seva tesi, dirigida per Amadeu Delshams i Antoni Guillamon, titulada *The role of hyperbolic invariant objects: From Arnold diffusion to biological clocks*, el dia 16 d'octubre de 2008. La tesi correspon al Departament de Matemàtica Aplicada I de la Universitat Politècnica de Catalunya.

El marc d'aquesta tesi són els objectes invariants hiperbòlics (tors amb bigotis, cicles límit, NHIM...), que constitueixen, per a aquesta tesi, els objectes essencials per a l'estudi de diversos problemes des de la difusió d'Arnold fins als rellotges biològics. Treballem en tres temes diferents des d'un enfocament tant teòric com numèric, amb una especial atenció per a les aplicacions, especialment en neurobiologia:

- Existència de difusió d'Arnold per a sistemes hamiltonians *a priori* inestables.
- Algorismes numèrics ràpids per al càlcul de tors invariants i els «bigotis» associats, per a sistemes hamiltonians utilitzant el mètode de la parametrització.
- Càlcul d'isòcrones i corbes de resposta de fase (PRC) en sistemes neurobiològics usant el mètode de la parametrització.

En la primera part de la tesi, hem considerat el cas d'un sistema hamiltonià *a priori* inestable amb $2 + 1/2$ graus de llibertat sotmès a una pertorbació de tipus general. «*A priori* inestable» significa que el sistema no pertorbat presenta un punt d'equilibri hiperbòlic amb una òrbita homoclínica associada. El resultat principal d'aquesta part de la tesi és que per a un conjunt genèric de pertorbacions prou regulars, el sistema presenta el fenomen de la difusió d'Arnold, és a dir, existeixen trajectòries la variable acció de les quals experimenta un canvi d'ordre 1. La demostració es basa en un estudi detallat

de les zones ressonants i els objectes invariants generats en aquestes, i ofereix una descripció completa de la geografia de les ressonàncies generades per una pertorbació genèrica.

En la segona part, desenvolupem mètodes numèrics eficients que requereixen poca memòria i operacions per al càlcul de tors invariants i els «bigotis» associats en sistemes hamiltonians (aplicacions simplèctiques i camps vectorials hamiltonians). En particular, això inclou els objectes invariants involucrats en el mecanisme de la difusió d'Arnold, estudiat en el capítol anterior. Els algorismes es basen en el mètode de la parametrització i segueixen de prop demostracions recents del teorema KAM que no usen variables acció-angle. Donem detalls de la implementació numèrica que hem dut a terme i mostrem alguns exemples.

En la darrera part de la tesi relacionem problemes de temps en sistemes biològics amb algunes eines conegudes de sistemes dinàmics. En particular, usem el mètode de la parametrització i les simetries de Lie per a calcular numèricament les isòcrones i les corbes de resposta de fase (PRC) associades a oscil·ladors i ho apliquem a diversos models biològics ben coneguts. A més a més, aconseguim estendre el càlcul de PRC en un entorn de l'oscil·lador. Les PRC són útils per a l'estudi de la sincronització d'oscil·ladors acoblats i una eina bàsica en biologia experimental (ritmes circadians, acoblament sinàptic i elèctric de neurones...).

- RUBÉN SEVILLA CÁRDENAS va llegir la seva tesi, dirigida per Antonio Huer-ta Cerezuela i Sonia Fernández Méndez, titulada *NURBS-Enhanced Finite Element Method (NEFEM)*, el dia 24 de juliol de 2009. La tesi correspon al Departament de Matemàtica Aplicada III de la Universitat Politècnica de Catalunya.



Aquesta tesi proposa una millora del clàssic mètode dels elements finits (*Finite Element Method*, FEM) per a un tractament eficient de dominis amb contorns corbs: el denominat *NURBS-Enhanced Finite Element Method* (NEFEM). Aquesta millora permet descriure de manera exacta la geometria mitjançant la seva representació del contorn CAD amb *non-uniform rational B-splines* (NURBS), mentre que la solució s'aproxima amb la interpolació polinòmica estàndard. Per tant, en la major part del domini, la interpolació i la integració numèrica són estàndards, retenen les propietats de convergència clàssiques del FEM i faciliten l'acoblament amb els elements interiors. Només es requereixen estratègies específiques per realitzar la interpolació i la integració numèrica en elements afectats per la descripció del contorn mitjançant NURBS.

La implementació i aplicació de NEFEM a problemes que requereixen una descripció acurada del contorn són, també, objectius prioritaris d'aquesta tesi. Per exemple, la solució numèrica de les equacions de Maxwell és molt sensible a la descripció geomètrica. Es presenta l'aplicació de NEFEM a problemes de *scattering* d'ones electromagnètiques amb una formulació de Galerkin

discontinu. S'investiga l'habilitat de NEFEM per obtenir solucions precises amb malles grolleres i aproximacions d'alt ordre, i s'exploren les possibilitats de les anomenades *malles NEFEM*, amb elements que contenen singularitats geomètriques dintre d'una cara o aresta d'un element (vegeu la figura 1). Utilitzant NEFEM, la mida de la malla no està controlada per la complexitat de la geometria. Això implica una dràstica diferència en la mida dels elements i, per tant, suposa un gran estalvi tant des del punt de vista de requeriments de memòria com de cost computacional. Per tant, NEFEM és una eina poderosa per a la simulació de problemes tridimensionals a gran escala amb geometries complexes.

La resolució numèrica de les equacions d'Euler de la dinàmica de gasos és també molt sensible a la representació geomètrica. Quan es considera una formulació de Galerkin discontinu i elements isoparamètrics lineals, una producció espúria d'entropia pot evitar la convergència cap a la solució correcta. Amb NEFEM, l'acurada imposició de la condició de contorn i la representació geomètrica exacta proporcionen resultats precisos fins i tot amb una aproximació lineal de la solució (vegeu la figura 2).

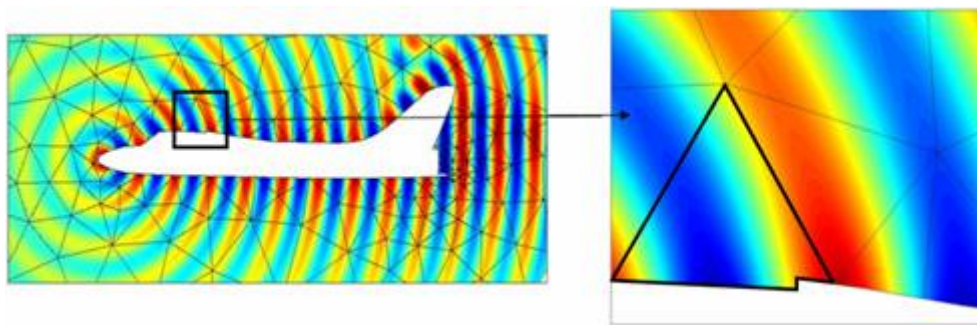


Figura 1. *Scattering* d'una ona electromagnètica per a un perfil d'avió que mostra el detall d'un triangle amb una cantonada en l'interior d'una de les seves arestes.

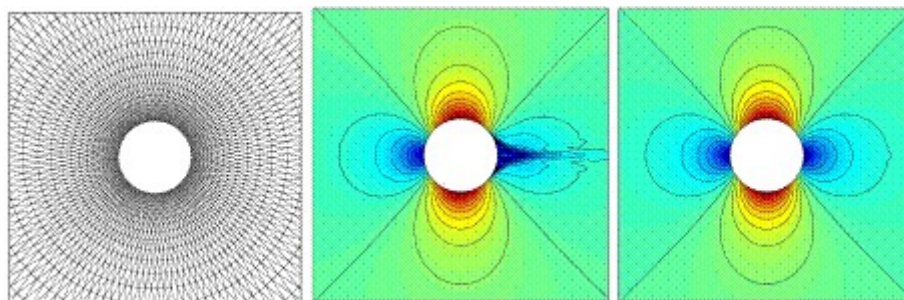


Figura 2. Malla (esquerra) i distribucions del nombre de Mach amb FEM estàndard (centre) i NEFEM (dreta).

Una propietat atractiva de la implementació proposada és que moltes de les rutines usals en un codi d'elements finits poden ser aprofitades, per exemple rutines per realitzar el càlcul de les matrius elementals, assemblatge, etc. Només és necessari implementar noves rutines per calcular les quadratures numèriques en elements corbs i emmagatzemar el valor de les funcions de forma en els punts d'integració.

S'han proposat diverses tècniques d'elements finits corbs a la literatura. En aquesta tesi, es compara NEFEM amb altres tècniques populars d'elements finits corbs (isoparamètrics, cartesiàns i p -FEM), des de tres punts de vista diferents: aspectes teòrics, implementació i eficiència numèrica. En els exemples numèrics, NEFEM és, com a mínim, un ordre de magnitud més precís

comparat amb altres tècniques. A més, per a una precisió desitjada NEFEM és també més eficient: necessita un 50 % dels graus de llibertat que fan servir els elements isoparamètrics o p -FEM per aconseguir la mateixa precisió. Per tant, l'ús de NEFEM és altament recomanable en presència de contorns corbs i/o quan el contorn té detalls geomètrics complexos.

Aquesta tesi ha obtingut dos premis: 1) Premi SEMNI a la millor tesi doctoral del 2009 en mètodes numèrics, atorgat per la Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería; i 2) Premi ECCOMAS a la millor tesi doctoral del 2009 en mètodes computacionals en ciències aplicades i enginyeria, atorgat per la European Community on Computational Methods and Applied Sciences.

- JUAN JOSÉ RUÉ PERNA va llegir la seva tesi, dirigida per Marc Noy Serrano, titulada *Enumeration and limit laws of topological graphs*, el dia 18 de setembre de 2009. La tesi correspon al Departament de Matemàtica Aplicada II de la Universitat Politècnica de Catalunya.



Aquesta tesi s'emmarca en el context de la combinatòria enumerativa de grafs definits per condicions de menors exclosos, i de mapes en superfícies. Més concretament, estem interessats en l'enumeració (exacta i asimptòtica) de diverses famílies de grafs i de mapes, així com en l'obtenció de lleis límit per distints paràmetres que es defineixen en aquestes famílies de manera natural. Les eines fonamentals en tot l'estudi són el mètode simbòlic per a funcions generadores, en la versió desenvolupada per Philippe Flajolet, així com l'anàlisi de singularitats sobre aquests objectes. Les eines analítiques en l'anàlisi de singularitats permeten l'obtenció d'estimacions asimptòtiques i de lleis límit per a paràmetres associats.

La memòria es divideix en cinc capítols. En el capítol 1 es recorden els conceptes i definicions necessaris en el desenvolupament del treball posterior.

En el capítol 2 es desenvolupa un *framework* en el qual s'obté l'enumeració de grafs definits per les seves components 3-connexes. Aquesta teoria comprèn l'enumeració de la família dels grafs planars, dels grafs sèrie-paral·lel i dels grafs $K_{3,3}$ -free, entre altres. El punt clau és apro-

fitar les idees seminals de William Tutte per tal de descompondre mapes en components 3-connexes. S'estudien, a més, diferents lleis límit, com són el nombre d'arestes, el nombre de blocs 2-connexos, etc. En tots aquests casos, s'obtenen lleis de tipus gaussià. Obtenim, també, lleis límit per a paràmetres extremals importants, com són la mida del *core* 2-connex i del *core* 3-connex. En el cas dels grafs planars (i de famílies amb el mateix comportament), l'anàlisi dona lloc a distribucions de probabilitat associades a la llei d'Airy associada als mapes (concepte introduït per Banderier, Flajolet, Schaeffer i Soria), relacionada estretament amb lleis estables de paràmetre 3/2. Finalment, trobem exemples de famílies crítiques, on el comportament asimptòtic depèn fortament de la densitat d'arestes que s'esculli.

En el capítol 3 s'estudia l'enumeració dels mapes definits sobre la banda de Möbius, amb la restricció que tots els vèrtexs es troben sobre la vora. Amb aquestes hipòtesis, obtenim l'enumeració exacta de les descomposicions simplicials de la banda de Möbius, resultat ja obtingut per Edelman i Reiner. El mètode emprat permet ampliar l'enumeració a les famílies de mapes on

el grau de les cares és un nombre fixat, amb la condició que la intersecció de dues cares distintes és un símplex de dimensió $d < 3$. Obtenim també lleis límit per a paràmetres associats, que completen resultats parcials obtinguts per Gao. En el capítol 4 es realitza un estudi similar sobre el cilindre. Similarment al capítol 3, els vèrtexs només es consideren sobre la vora del cilindre. Obtenim també l'enumeració exacta per a descomposicions simplicials del cilindre, així com de disseccions cel·lulars en k -gons. Cal remarcar que els raonaments emprats són qualitativament diferents. Usant el mètode dels moments (juntament amb la transformació de Laplace), deduïm

lleis límit no gaussianes per a distints paràmetres associats a aquestes famílies de mapes.

Finalment, en el capítol 5 estenem els resultats obtinguts en els capítols 3 i 4 a superfícies compactes, tancades i amb vora, amb gènere arbitrari. El nostre mètode (que es basa en aprofitar l'estructura dels mapes duals associats) permet l'obtenció d'estimacions asimptòtiques per a mapes on els vèrtexs es troben sobre la vora de la superfície, i on els graus de les cares pertanyen a un subconjunt dels naturals. Estenem, així mateix, lleis límit sobre superfícies arbitràries emprant novament el mètode dels moments.

- ROSANA TOMÀS CUÑAT va llegir la seva tesi, dirigida per Josep M. Miret Biosca i Daniel Sadornil Renedo, titulada *Volcans d'isogènies de corbes el·líptiques: aplicacions criptogràfiques en targetes intel·ligents*, el dia 4 de març de 2011. La tesi correspon al Departament de Matemàtica de la Universitat de Lleida.



D. Kohel, i més endavant M. Fouquet i F. Morain, van estudiar l'estructura dels volcans de ℓ -isogènies d'una corba el·líptica sobre un cos finit, on ℓ és un primer qualsevol, i van donar algorismes per anar des del terra fins al cràter del volcà. Seguint aquests treballs, en aquesta tesi estudiem propietats noves dels volcans de ℓ -isogènies. Així, caracteritzem l'altura d'un volcà de ℓ -isogènies d'una corba el·líptica sobre un cos finit \mathbb{F}_q a partir de les valoracions ℓ -àdiques del cardinal de la corba i de $q - 1$, i analitzem detalladament el cas $\ell = 3$. D'altra banda, per a volcans anomenats regulars donem, segons l'estructura del subgrup de ℓ -Sylow de la corba, el nivell on està ubicada dins del volcà.

primer ℓ . Així, per recórrer tota una ℓ -cordillera saltarem d'un ℓ -volcà a un altre considerant isogènies de grau un primer ℓ' , diferent de ℓ .

En un vessant més pràctic, hem treballat en l'ús de la criptografia el·líptica en dispositius com les targetes intel·ligents. Més concretament, ens hem centrat en els atacs que pateixen aquests dispositius, com els *Zero-Value Points (ZVP)*, presentats per L. Goubin i ampliat per T. Akishita i T. Takagi. En aquesta tesi, proposem una contramesura a aquests atacs, seguint la línia de la proposada per N. Smart. La contramesura està basada en l'ús d'una variant de l'algorisme esmentat anteriorment que busca corbes resistentes recurrent les ℓ -cordilleres de la corba inicial.

Utilitzant aquest estudi, hem dissenyat un algorisme que genera, a partir d'una corba donada, una llista de corbes isògenes a la corba inicial de manera ordenada segons el grau ℓ de la isogènia. Amb aquest objectiu, introduïm el concepte ℓ -cordillera, estructura formada per tots els ℓ -volcans sobre un mateix cos, per a un

Finalment, estudiem el comportament d'aquests atacs considerant corbes el·líptiques donades en el model d'Edwards. A diferència de les corbes el·líptiques expressades mitjançant l'equació de Weierstrass, les corbes d'Edwards no són vulnerables als atacs ZVP.

- SANTI MARTÍNEZ RODRÍGUEZ va llegir la seva tesi, dirigida per Concepció Roig Mateu i Magda Valls Marsal, titulada *Protocolos de seguridad para sistemas de identificación por radiofrecuencia*, el dia 7 de març de 2011. La tesi correspon al Departament de Matemàtica de la Universitat de Lleida.



En el camp de la identificació automàtica d'objectes existeix un interès creixent, en el sector industrial, per a la implantació de sistemes d'identificació remota per radiofreqüència. La identificació per radiofreqüència RFID (*Radio-Frequency IDentification*) és un mètode automàtic d'identificació on els objectes estan proveïts d'unes etiquetes que disposen de circuit integrat i antena, que permeten la seva identificació a distància.

Les consultes són generades per via sense fils per un dispositiu anomenat lector RFID. A causa que aquestes consultes són sense fils, ens trobem amb el problema que qualsevol podria intentar espionar el canal de comunicació, o introduir-hi missatges. A més, s'ha de considerar la possibilitat que alguna de les etiquetes pugui caure en males mans, per la qual cosa una etiqueta mai haurà de contenir informació (en clar) que pugui comprometre al sistema.

Així doncs, per fer ús de la gran potencialitat que ofereix la identificació per radiofreqüència,

és necessari dotar els sistemes RFID dels mecanismes de seguretat apropiats per tal d'evitar aquests problemes.

En aquesta tesi, es proposen protocols de seguretat, aplicats a RFID, que actuen en dos nivells: la capa d'aplicació i la capa de comunicació.

Per a la capa d'aplicació, es proposa un protocol segur per a la identificació d'etiquetes, basat en l'ús de criptografia de corbes el·líptiques i en un protocol de coneixement nul.

Per tal de facilitar el càlcul de corbes el·líptiques útils, es desenvolupa un mecanisme paral·lel i automàtic que genera aquestes corbes en un temps eficient.

Finalment, per a la capa de comunicació, es proposa un protocol de control d'accés al medi que evita que un atacant pugui comptar el nombre d'etiquetes presents en l'entorn. Aquest problema té sentit en entorns en els quals s'inclouin etiquetes RFID en productes clau, com podrien ser els bitllets de curs legal.

Fe d'errates

La recensió del llibre *Stability by linearization of the Einstein's field equation* de L. Bruna i J. Girbau, escrita per Josep M. Burgués i publicada a les pàgines 66-68 de la *SCM/Notícies* 29, contenia alguns errors de transcripció que afectaven el significat matemàtic d'alguna de les frases originals. Aquests errors són responsabilitat de l'edició i totalment aliens als autors de la recensió i del llibre en qüestió, per la qual cosa els esmenem a continuació, i demanem disculpes als autors i als lectors:

- A la pàgina 66, columna esquerra, línia -7: on diu «...hom canvia a l'equació per la se-

va "diferencial", i obté així una equació lineal similar», ha de dir «...hom canvia a l'equació el terme de l'esquerra per un terme lineal relacionat, i s'obté així una equació lineal».

- A la pàgina 66, columna dreta, línia 9: on diu «...les solucions de l'equació d'Einstein s'aproximen en l'ordre 1 a les solucions de la linealitzada», ha de dir «...les solucions de l'equació d'Einstein osculen a l'ordre 1 amb les solucions de la linealitzada».
- A la pàgina 67, columna esquerra, línia 7: on diu «...el volum i regularitat», ha de dir «...la mida i regularitat».



Simplicial Methods for Operads and Algebraic Geometry

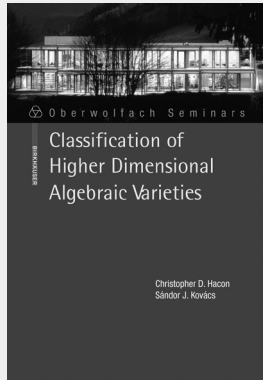
I. Moerdijk, Utrecht University, The Netherlands; **B. Toën**, Toulouse University, France

This book is an introduction to two new topics in homotopy theory: Dendroidal Sets (by Ieke Moerdijk) and Derived Algebraic Geometry (by Bertrand Toën). The category of dendroidal sets is an extension of that of simplicial sets, based on rooted trees instead of linear orders, suitable as a model category for higher topological structures. Derived algebraic geometry deals with functors from simplicial commutative rings to simplicial sets subject to a homotopical descent condition. The material in the book is an enhanced version of lecture notes from courses given within a special year on Homotopy Theory and Higher Categories at the CRM in Barcelona.

Table of contents:

Part I: Lectures on Dendroidal Sets 1. Operads 2. Trees as operads 3. Dendroidal sets 4. Tensor product of dendroidal sets 5. A Reedy model structure on dendroidal spaces 6. The Boardman-Vogt resolution and homotopy coherent nerve 7. Inner Kan complexes and normal dendroidal sets 8. Model structures on dendroidal sets Part II: Simplicial Presheaves and Derived Algebraic Geometry 1. Motivation and objectives 2. Simplicial presheaves as stacks 3. Algebraic stacks 4. Simplicial commutative algebras 5. Derived stacks and derived algebraic stacks 6. Examples of derived algebraic stacks.

2011, 200 p., Softcover
ISBN 978-3-0348-0051-8
Due: February 2011
► **approx. 29.95 €**

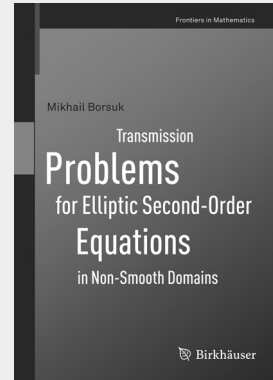


Classification of Higher Dimensional Algebraic Varieties

C.D. Hacon, University of Utah, Salt Lake City, USA; **S. Kovács**, University of Washington, Seattle, USA

This book focuses on recent advances in the classification of complex projective varieties. It is divided into two parts. The first part gives a detailed account of recent results in the minimal model program. In particular, it contains a complete proof of the theorems on the existence of flips, on the existence of minimal models for varieties of log general type and of the finite generation of the canonical ring. The second part is an introduction to the theory of moduli spaces. It includes topics such as representing and moduli functors, Hilbert schemes, the boundedness, local closedness and separatedness of moduli spaces and the boundedness for varieties of general type. The book is aimed at advanced graduate students and researchers in algebraic geometry.

2010, 220 p., Softcover
ISBN 978-3-0346-0289-1
Oberwolfach Seminars, Vol. 41
► **24.95 €**

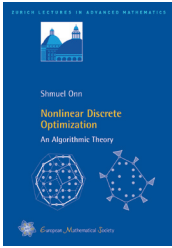


Transmission Problems for Elliptic Second-Order Equations in Non-Smooth Domains

M. Borsuk, University of Warmia & Mazury, Olsztyn, Poland

The goal of this book is to investigate the behavior of weak solutions of the elliptic transmission problem in a neighborhood of boundary singularities: angular and conic points or edges. This problem is discussed for both linear and quasilinear equations. A principal new feature of this book is the consideration of our estimates of weak solutions of the transmission problem for linear elliptic equations with minimal smooth coefficients in n -dimensional conic domains. Only few works are devoted to the transmission problem for quasilinear elliptic equations. Therefore, we investigate the weak solutions for general divergence quasilinear elliptic second-order equations in n -dimensional conic domains or in domains with edges. The basis of the present work is the method of integro-differential inequalities. Such inequalities with exact estimating constants allow us to establish possible or best possible estimates of solutions to boundary value problems for elliptic equations near singularities on the boundary. A new Friedrichs–Wirtinger type inequality is proved and applied to the investigation of the behavior of weak solutions of the transmission problem. All results are given with complete proofs. The book will be of interest to graduate students and specialists in elliptic boundary value problems and applications.

2010, XI, 218 p. 1 illus. in color., Softcover
ISBN 978-3-0346-0476-5
Frontiers in Mathematics
► **27.99 €**

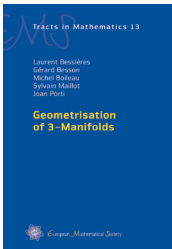


Shmuel Onn (Technion – Israel Institute of Technology, Haifa, Israel)
Nonlinear Discrete Optimization. An Algorithmic Theory (Zurich Lectures in Advanced Mathematics)

ISBN 978-3-03719-093-7. 2010. 147 pages. Softcover. 17 x 24 cm. 32.00 Euro

This monograph develops an algorithmic theory of nonlinear discrete optimization. It introduces a simple and useful setup which enables the polynomial time solution of broad fundamental classes of nonlinear combinatorial optimization and integer programming problems in variable dimension. An important part of this theory is enhanced by recent developments in the algebra of Graver bases. The power of the theory is demonstrated by deriving the first polynomial time algorithms in a variety of application areas within operations research and statistics, including vector partitioning, matroid optimization, experimental design, multicommodity flows, multi-index transportation and privacy in statistical databases.

The monograph is intended for graduate students and researchers. It is accessible to anyone with standard undergraduate knowledge and mathematical maturity.

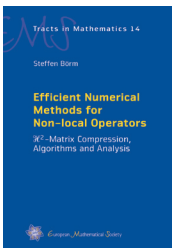


Laurent Bessières, Gérard Besson (both Université Joseph Fourier, Grenoble, France), Michel Boileau (Université Paul Sabatier, Toulouse, France), Sylvain Maillot (Université Montpellier II, France) and Joan Porti (Universitat Autònoma de Barcelona, Spain)
Geometrisation of 3-Manifolds (EMS Tracts in Mathematics Vol. 13)

ISBN 978-3-03719-082-1. 2010. 247 pages. Hardcover. 17 x 24 cm. 48.00 Euro

The Geometrisation Conjecture was proposed by William Thurston in the mid 1970s in order to classify compact 3-manifolds by means of a canonical decomposition along essential, embedded surfaces into pieces that possess geometric structures. It contains the famous Poincaré Conjecture as a special case. In 2002, Grigory Perelman announced a proof of the Geometrisation Conjecture based on Richard Hamilton's Ricci flow approach, and presented it in a series of three celebrated arXiv preprints.

Since then there has been an ongoing effort to understand Perelman's work by giving more detailed and accessible presentations of his ideas or alternative arguments for various parts of the proof. This book is a contribution to this endeavour.

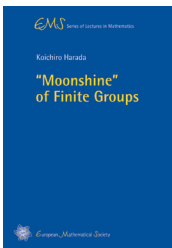


Steffen Börm (Kiel University, Germany)
Efficient Numerical Methods for Non-local Operators. \mathcal{X}^2 -Matrix Compression, Algorithms and Analysis (EMS Tracts in Mathematics Vol. 14)

ISBN 978-3-03719-091-3. 2010. 441 pages. Hardcover. 17 x 24 cm. 58.00 Euro

Hierarchical matrices present an efficient way of treating dense matrices that arise in the context of integral equations, elliptic partial differential equations, and control theory. \mathcal{X}^2 -matrices offer a refinement of hierarchical matrices: using a multilevel representation of submatrices, the efficiency can be significantly improved, particularly for large problems.

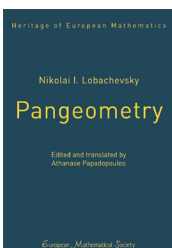
This book gives an introduction to the basic concepts and presents a general framework that can be used to analyze the complexity and accuracy of \mathcal{X}^2 -matrix techniques. Starting from basic ideas of numerical linear algebra and numerical analysis, the theory is developed in a straightforward and systematic way, accessible to advanced students and researchers in numerical mathematics and scientific computing. Special techniques are only required in isolated sections, e.g., for certain classes of model problems.



Koichiro Harada (The Ohio State University, Columbus, OH, USA)
"Moonshine" of Finite Groups (EMS Series of Lectures in Mathematics)

ISBN 978-3-03719-090-6. 2010. 83 pages. Softcover. 17 x 24 cm. 24.00 Euro

This is an almost verbatim reproduction of the author's lecture notes written in 1983–84 at the Ohio State University, Columbus, Ohio, USA. A substantial update is given in the bibliography. Over the last 20 plus years, there has been an energetic activity in the field of finite simple group theory related to the monster simple group. Most notably, influential works have been produced in the theory of vertex operator algebras whose research was stimulated by the moonshine of the finite groups. Still, we can ask the same questions now just as we did some 30–40 years ago: What is the monster simple group? Is it really related to the theory of the universe as it was vaguely so envisioned? What lays behind the moonshine phenomena of the monster group? It may appear that we have only scratched the surface. These notes are primarily reproduced for the benefit of young readers who wish to start learning about modular functions used in moonshine.

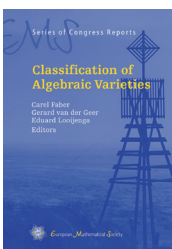


Nikolai I. Lobachevsky, Pangeometry (Heritage of European Mathematics)
Athanase Papadopoulos (IRMA, Strasbourg, France), Editor

ISBN 978-3-03719-087-6. 2010. 322 pages. Hardcover. 17 x 24 cm. 78.00 Euro

Lobachevsky wrote his *Pangeometry* in 1855, the year before his death. This memoir is a résumé of his work on non-Euclidean geometry and its applications, and it can be considered as his clearest account on the subject. It is also the conclusion of his lifework, and the last attempt he made to acquire recognition. The treatise contains basic ideas of hyperbolic geometry, including the trigonometric formulae, the techniques of computation of arc length, of area and of volume, with concrete examples. It also deals with the applications of hyperbolic geometry to the computation of new definite integrals. The techniques are different from those found in most modern books on hyperbolic geometry since they do not use models.

The present edition provides the first complete English translation of the *Pangeometry* that appears in print. It contains facsimiles of both the Russian and the French original versions. The translation is accompanied by notes, followed by a biography of Lobachevsky and an extensive commentary.



Classification of Algebraic Varieties (EMS Series of Congress Reports)
Carel Faber (Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden), Gerard van der Geer (University of Amsterdam, The Netherlands) and Eduard J.N. Looijenga (University of Utrecht, The Netherlands), Editors

ISBN 978-3-03719-007-4. 2010. 346 pages. Hardcover. 17 x 24 cm. 78.00 Euro

Fascinating and surprising developments are taking place in the classification of algebraic varieties. Work of Hacon and McKernan and many others is causing a wave of breakthroughs in the Minimal Model Program: we now know that for a smooth projective variety the canonical ring is finitely generated. These new results and methods are reshaping the field.

Inspired by this exciting progress, the editors organized a meeting at Schiermonnikoog and invited leading experts to write papers about the recent developments. The result is the present volume, a lively testimony of the sudden advances that originate from these new ideas.

This volume will be of interest to a wide range of pure mathematicians, but will appeal especially to algebraic and analytic geometers.

