

25



SCM

Notícies

Juny 2008

- Sir Michael Atiyah, doctor honoris causa per la UPC
- 25 números del SCM/Notícies
- Entrevista a Robert L. Devaney



Acte d'investidura del professor Sir Michael Atiyah

- Premi Abel 2008 per a Thompson i Tits



SOCIETAT CATALANA DE MATEMÀTIQUES

President: Carles Perelló Valls
Vicepres.: Josep Lluís Solé Clivillés
Secretària: Marianna Bosch Casabò
Tresorera: M. Teresa Martínez-Seara
Vocals: Ramon Eixarch
 Antoni Gomà Nasarre
 Josep Grané Manlleu
 Josep M. Mondelo González
 Ignasi Mundet Riera
 Carles Romero Chesa
 Oriol Serra Albó
 Manuel Udina 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
Juny 2008. Número 25

Edita:
Societat Catalana de Matemàtiques
(filial de l'Institut d'Estudis Catalans)
Editor en cap:
 Enric Ventura Capell
 enric.ventura@upc.edu

Disseny: Teresa Sabater

Compost en L^AT_EX: Maria Julià

Foto de portada:
 Acte d'investidura del professor
 Sir Michael Atiyah.

ISSN: 1696-8247
Dipòsit Legal: B.9480-2003

Índex

La Junta informa	1
Internacional	7
Sir Michael Atiyah, doctor <i>honoris causa</i>	7
In memoriam	14
Jordi Dou Mas de Xexàs	14
Noticiari	15
El CRM avui i plans de futur	15
La SBM-XEIX informa	18
Sobre la FEEMCAT	20
Museu de Matemàtiques de Catalunya	21
Les conjectures matemàtiques	23
GEMT2007	24
Les universitats informen	26
Activitats amb ajut de la SCM	29
Activitats de la SCM	32
Trobada SCM-SCF	32
XLIV Olimpíada Matemàtica	33
Agenda	34
Contribucions	35
Història de la revista <i>SCM/Notícies</i>	35
Entrevista a Robert L. Devaney	38
Premis	42
Premi Abel 2008	42
Premi FSB 2007	44
Premi Josep Teixidor de Matemàtiques 2007	49
Borses i Premis Ferran Sunyer i Balaguer 2008	51
Parlem de llibres	51
Racó biogràfic	60
Webs de matemàtiques	63
Problemes	64
Tesis	68

Report de la Junta

Al moment de fer balanç de les activitats dutes a terme des de l'inici d'aquest curs, es fa palès que la SCM té una dinàmica interna molt rica, marcada per totes aquelles activitats regulars que s'organitzen any rere any. A l'octubre, la inauguració de curs va córrer a càrrec d'en Carles Simó amb una conferència sobre els «Estudis en dinàmica: dels aspectes locals als globals». Va seguir l'assemblea anual, on es va presentar l'informe dels actes del curs anterior (cf. *SCM/Notícies* 24) i dels projectats per a aquest curs, es va aprovar el pressupost un cop vist el tancament de comptes (vegeu l'article de la nostra tresorera, que segueix aquest report), es va aprovar també la nova quota d'inscripció a les proves Cangur i s'informà sobre el Museu de la Matemàtica. Uns dies abans ja s'havia realitzat l'activitat inicial de l'ESTALMAT i, al novembre, va seguir la fase catalana de les Olimpíades Matemàtiques. Al desembre va sortir el segon número del *Butlletí* i també el *Notícies* 24 molt endarrerit, per un problema amb les distribucions de publicacions de l'IEC, i malgrat els constants esforços per part de l'Enric Ventura perquè les informacions ens arribin a temps. Amb aquest número ja arribem al *Notícies* 25 i, tal com veureu a l'editorial, s'ha fet un esforç per actualitzar el web i que hi pugueu trobar tots els números anteriors digitalitzats.

Al gener, amb el nou any, comencen els «Problemes a l'Esprint» i els segueixen les proves Cangur de la primavera —enguany el 3 d'abril—, que també inclouen un concurs de relats matemàtics i convoquen un nombre de participants sempre creixent i sempre impressionant: aquest curs han estat al voltant dels 24.000 entre Catalunya, València i les Illes Balears! La comissió que hi treballa realitza cada any una feina fabulosa, de gestió molt complexa i obtenint sempre uns resultats encomiables que la Junta vol agrair des d'aquí. També a la primavera s'organitzen les conferències per a estudiants universitaris, iniciativa de la Junta anterior i que enguany s'han dedicat a l'enginyeria financera a càrrec d'en Sebastián del Baño. Per Sant Jordi es va atorgar el Premi Évariste Galois al millor tre-

ball d'investigació, bibliogràfic o d'assaig sobre matemàtiques, que aquest any ha guanyat en Francesc Castellà Cabello de la UPC. El curs es clourà, com és costum, amb l'XI Trobada Anual de la SCM, prevista per al juny de 2008. I, de manera també força regular, durant el curs hem anat rebent peticions per al Fons de Promoció d'Activitats i s'han atorgat de moment tres ajuts: a les VI Jornadas de Matemática Discreta i Algorítmica (Lleida, 21 - 23 de juliol de 2008), al MEGA-2009 (Effective Methods in Algebraic Geometry, Barcelona, 15 - 19 de juny de 2009) i al congrés *Dynamical Systems and Topology* (Tossa de Mar, 15-19 d'abril).

A aquesta dinàmica cal afegir-hi llavors aquelles altres activitats de caràcter més excepcional que vénen a completar el batec anual de la Societat. El curs es va iniciar amb la II Jornada sobre l'Ensenyament de les Matemàtiques, que vam poder incloure en l'anterior *Notícies*. Dins el conjunt d'actes de celebracions del Centenari de l'IEC, es va celebrar el novembre passat una jornada fisicomatemàtica commemorant també «Un segle de diàleg entre física teòrica i matemàtica», amb les intervencions d'en Joan Girbau (UAB), en Paul Townsend (Universitat de Cambridge), en Philip Candelas (Universitat d'Oxford) i en Josep Antoni Grífols (UAB); en aquest mateix número trobareu un escrit detallant com va anar la jornada. També a la tardor, del 14 de novembre a l'11 de desembre, vam poder acollir a Barcelona, al Campus La Salle de la Universitat Ramon Llull, l'exposició sobre la història dels ICM creada per en Guillermo Curbera per a l'ICM 2006, «El segle XX a través dels matemàtics», que va ser visitada per nombroses escoles, professors i estudiants universitaris. I el curs es clourà al juliol amb la fase final de l'olimpíada matemàtica internacional, que aquest any se celebra a Madrid, i per a la qual la SCM col·labora en la fase organitzativa de coordinació dels correctors dirigida per l'Ignasi Mundet.

Queden només per esmentar alguns aspectes relatius a les relacions exteriors de la nostra societat. El Comité Español de Matemáticas (CEMat), l'òrgan que representa l'Estat espa-

nyol a la IMU (International Mathematical Union), ha renovat Presidència i Junta Directiva. Actualment en Carles Perelló i la Marta Sanz en formen part com a representants de la SCM, l'Oriol Serra és a la Comissió de Desenvolupament i Cooperació, en Jordi Deulofeu a la d'Educació, l'Antoni Malet a la d'Història i en Josep Masdemont a la Comissió d'Informació i Comunicació Electròniques. Al Consell de l'European Mathematical Society segueixen com a delegats en Carles Casacuberta i la Marta Sanz. I, finalment, s'ha signat el conveni de reciprocitat amb

la Societat Australiana de Matemàtiques, tal com ho havíem anunciat a l'anterior informe.

No és sempre fàcil trobar la manera de dedicar temps i energia a la Societat. En escriure aquest informe i fer balanç de les activitats i actes d'aquest últim període, una s'adona de la important contribució que representa aquesta suma de petits i grans esforços per part de tants associats. La major tasca de la Junta és mantenir aquesta dedicació i intentar-la ampliar sobre la base de nous projectes i noves il·lusions. Hi seguirem treballant.

Marianna Bosch
Secretària de la SCM

Informe comptable SCM 2006

Benvolguts socis,

Primer de tot vull agrair l'oportunitat que em dóna la Junta actual de la SCM de tornar a dirigir-me a vosaltres per tal d'explicar el tancament de comptes de l'any 2006. Com ja es va comentar en l'assemblea de presa de possessió de la nova Junta, em vaig oferir a ajudar-los a tancar els comptes de l'exercici que estava a

punt d'acabar-se atès que bona part havia transcorregut sota el mandat de la Junta anterior. Per tant, també forma part d'aquest oferiment que ara expliqui com va anar aquest any, tal com es va aprovar en l'assemblea del 19 d'octubre de 2007.

Us recordem quin va ser el pressupost aprovat per l'assemblea de 29 de setembre de 2005:

Pressupost comptable SCM 2006

Activitat	Ingressos	Sub. IEC	Sub. extr.	Sub. FPA	Despeses	Total
Cangur	45.000	15.000			60.000	0
Cangur Internacional	18.000	12.000			30.000	0
Olimpíada		4.000			4.000	0
Cursos	1.000				1.000	0
Publicacions	3.000	7.000			10.000	0
Trobada	1.200	3.000			4.200	0
Congrés SM Txeca		9.000			9.000	0
Congrés Alger		4.000			4.000	0
Trobada Ensenyament	1.200	1.500			2.700	0
ICM 2006		6.000			6.000	0
Biblioteca digital		3.000			3.000	0
Conferències estudiants					2.000	0
Funcionament SCM					14.500	-14.500
Nòmines					13.500	-13.500
Quotes socis (quota 32 €)	30.000					30.000
Congrés València						0
Fons Cooperació						0
Total	99.400	64.500			163.900	2.000
Fons PA	2.000	-12.000			0	-10.000
Total	101.400	52.500			163.900	-10.000

I a continuació us presentem quin ha estat el balanç real de les diferents activitats:

Resum comptable SCM 2006

Activitat	Ingressos	Sub. IEC	Sub. extr.	Sub. FPA	Despeses	Total
Cangur	51.015,00	4.500,00	10.857,50		69.157,79	-2.785,29
Cangur Internacional	14.630,00		13.000,00		22.049,22	5.580,78
Olimpíada	2.661,90	700,00			3.340,61	21,29
Cursos						0,00
Publicacions	462,64	11.600,00			13.279,27	-1.216,63
Trobada	969,00	1.500,00			2.605,30	-136,30
Congrés SM Txeca		5.671,06	3.000,00	16.932,51	25.603,57	0,00
Congrés Alguer		3.000,00		1.236,00	4.236,17	0,00
Trobada Ensenyament						0,00
ICM 2006			21.068,02		28.600,70	-7.532,68
Biblioteca digital					183,00	-183,00
Conferències estudiants		500,00			1.300,08	-800,08
Funcionament SCM	753,60				18.507,22	-17.753,62
Nòmines					7.230,35	-7.230,35
Quotes socis	29.379,00					29.379,00
Congrés València			7.033,77			7.033,77
Fons Cooperació					1.659,79	-1.659,79
Total	99.871,14	27.471,06	54.959,29	18.168,51	197.753,07	2.716,93
Fons PA	3.188,94		-3.677,62	-18.168,51	0,00	-18.657,19
Total	103.060,08	27.471,06	51.281,67	0,00	197.753,07	-15.940,26

Tal com vam fer l'any passat, hem separat en tres columnes les entrades per subvencions, diferenciant entre les que ens arriben de l'IEC, les que ens autosubvencionem des del Fons de Promoció d'Activitats i les que ens arriben d'altres fonts.

Tot i que el global de l'any mostra un resultat molt acurat respecte al que s'havia pressupostat, si mirem partida per partida hi ha algunes diferències significatives que cal esmentar.

En primer lloc, la prova Cangur va generar més ingressos dels previstos, però també més despeses, essent el global un resultat negatiu encara que no tan gran com d'altres anys. D'altra banda, la reunió Cangur internacional organitzada a Barcelona sembla donar uns beneficis de gairebé 6.000 €, tot i que en realitat corresponen a despeses que la SCM ja havia assumit en anys anteriors. Aquestes despeses s'haurien d'haver mantingut latents fins a aquest moment, però, com ja es va explicar en l'informe de l'any

passat, com que el servei de comptabilitat de l'IEC ja les havia imputades com a despeses, ja no va ser possible corregir-ho.

L'augment de les despeses en publicacions prové del número extraordinari en anglès de la *SCM/Notícies* que es va fer amb motiu de l'ICM 2006.

La partida destinada al Segon Congrés Txec-Català de Matemàtiques ha tingut una desviació considerable respecte al pressupost. A causa del gran nombre de participants, les despeses van ser superiors al que s'havia previst, mentre que les subvencions es van mantenir aproximadament en la línia prevista. Per tant, atès que la realització d'un congrés encaixa perfectament amb els objectius amb els quals va ser creat el Fons de Promoció d'Activitats, la junta anterior va creure adient eixugar el dèficit d'aquest congrés amb recursos de l'FPA.

El congrés que va tenir lloc a l'Alguer va veure retallades lleugerament les subvencions

previstes en 1.000 € i, atès que la SCM ja s'havia compromès amb una certa quantitat, també es va aplicar el dèficit a l'FPA.

Una altra activitat destacada de l'any 2006 va ser l'ICM, que, tot i tenir una quantitat molt important de subvencions específiques obtingudes per la SCM per a dur-lo a terme, tampoc van cobrir el cent per cent de les despeses. Un cop més hauríem pogut apel·lar al seu caràcter d'extraordinari per emprar l'FPA, però, atès que vàrem rebre una quantitat considerable procedent dels excedents del Congrés de València de 2005, vàrem optar per assumir aquest dèficit. Respecte al Congrés de València, cal explicar que el 2005 vàrem aportar-hi uns diners amb el compromís que participaríem en el seu finançament, assumint pèrdues i guanys proporcionalment amb les altres societats matemàtiques espanyoles participants. Afortunadament, el Congrés va tenir excedent, i això ens ha ajudat a quadrar els comptes de l'any 2006 amb unes xifres raonables.

Pel que fa a les quotes de socis, l'any 2006 es va aplicar per segona vegada la quota bàsica de 32 euros i, seguint amb la tàctica d'augmentos bianuals, per a l'exercici 2007 aquesta passava a ser de 34 € i així es mantindria el 2008.

El resum final de l'any és que aquest va començar amb una SCM amb un valor negatiu de 3.868,28 € i va acabar amb un benefici de 2.716,93 € i un saldo negatiu de 1.151,35 €. Pel que fa a l'FPA, aquest va començar amb un valor de 68.919,33 € i ha acabat amb 50.262,14 €.

I ja que aquest és el darrer informe comptable de la Junta presidida per en Carles Casacuberta, crec convenient fer un petit resum de com vàrem rebre la SCM i com l'hem deixada.

El valor comptable de la SCM a 1 de gener de 2002 era de 2.544,53 € negatiu. La Junta va entrar el juny d'aquell any quan la major part de les activitats ja s'havien dut a terme i vàrem tancar l'any amb un saldo negatiu de 16.648,37 € després de molts esforços per arribar a conèixer la situació exacta patrimonial de la Societat. Va ser, doncs, objectiu de la Junta aconseguir deixar-la amb un saldo positiu al fi-

nal del mandat, sense renunciar, per això, a un increment significatiu de les nostres activitats i promoció. Tot i que no hem aconseguit eixugar del tot el saldo negatiu, i han quedat 1.151,35 € pendants, entenem que hem assolit una gran part del nostre objectiu i que les activitats organitzades durant aquests quatre anys han estat moltes i molt importants.

Val a dir que tot això no hauria estat possible sense els recursos aportats pel Fons de Promoció d'Activitats provinents dels excedents del 3ecm. En cap moment dels quatre anys vàrem caure en la temptació de tractar de netejar els deutes de la SCM amb aquests fons, i entenem que tot allò que s'hi ha pagat han estat activitats que encaixaven perfectament amb els objectius pels quals es va crear el Fons. Fins i tot hem evitat la temptació de tancar la societat a zero a finals de 2006.

Vàrem rebre l'FPA amb un valor d'uns 105.000 € i el deixem aproximadament a la meitat. Per tant, deixem recursos per tal que la nova Junta pugui mantenir el mateix ritme d'activitats que fins ara. Aquests dos períodes (un total aproximat de vuit anys) fou el temps que la Junta va recomanar el 2001 que durés el Fons de Promoció d'Activitats.

També cal destacar que durant els darrers anys el volum de subvencions captades per la Societat de procedències diverses ha augmentat molt substancialment. Segons el resum comptable de 2006, el total d'ingressos de la SCM per conceptes diversos va ser d'uns 200.000 €, una xifra molt superior a la d'anys anteriors i que reflecteix un ritme ben alt d'activitats i de publicacions.

Pressupost de la SCM per a l'any 2008

En l'assemblea del 19 d'octubre de 2007 es va aprovar també el pressupost per a l'any 2008 i aquí cedeixo la paraula a la nova tesorera per tal que expliqui els seus trets principals.

Bé, com a nova tesorera que tot just ha passat aquest primer exercici, el pressupost que vàrem presentar a l'assemblea de la Societat va ésser un pressupost continuista del de 2007.

Pressupost 2008 de la SCM

Concepte	Ajuts IEC	Altres ajuts	Ingressos activitats	Despeses activitats	Subtotals
Publicacions	6.600,00	7.000		15.000,00	-8.400,00
Quotes			31.080,00		31.080,00
Despeses de Secretaria				11.580,50	-11.580,50
Fons de promoció				5.000,00	-5.000,00
Olimpíada	3.000,00	1.000,00		4.000,00	0,00
11a Trobada	2.000,00		500,50	4.000,00	-1.499,50
5a Trobada Ensenyament	4.000,00		900,00	6.000,00	-1.100,00
Cangur 2008	9.000,00	18.000,00	58.999,50	85.999,50	0,00
Conferències estudiants	1.000,00			1.500,00	-500,00
ESTALMAT	6.000,00	6.000,00		12.000,00	0,00
Altres activitats	2.000,00			5.000,00	-3.000,00
Total	33.600,00	25.000,00	91.480,00	150.080,00	0,00

A data d'avui ja sabem que caldran alguns retocs al pressupost presentat. L'any 2007, els ajuts de l'IEC per a activitats ordinàries havien estat de 9.000 € i, a banda d'això, el Cangur tenia una subvenció de 9.000 € i l'Olimpíada de 4.000. L'IEC també havia concedit un ajut extraordinari de 6.000 € al projecte ESTALMAT de manera transitòria mentre aquest no resol·lia els problemes de finançament provocats per la retallada de subvencions de la Fundació Vodafone.

Per això inicialment prevèiem en el pressupost de 2008 els mateixos diners per part de l'IEC. Malauradament, això no ha estat així; el pressupost d'activitats ordinàries ha estat de 10.000 €, lleugerament superior al de l'any 2007, i les activitats internacionals han rebut 15.000 € entre totes. Cal afegir aquí que aquests darrers diners també hauran de cobrir parcial-

ment les despeses de la trobada de correctors de l'Olimpíada Internacional, que enguany es farà a Barcelona amb el suport parcial de la SCM.

Pel que respecta al Cangur, en l'Assemblea del 19 d'octubre de 2007 es va aprovar apujar-ne les quotes fins a 4 € per participant a partir de la propera edició. Així que, en cas que aquest any els comptes anessin justos, creiem que amb aquesta puja el pressupost ja quedarà ajustat en la propera edició.

Per acabar, cal dir que l'IEC ha donat a la Societat una subvenció extra de 1.000 €, per poder editar algun article en color al *Butlletí*.

Res més, trencant amb la tradició establerta fins ara i atès que la comptabilitat de l'IEC funciona amb més puntualitat, esperem poder donar-vos els resultats del tancament del pressupost de l'any 2007 en el proper número d'aquesta revista.

Joan Carles Artés i Tere M.-Seara
Extresorer i tesorera de la SCM

Editorial

Teniu a les mans el 25è número de la revista *SCM/Notícies*. Si bé som matemàtics i sabem que la rellevància d'un nombre depèn de la propietat que tinguem en consideració, és clar que popularment els vint-i-cinquens aniversaris se celebren sempre d'una manera especial. I és que la *SCM/Notícies* no fa pas 25 anys (per a

això falta encara bastant), però sí que fa el 25è número! Així, doncs, l'enhorabona!

SCM/Notícies va editar el seu primer número (per cert, el 0 i no l'1) el febrer de l'any 1995. El 2 de febrer d'aquell mateix any s'havia renovat la Junta de la SCM, que va quedar encapçalada per Sebastià Xambó, i els nous

membres van aportar la il·lusió i l'empenta necessàries per fer néixer aquesta publicació, que arriba avui al número 25. En aquell primer número hi podem llegir:

«La potenciació de la informació als socis és una de les fites que la nova Junta de la SCM s'ha proposat d'assolir. [...] Pel que fa a les publicacions, s'ha decidit iniciar una publicació, en principi bimensual, amb el títol *SCM/Notícies*. La iniciativa es pot considerar com una ampliació dels continguts i dels objectius del *Noticiari de la SCM*, del qual en Carles Casacuberta en va escriure quatre números, i a qui hem d'expressar el nostre agraïment per la seva bona disposició a seguir col·laborant en les tasques de recopilar informació per a la nova publicació. [...] El present número 0 de *SCM/Notícies*, amb continguts i format de tempteig, hauria de servir per a encarrilar aquesta publicació, que volem que considerin pròpia tots els membres de la SCM.»

Certament, després de l'evolució seguida al llarg d'aquests 25 números, podem afirmar que aquella iniciativa va ser força encertada. Avui, la *SCM/Notícies* fa un paper cohesionador i positiu envers la comunitat matemàtica catalana, és la revista *pròpia dels socis de la SCM*, és «la nostra revista». Cert que no ha estat bimensual com es plantejava en un principi, ja que 25 números en 13 anys fan una periodicitat mitjana d'uns sis mesos, segurament l'adequada per a una publicació d'aquestes característiques. Però això no vol dir que les intencions inicials no s'hagin complert, sinó tot el contrari, tenint en compte la tendència creixent del volum total de la revista, que ha passat d'aquelles tímides 15 o 20 pàgines dels números inicials a les 60 o 70 ja consolidades en aquests darrers números.

Però no em proposo parlar-vos de la història

de la *SCM/Notícies*. En aquest número trobareu un escrit de l'Agustí Reventós, que sí que en parla. L'Agustí em va precedir en el càrrec d'editor i és qui va fer donar el principal salt de qualitat a la revista, fins a assolir els estàndards actuals. De fet, us oferim la traducció al català (i actualització) de l'article publicat en anglès en el número especial que vam fer en ocasió de l'ICM 2006, l'agost d'aquell mateix any. L'Agustí ja menciona en el seu escrit tota una sèrie de persones que han contribuït a fer que la *SCM/Notícies* sigui avui tal com és; m'uneixo als seus agraïments a totes elles, i a tants i tants socis (molts cops anònims) que també hi heu posat el vostre important gra de sorra. Només vull fer esment especial de la Maria Julià, que s'ocupa de la tasca d'edició en L^AT_EX (sovint no gens fàcil ni agraïda); però que, a més, fa també de mà dreta de l'editor, estant al cas de tots els detalls del procés d'edició.

Finalment, com a petita celebració d'aquest 25è *numerari*, hem cregut convenient d'actualitzar la part del web de la SCM que parla de la *SCM/Notícies* (ja tocava!). Si hi feu un cop d'ull (<http://scm.iec.cat> → publicacions → SCM/Notícies), veureu que hi hem afegit un índex complet de tots els articles apareguts en aquests 25 números, així com les edicions digitals completes de tots ells. Des de la redacció, ens proposem de mantenir viu aquest arxiu històric en línia de la *SCM/Notícies*, tot afegint-hi els nous números que vagin apareixent. Tanmateix, i com a signe de vitalitat per continuar millorant, aprofitem també aquesta ocasió per a encetar una nova secció, «el racó biogràfic», a càrrec d'Eduard Recasens, que dedicarà cada número a un personatge matemàtic rellevant. No cal dir que qualsevol aportació vostra, també per a aquesta secció, serà molt ben rebuda.

Enric Ventura
Editor de la *SCM/Notícies*

Benvinguda als nous socis

Des d'aquestes línies, la SCM dóna la més cordial benvinguda als socis que us heu donat d'alta a la Societat Catalana de Matemàtiques durant l'any 2007: Francesc Garcia Tercero, Xavier Martínez Palau, Enric Meinhardt-Llopis, Alberto José Montero Agudo, Eduard Ortega

Esparza, Gerard Planas Conangla, Josep Lluís Pol i Llompart, Abdó Roig Maranges, Mònica Romero Gómez, i el Departament d'Informàtica i Matemàtica Aplicada de la Universitat de Girona.

Fe d'errates

Al número anterior hi hem detectat un parell d'errates. A la presentació de la fotografia de la portada hi deia: [...] i *Albert Violant, president de SBM-Xeix*. Hauria de dir: [...] i *Josep Lluís Pol, president de SBM-Xeix*. També al número 24, a l'apartat de tesis, el títol de la tesi de Javier Herranz Sotoca ha de ser *Some Digital Signature Schemes with Collective Signers* (el que hi figurava correspon a la tesi de Dolors Puigjaner i Riba). Demanem disculpes als afectats.

Internacional

Sir Michael Atiyah, investit doctor honoris causa per la UPC

El dia 25 d'abril de 2008, el professor Sir Michael Francis Atiyah fou investit doctor *honoris causa* per la Universitat Politècnica de Catalunya, a proposta conjunta de la Facultat de Matemàtiques i Estadística, els quatre departaments de Matemàtica Aplicada i el Departament d'Estadística i Investigació Operativa de la UPC. A continuació reproduïm la *Laudatio* pronunciada per Sebastià Xambó i el discurs de resposta de Sir Michael Atiyah.

Laudatio de Sir Michael Atiyah

Rector Magnífic, distingits membres del Claustre i del Consell Social, autoritats acadèmiques; professors, estudiants, personal d'administració i serveis; Presidente, vicepresident i secretario de la Conferencia de Decanos de Matemáticas; honorable cònsol del Regne Unit a Barcelona; convidats, amigues i amics; professor Sir Michael Francis Atiyah,

Bon dia, buenos días, good morning. صباح الخير (sabah al-khair).

El protocol formal d'aquest acte demana fer «un elogi dels mèrits del professor Sir Michael Francis Atiyah». Aquests mèrits, però, són tan clars i extraordinaris, i han estat reconeguts per un seguit tan nombrós d'instàncies del més alt nivell arreu del món, que no em sembla adient fer-ne referència aquí, i encara menys quan els poden trobar reflectits en el resum biogràfic de la targeta d'invitació a aquest acte [v. l'annex al final] o, amb força més detalls, en els pòsters exposats a l'entrada d'aquest auditori [v. www.fme.upc.edu].

A canvi, faré unes consideracions sobre la seva obra que han estat escollides amb la intenció de subratllar algunes de les virtuts d'una ment prodigiosament fecunda i clara. Al meu entendre, aquestes virtuts són la base de la qual han brotat les seves extraordinàries contribucions científiques i, com a conseqüència, els reconeixements de què ha estat objecte.

A les persones que cursàvem matemàtiques a final dels anys seixanta, les primeres onades d'Atiyah ens van arribar en forma de dos llibres. El primer porta per títol *K-Theory* i fou publicat el 1967 per l'editorial Benjamin. El segon llibre fou l'«Atiyah-Macdonald», és a dir, *Introduction to commutative algebra*, que va ser publicat el 1969 per Addison-Wesley. Són llibres molt diferents, i en molts sentits, però ambdós ens van revelar noves vies per crear coneixement i ens van meravellar per la seva insuperable habilitat de fer-nos-el accessible.



Sir Michael Atiyah durant l'acte d'investidura.

El llibre *K-Theory* conté les notes de les conferències que Atiyah va impartir a Harvard la tardor de 1964. En aquell moment, fa deu anys que Atiyah ha acabat brillantment la seva etapa de formació a Cambridge i des d'aleshores ha publicat un seguit d'articles que mostren

l'amplada i la profunditat de la seva mirada. Entre aquests articles hi ha els que va escriure en col·laboració amb Friedrich Hirzebruch sobre l'anomenada «teoria K ». Dóna fe de la significació d'aquests treballs el fet que el 1962 imparteix la conferència *The Grothendieck ring in geometry and topology* al Congrés Internacional de Matemàtics (ICM) celebrat a Estocolm. La importància d'aquesta teoria quedarà encara més clara en els desenvolupaments posteriors relacionats amb la «teoria de l'índex».

L'altre llibre que he esmentat, *Introduction to commutative algebra*, fou escrit per Michael Atiyah i Ian Macdonald en ocasió d'un curs impartit a Oxford a estudiants de tercer de la llicenciatura de matemàtiques. Per a molts matemàtics és un llibre modèlic. Presenta a la perfecció, en menys de 140 pàgines, les idees essencials del tema, incloent-hi les connexions amb la geometria algebraica i la teoria de nombres. Els problemes al final de cada capítol, molt ben escollits, formen una part integral del disseny del llibre. La seva solució sistemàtica és essencial per a una comprensió cabal de les idees i no voldria deixar de dir que aquesta tasca s'ha considerat, des de la publicació del llibre, com una mena de ritu iniciàtic per a l'estudiantat de matemàtiques. Ha estat, doncs, i continua essent, una referència obligada per als estudiants de matemàtiques i per als professors d'àlgebra. La versió castellana, a càrrec de Griselda Pascual (1926–2001), fou publicada el 1973 per l'editorial Reverté i és la versió més usada entre els nostres estudiants.

Entre l'ICM de 1962 i l'ICM de 1966, Michael Atiyah inicia recerques sobre el que Israel M. Gel'fand anomena el «problema de l'índex» (fa referència al nombre de solucions independents dels sistemes d'equacions en derivades parcials anomenats el·líptics) i aviat troba una estratègia per a resoldre'l. Per dur a terme aquesta estratègia troba adient col·laborar amb I. Singer (publiquen un article fonamental el 1963) i amb R. Bott (dos articles clau sobre la qüestió, un el 1964 i l'altre el 1966). A més, generalitza el problema a les «varietats amb vora» (aquest resultat apareix com a apèndix del volum 57 dels *Annals of Mathematics Studies* de Princeton, el qual conté els fruits d'un seminari fet el 1965 sobre *The Atiyah-Singer index theorem*). «M'adonava de la significació del teorema de l'índex i que era un punt impor-

tant del meu treball, però hauria estat difícil predir que el tema em continuaria ocupant, de diverses maneres, durant els vint anys següents. A més, m'hauria sorprès molt si se m'hagués dit que aquest treball seria important, en el seu moment, per a la física teòrica» (del Comentari d'Atiyah al tercer volum dels seus *Collected Works*).

Arribem així a l'ICM de 1966, celebrat a Moscou, en el qual és merescudament guardonat amb la medalla Fields:

«Michael Francis Atiyah (Universitat d'Oxford) ha treballat amb Hirzebruch en teoria K ; ha demostrat, conjuntament amb Singer, el teorema de l'índex per a operadors el·líptics sobre varietats complexes; ha treballat conjuntament amb Bott per demostrar un teorema del punt fix relacionat amb la “fórmula de Lefschetz”. [Aquesta és la citació que es troba al web de la Unió Matemàtica Internacional]»

És obligat esmentar aquí la monografia *Elliptic operators and compact groups (Lecture Notes in Mathematics, 401, Springer-Verlag, 1974)*. Està basada en el cicle de conferències que Atiyah va impartir el 1971 a l'Institut d'Estudis Avançats de Princeton i en certa manera és a la teoria de l'índex d'Atiyah-Singer el que la K -Theory fou per a la teoria K d'Atiyah-Hirzebruch. Potser és menys coneguda, però és magistral en el propòsit (una extensió de la teoria de l'índex als operadors «transversalment el·líptics»), en la varietat i sofisticació de les tècniques usades, i en la brevetat (menys de cent pàgines!).

En aquest punt és oportú fer referència al fet que el 1975, fruit d'un curs d'estiu al CIME (Centro Internazionale Matematico Estivo, a Itàlia), Atiyah publicà un altre report sobre la teoria de l'índex, amb el títol *Classical groups and classical differential operators on manifolds*, que encara avui constitueix una excel·lent introducció al tema.

La següent onada d'Atiyah ens arribà a finals dels anys setanta. Més concretament, el 1979, amb la monografia *Geometry of Yang-Mills fields*, corresponent a les «Lezioni Fermiane» promogudes per l'Accademia Nazionale dei Lincei i la Scuola Normale Superiore de Pisa. En el moment d'impartir aquestes lliçons, només havia passat un any des del moment en què Atiyah va orientar el seu interès envers les anomenades «teories gauge», o de «Yang-Mills», amb l'a-

tenció posada en la interacció entre la geometria i la física. Enfocat a una audiència de físics i matemàtics, és un treball de síntesi de diversos punts de vista, incloent-hi el del «programa twistor» de Penrose, i que conté construccions i resultats molt celebrats en aquell moment, com pot ser la construcció de solucions autoduals de les equacions de Yang-Mills (anomenades instantons), fruit d'Atiyah, Ward, Drinfeld i Manin. Com en les monografies esmentades abans, l'extensió del treball no arriba a les cent pàgines.

La influència d'aquesta monografia, i dels nombrosos treballs en la mateixa direcció que la van seguir, ha estat immensa. Sens dubte es pot prendre com el punt en què es va restablir la mena d'interacció constructiva entre física i matemàtiques que s'havia perdut a la primera meitat del segle XX (amb algunes excepcions, com és el cas de Hermann Weyl). De fet, aquest restabliment s'ha donat amb escreix, ja que si fins aleshores havien estat les matemàtiques les que s'aplicaven a la física, a partir d'aleshores s'ha anat veient cada cop més clar que les idees inspirades en la física poden tenir unes conseqüències extraordinàries en el món de les matemàtiques.

La cresta de la singular onada que va seguir es pot identificar amb la publicació el 1990 de la breu monografia *The geometry and physics of knots*, la qual recull les conferències impartides per Atiyah el 1988 a Florència sota els auspicis de l'Accademia Nazionale dei Lincei. L'objecte d'aquesta meravellosa obra és exposar «la teoria de Jones, transformada per Witten en una teoria quàntica de camps topològica». És una frase certa, però per comprendre'n l'abast és necessari fer-se càrrec de tres desenvolupaments que han tingut lloc entre *The geometry of Yang-Mills fields* i *The geometry and physics of knots*, tot fixant-nos en el paper que hi va tenir Atiyah.

Un primer esdeveniment sorprenent es va produir a principi dels anys vuitanta per obra de Simon Donaldson, un deixeble d'Atiyah, quan va usar les equacions de Yang-Mills per deduir espectaculars resultats sobre la geometria en dimensió 4 (la dimensió de l'espai-temps d'Einstein). Per aquests treballs, Donaldson fou guardonat amb la medalla Fields a l'ICM de 1986 (Berkeley).

El segon desenvolupament va associat al físic Edward Witten, que mereix una menció molt especial. En justes paraules del mateix Atiyah:

«El seu domini de les matemàtiques és assolit per pocs matemàtics, i la seva habilitat per interpretar idees físiques en forma matemàtica és única. Repetidament ha sorprès la comunitat matemàtica amb aplicacions brillants de la intuïció física que han conduït a nous i profunds teoremes matemàtics.» Aquestes paraules s'han extret de la descripció del treball de Witten en ocasió de l'atorgament de la medalla Fields a l'ICM de 1990 (Kyoto), cosa que el va convertir en l'únic físic a qui s'ha fet aquesta alta distinció.

I el tercer desenvolupament que cal considerar és el treball de Vaughan Jones, que va obtenir, cap a final dels anys vuitanta, nous invariants de nusos (objectes de natura purament topològica) mitjançant idees relacionades amb la física. Per aquests treballs, Jones també va ser guardonat amb la medalla Fields a l'ICM de Kyoto.

I és en aquest punt que Atiyah presenta un treball en un simposi sobre Hermann Weyl (1987), en el qual conjectura que la teoria de Donaldson i els invariants de Jones han de tenir una explicació basada en la teoria quàntica de camps. Aquesta interpretació, l'exposa poc després Witten en dos articles publicats el 1989, l'un relatiu a Jones i l'altre a Donaldson, que inicien la teoria quàntica de camps topològica.

D'aquesta manera s'entén millor l'objecte, que repetim, de *The geometry and physics of knots*: «[exposar] la teoria de Jones, transformada per Witten en una teoria quàntica de camps topològica.»

Els he parlat d'una part molt significativa de l'obra de Michael Atiyah, però he de dir que quant a extensió només és una petita fracció de la seva obra fins al 2004. En efecte, els sis volums actuals dels seus *Collected Works*, publicats el 1988 i el 2004 (5 i 1 volums, respectivament), apleguen més de quatre mil pàgines, mentre que les memòries de què hem parlat (*K-Theory*, *The geometry of Yang-Mills fields*, *Elliptic operators and compact groups*, *Classical groups and classical differential operators on manifolds* i *The geometry and physics of knots*) no arriben a les cinc-centes pàgines.

És una satisfacció recordar aquí que Michael Atiyah fou guardonat el 2004, conjuntament amb I. Singer, amb el Premi Abel «pel seu descobriment del teorema de l'índex, que relliga topologia, geometria i anàlisi, i pel seu desta-

cat paper en l'establiment de ponts entre les matemàtiques i la física teòrica.»

Un aspecte interessant de l'obra d'Atiyah és que conté un bon nombre de peces (gairebé quaranta) que ell en diu «quasimatemàtiques» i que de fet són assajos, visions panoràmiques d'alguna qüestió o escrits biogràfics. Pel que fa a l'extensió, no arriben a una dècima part de la seva obra coneguda, però tenen una gran importància perquè ofereixen vies més planeres d'accés al seu pensament que les dels articles més tècnics. A més, posen de manifest que Atiyah és també un escriptor de primera fila. La seva prosa és fluida, nítida, efectiva. No s'entrebanca en res, no conté coses supèrflues i sempre fa la impressió que ho ha dit tot.



Sir Michael Atiyah amb el rector de la UPC.

Michael Atiyah ha visitat Barcelona el 1997, el 1998 i el 2007. El propòsit de les visites de 1997 i 1998 va ser presidir les reunions del Comitè Científic del tercer Congrés Europeu de Matemàtiques (3ecm). La institució amfitriona fou la Societat Catalana de Matemàtiques (Institut d'Estudis Catalans), com a responsable de l'organització del 3ecm per delegació de la Societat Matemàtica Europea. (Deixin-me recordar aquí que els perllongats esforços de Michael Atiyah van tenir un paper decisiu en la fundació d'aquesta societat.) La institució amfitriona en la visita de 2007 va ser la Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME) de la UPC, i el propòsit va ser l'impartiment de la conferència *keynote* titulada *Riemann's influence in analysis, geometry and number theory* en el marc del Curs Riemann de l'FME. En la visita de 2007, Atiyah també fou invitat pel Centre de Recerca Matemàtica a fer una conferència amb el títol *Duality in mathematics and physics*. Aquesta conferència es va impartir a la Facultat de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona.

Deixin-me retornar per un moment a l'Any Mundial de les Matemàtiques (any 2000). Una

de les múltiples activitats de Michael Atiyah en aquella ocasió fou presidir el desenvolupament del projecte de la Unió Matemàtica Internacional que acabà amb la publicació del llibre *Mathematics: Frontiers and Perspectives* (American Mathematical Society, 2000). Un dels articles (*The two cultures of Mathematics*, de W. T. Gowers) inclou la citació que segueix d'una entrevista de Minio a Atiyah:

Minio: Com selecciona un problema per a l'estudi?

Atiyah: Penso que això suposa una resposta, però no crec que sigui la meua manera de treballar. Hi ha persones que s'asseuen i es diuen: «com he de resoldre aquest problema?» Jo no ho faig. El que faig és moure'm per les aigües matemàtiques, pensant, essent curiós, estant interessat, parlant amb persones, incitant idees; emergeixen coses i les prossegueixo. O veig que quelcom es relaciona amb alguna altra cosa que conec, intento connectar-ho i les coses es desenvolupen. Pràcticament no he començat mai amb una idea del que faré o d'on voldria arribar. Estic interessat en les matemàtiques; parlo, aprenc, debato, i així preguntes interessants simplement emergeixen. No he començat mai amb un objectiu concret, excepte el d'entendre les matemàtiques.

Professor Sir Michael Francis Atiyah, estem molt agraïts, molt feliços i molt orgullosos perquè ha acceptat la nostra invitació a rebre un doctorat *honoris causa* de la nostra universitat, i, per extensió, de la comunitat matemàtica en general. Permeti'm acabar intentant donar-li la benvinguda a la nostra institució, a la nostra comunitat matemàtica, en una de les llengües que estima des de la seva infantesa i adolescència: **مرحبا بك في جامعتنا** (marhában bik fi jamatina).

Annex: text inclòs a la invitació a l'acte d'investidura

Michael Francis Atiyah (Londres, 1929) es llicencià a Cambridge (GB). Estudiant de W. Hodge, fou elegit *fellow* del Trinity College (Cambridge) el 1954 i un any després obtingué el doctorat. Poc després anà a l'Institut d'Estudis Avançats (IAS) de Princeton, després a Cambridge (lector el 1957, *fellow* del Pembroke College el 1958) i a Oxford (1961), on fou *fellow* del St. Catherine's College. En el període 1963–1969 ocupà la *Savilian Chair* de Geometria a Oxford. Després del nomenament el 1969 com a professor de Ma-

temàtiques a l'IAS, el 1973 esdevingué professor de recerca de la Royal Society a Oxford i *fellow* del St. Catherine's College. El 1990 fou nomenat màster del Trinity College (Cambridge) i primer director de l'Institut per a les Ciències Matemàtiques Isaac Newton. President de la Royal Society (1990–1995) i *chancellor* de la Universitat de Leicester (1995–2007), actualment és professor emèrit a la Universitat d'Edimburg i president de la Royal Society d'Edimburg. L'any 2000, el professor Atiyah presidí el Comitè del Programa Científic del 3cm (3r congrés de la European Mathematical Society, Barcelona, juliol de 2000).

Els assoliments científics del professor Atiyah fins al 2004 es reflecteixen fidelment en els sis volums dels seus *Collected Works* (CW). Publicats per l'Oxford University Press, amb un total de més de quatre mil pàgines, constitueixen un preciós tresor de resultats i d'idees que continuaran inspirant les noves generacions com ho han fet fins ara. Són la font insubstituïble per conèixer les troballes i els desenvolupaments originals d'una ment prodigiosa, reconeguda amb una llista impressionant de distincions que inclouen les més altes que es concedeixen en el camp de les matemàtiques: la Medalla Fields (1966) i el Premi Abel (2004), aquest compartit amb I. Singer per un resultat (el teorema de l'índex d'Atiyah-Singer) que va posar de manifest profundes connexions entre la geometria i l'anàlisi (CW 3 i 4) i posteriorment entre aquests dominis i la física (CW 5). Felixment, és mem-

bre estranger de la Reial Acadèmia de Ciències d'Espanya.

La col·laboració amb Singer persistí més de vint anys. Dues de les moltes altres col·laboracions científiques d'Atiyah foren igualment intenses i fructíferes: amb F. Hirzebruch, durant més d'una dècada, sobre els fonaments de la teoria K topològica i el seu ús per resoldre problemes importants i difícils (CW 2), i amb R. Bott, durant més de vint anys, especialment recordada per la fórmula dels punts fixos d'Atiyah-Bott. Al final dels anys setanta, Atiyah començà a construir nous ponts entre les matemàtiques i la física teòrica, cosa que va originar un corrent de noves idees i renovada energia per a una florida sense precedents d'ambdues (CW 5 i 6). Mereix aquí un esment especial la seva interacció amb E. Witten, sobretot des de la primeria dels anys noranta, que ha dut a profunds discerniments sobre l'enrevessada i desconcertant natura de la relació, en les dues direccions, entre les matemàtiques i la teoria quàntica de camps.

El professor Atiyah ha tingut molts deixebles (S. Donaldson, N. Hitchin, F. Kirwan, P. Kronheimer, G. Lusztig, G. Segal, entre d'altres) i és plenament actiu tant en recerca com en molts altres àmbits. Actualment, per exemple, col·labora amb el distingit neurofisiòleg S. Zeki en estudis del cervell humà, particularment quan efectua operacions matemàtiques.

El 18 de desembre impartí una conferència a l'FME per emmarcar el Curs Riemann (www.fme.upc.edu).

Sebastià Xambó
UPC

Discurs de Sir Michael Atiyah

Deixin-me primer expressar-los com em satisfà i m'honora rebre aquesta distinció de la Universitat Politècnica de Catalunya, que continua la col·laboració i l'amistat que sorgiren durant el Congrés Europeu de Matemàtiques, celebrat a Barcelona fa vuit anys, i que, a més, és un reconeixement a l'afinitat que hi ha entre Catalunya i Escòcia, el lloc on ara visc i treballo. La història de tots dos països i les seves fortes identitats culturals tenen unes grans semblances, fet que ha quedat remarcant amb la construcció del nou Parlament escocès segons el disseny d'un famós arquitecte català, Enric Miralles, que dissortadament morí abans de veure'n la compleció.

Una ocasió com aquesta és una bona oportunitat per reflexionar sobre les matemàtiques, el camp d'expertesa al qual he dedicat la vida. Què són les matemàtiques? Aquesta és la qüestió fonamental que vull considerar. Podem parlar de matèries específiques, com ara la geometria, l'aritmètica o l'àlgebra; podem il·lustrar-ho esmentant teoremes famosos com són el vell teorema de Pitàgores o el més recent «darrer teorema de Fermat», però això és un mer aperitiu que només descriu, no defineix.

La meva resposta és que les matemàtiques són un llenguatge, un mitjà específic de comunicació que es pot comparar profitosament amb

els llenguatges naturals, com ara l'anglès o el català. Són constructes culturals que han evolucionat durant milers d'anys i que forneixen el marc de la civilització. Un nadó no parla ni sap matemàtiques. Tanmateix, donat un entorn social apropiat, les capta ràpidament, cosa que posa de manifest que el cervell humà té la capacitat innata de parlar i de comptar. Si bé aquesta capacitat és present, de manera limitada, en molts animals, només l'*Homo sapiens* ha desenvolupat la capacitat de fer llargs discursos i de demostrar teoremes significatius. Són els trets distintius de la nostra espècie.

És instructiu comparar la prehistòria del llenguatge i de les matemàtiques. Abans de l'escriptura, les persones es comunicaven mitjançant la parla, que devia incloure alguns conceptes matemàtics elementals. Els primers humans devien elaborar eines i, així, devien conèixer la diferència entre una pedra (rodona) i una fletxa (recta).

Un exemple sorprenent s'esdevingué a Escòcia fa 4.000 anys. Si bé la vida era primitiva i no hi ha indicis de llenguatge escrit, em va sorprendre molt descobrir que ja coneixien els cinc sòlids platònics, incloent-hi el més elaborat, l'icosàedre, format per vint triangles equilàters. D'aquests models, se'n troben molts al nord d'Escòcia, cosa que revela un grau sorprenent de sofisticació matemàtica.

Però fou l'emergència de l'escriptura que permeté a la civilització fer un progrés ràpid. Primer amb llenguatges pictogràfics, com són els jeroglífics egipcis, que evolucionaren vers l'alfabet llatí modern (per bé que hem de reconèixer que els caràcters xinesos no van pas frenar la civilització a Àsia).

La matemàtica ha evolucionat d'una manera similar amb la introducció de notacions i simbolismes millors. L'Imperi romà funcionà força bé amb les xifres romanes, però la substitució per la notació decimal aràbiga fou un pas de gegant. Confesso que estic desconcertat per la manera com els enginyers romans construïren uns edificis tan magnífics amb un simbolisme aritmètic tan primitiu. Intentin multiplicar nombres grans usant xifres romanes i entendran el meu astorament davant les edificacions romanes.

Curiosament, l'arribada de la notació decimal a l'Europa occidental durant el Renaixement fou, amb molta certesa, a través d'Espanya, on es produí un profitós encontre de les

cultures àrab i llatina en llocs com ara Toledo. Tanmateix, en adoptar la notació decimal aràbiga, l'Occident va cometre un error considerable que no es reconeix gaire. Com saben, l'àrab s'escriu de dreta a esquerra i, lògicament, quan els europeus adoptaren les xifres decimals aràbigues n'haurien d'haver invertit l'ordre. El resultat d'aquest error és que quan escrivim tres dígits, com ara 462, no sabem, fins que no acabem, si el primer dígit, 4, representa les unitats, les desenes o les centenes. Per als àrabs, que llegeixen de dreta a esquerra, aquesta confusió no existeix.

A més de comparar l'evolució històrica de les matemàtiques i del llenguatge natural, també podem comparar-ne les funcions, descrivint-ne els diversos usos. Així, el llenguatge té un ús pràctic per als afers diaris, un ús literari per transmetre idees més abstractes i un ús poètic per expressar les emocions. Hi ha una divisió similar en la matemàtica entre utilitat, que mena a la matemàtica aplicada, i la matemàtica pura, més enfocada a idees abstractes.



Assistents a l'acte d'investidura.

A la part superior hi ha l'aspecte estètic de la matemàtica, on la bellesa és la llum que ens guia. Aquesta idea la desenvoluparé aquesta tarda en la meva conferència al Museu de la Ciència. Deixin que els digui, en aquest punt, que a molts dels meus col·legues matemàtics no els agrada dir que la matemàtica és un mer llenguatge. Diuen que el missatge és, clarament, més important que el mitjà. Ben cert; però cal considerar que un llenguatge flexible pot transmetre molts missatges. Comparar la matemàtica amb l'anglès, posem per cas, no la denigra. Un mitjà que transmet els pensaments de Shakespeare és un dels triomfs més elevats de la humanitat. El mateix val per a la matemàtica, el mitjà amb què podem accedir a les idees de Gauss.

Ara voldria introduir-me en el camp de l'educació. Generalment es reconeix que la llengua i la matemàtica són els dos pilars de l'educació. En altres temps, la llengua que es coneixia no era només la vernacle (l'anglès o l'espanyol), sinó també el llatí i el grec, que facultaven l'estudiant per llegir la Bíblia i els autors clàssics. A més, el domini d'aquestes difícils llengües es considerava un bon entrenament de la ment, amb la qual cosa no sols es formava doctes en els clàssics, sinó també advocats, sacerdots, metges i polítics.

En la comparació de la matemàtica amb el llenguatge natural hi ha una diferència notable. Malgrat la diversitat de la cultura humana arreu del món, la matemàtica és essencialment universal. Les diferències històriques entre les matemàtiques dels diferents països han desaparegut. La matemàtica xinesa és la mateixa que l'espanyola, cosa que no es pot dir del llenguatge natural. En àmbits científics s'usa habitualment l'anglès, que fa el paper previst originàriament per al llenguatge artificial que és l'esperanto. Potser algun dia aquest paper el tindrà el xinès, però mentrestant preferim la diversitat lingüística.

Els matemàtics usem els símbols algebraics perquè són més concisos que les paraules, però en els nostres pensaments (i fins i tot en molts dels nostres escrits) usem les paraules per transmetre conceptes. Si agafen una revista matemàtica, se sorprendran de trobar-hi que el simbolisme no se n'hagi apoderat completament i que hi predominin les paraules habituals. A la inversa és diferent. Llibres i diaris sovint usen nombres, però només d'una manera molt reduïda. Hi ha una certa resistència a usar fórmules entre els qui no són matemàtics. Ho vaig descobrir quan el meu centre a Oxford redactava uns nous estatuts. S'hi descrivia detalladament com calia regular el nombre de les diferents categories de Fellows. Els vaig llegir amb cura i vaig comprovar que podia canviar diverses pàgines de text per una única fórmula. Si bé els meus col·legues, comptant-hi els advocats, van reconèixer la brevetat i la lògica de la meva formulació, es van oposar a l'ús d'una fórmula simbòlica i la van tornar a transcriure a l'anglès. Els van caldre diverses línies, però almenys el resultat fou millor que l'original.

Permetin-me, com a il·lustració, descriure l'educació al Cambridge del segle XIX, on les

matemàtiques van ocupar el lloc de les llengües clàssiques com la millor forma d'entrenament mental. A causa de la fama i el llegat d'Isaac Newton, es va atorgar a la matemàtica un lloc preeminent, amb la qual cosa va acabar dominant tot el procés formatiu. Es considerà que la pràctica medieval dels exàmens orals basats en l'art de la retòrica era inapropiada per a les matemàtiques, amb la qual cosa s'hi van introduir els exàmens escrits, que van esdevenir molt competitiu. El rànquing de candidats s'ordenava estrictament pels mèrits. Als de la categoria més alta se'ls atorgava el títol de wrangler. El primer d'aquests s'anomenava *the senior wrangler* i la seva fama i fortuna quedaven efectivament garantides.

Aquestes conteses anuals eren com curses de cavalls. Dels probables guanyadors se'n parlava obertament a la premsa nacional i s'apostava sobre els resultats. Els preparadors eren primordials i a Cambridge s'anomenaven *coaches*. No he descobert fins fa poc que *coach*, paraula que actualment s'usa en esports com ara el tennis o el futbol, prové de l'argot estudiantil de Cambridge. Els estudiants van copsar l'analogia entre el *coach*, o carruatge, que anava de Cambridge a Londres i els seus professors. Ambdós, carruatges i estudiants, havien de seguir un camí precís per arribar al seu objectiu. Des de les matemàtiques, el mot *coach* es difongué primer a la famosa cursa de rem Oxford-Cambridge i després als esports en general.

Preparadors i exàmens dominaven l'escenari de Cambridge i una gran part de la recerca es publicà primer en forma de problemes d'examen. Per exemple, un teorema famós de geometria diferencial, que té molta importància en física, conegut com a teorema de Stokes, aparegué primer en l'examen de 1854. Era l'any en què s'examinava el jove James Clerk Maxwell, que més tard esdevindria el físic més gran del seu temps, i es diu que fou l'únic estudiant que el resolgué satisfactòriament.

A propòsit d'això, deixin-me fer esment que una gran part del temps i l'energia que he esmerçat els darrers anys han estat dedicats a promoure que s'erigís una estàtua de Maxwell al centre d'Edimburg. Espero que serà descoberta el proper novembre. Edimburg ja està prou ben proveïda d'estàtues d'homes famosos, com ara Adam Smith, l'economista, i David Hume, el filòsof. També té estàtues de reis, polítics i

teòlegs. Però la ciència natural, tot i la seva gran importància intel·lectual i pràctica, mai no ha estat reconeguda. Maxwell redreçarà la balança. Edimburg per fi retrà homenatge al seu fill més famós.

El sistema de Cambridge de preparar matemàtics proposant-los problemes d'examen desafiadors, produí una escola de físics matemàtics de primera línia. Impressionat per aquest sistema, Felix Klein intentà importar-lo al seu país, Alemanya. Trasplantar pràctiques educatives, però, és tan difícil com trasplantar espècimens botànics, s'han d'adaptar al sòl, i la temptativa de Klein fracassà.

Al segle XIX l'educació superior estava reservada als homes. Més tard, quan a Cambridge es van fundar escoles femenines, es permetia a les dones fer els mateixos exàmens que els homes, i

fins i tot els seus noms apareixien en el rànquing final (entre el quinzè i el setzè lloc, per exemple), però no se'ls atorgava cap titulació.

L'any 1890 es produí el fet remarcable que una dona, Phillipa Fawcett, es classificà més bé que el primer de la promoció, cosa que produí notícies sensacionals a les primeres pàgines dels diaris i celebracions extravagants a Cambridge. Però no fou fins a 1945 que finalment Cambridge atorgà titulacions a les dones.

Per concloure, deixin-me dir-los com m'ha delectat ser un matemàtic, participant d'una experiència cultural tan extensa, bella i universal. En particular he fet contactes amb matemàtics d'arreu del món, incloent-hi Barcelona. Els agraeixo de nou haver-me atorgat el títol de doctor honoris causa de la seva universitat.

Michael Atiyah

In memoriam

Jordi Dou Mas de Xexàs (1911–2007)

El 17 d'octubre passat ens va deixar en Jordi Dou, distingit problemista i sens dubte el més prolífic dels problemistes espanyols de la segona meitat del segle XX.



Francisco Bellot, Jordi Dou i Sebastià Xambó (president de la SCM) a l'Olimpíada de Tarragona el 1996.

En Jordi Dou va néixer a Olot (Girona) el 1911. Va cursar els estudis d'ensenyament pri-

mari i secundària a les Escoles Pies d'Olot fins l'any 1928. Després va anar a Barcelona, on es va llicenciar en arquitectura i matemàtiques per la Universitat de Barcelona. El 1941, va obtenir el grau de doctor en Arquitectura i va entrar a l'Ajuntament de Barcelona com a cap de la secció de Valoracions, i més tard a la de Patrimoni on va continuar fins a la seva jubilació.

Durant tot aquest temps en Jordi Dou va ser professor de matemàtiques a l'Institut Milà i Fontanals de Barcelona i a l'Escola d'Arquitectura i a la Facultat de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona. Com a matemàtic, va ser molt actiu en el camp dels problemes i solucions, especialment en geometria. Les seves propostes i solucions van aparèixer en les millors revistes del món en el seu camp com ara *American Mathematical Monthly*, *Crux Mathematicorum* i *Mathematics Magazine*. Va contribuir al CRUX des del seu inici fins a l'any 2001, i al Monthly durant quaranta-quatre anys. També va ser editor de l'*Escaire*. A més, va acompanyar com a líder l'equip espanyol a l'Olimpíada Internacional de Matemàtiques celebrada a París l'any 1983.

Jordi Dou ha estat un mestre per a molts altres matemàtics que compartim amb ell l'entusiasme de posar i resoldre problemes. Actualment, seguint la seva empremta, diverses contribucions de matemàtics espanyols apareixen regularment en revistes com *CruX with Mayhem*, *Monthly Magazine*, *The College Mathematics Journal* i d'altres amb columnes de problemes nacionals i internacionals.

Els dies 22 i 23 de febrer de 1996 va celebrar-se a Tarragona la XXXII Olimpíada Matemàtica

Espanyola, organitzada per la Real Sociedad Matemática Española, la SCM i la Universitat Rovira i Virgili. Jordi Dou hi va assistir com a membre honorari del jurat i allà va ser objecte d'un sentit homenatge.

Jordi Dou ha llegat la seva enorme col·lecció de problemes a la Societat Catalana de Matemàtiques. Ens queda ara, per honorar el seu record, la ingent tasca de classificar-los i, algun dia, poder fer-ne una publicació especial.

Josep Grané i José Luis Díaz-Barrero
UPC

Noticiari

El CRM avui i plans de futur

Fa poc més d'un any que va començar a treballar l'equip actual de direcció al Centre de Recerca Matemàtica (CRM). Com molts lectors ja saben, el CRM va ser creat per Manuel Castellet Solanas l'any 1984 com un centre de recerca propi de l'Institut d'Estudis Catalans. L'any 2002 va passar a ser un consorci format per l'IEC i la Generalitat de Catalunya, amb un Consell de Direcció on hi ha quatre representants de cadascuna d'aquestes dues institucions.

Per acord del Consell de Direcció, Joaquim Bruna Floris va ser nomenat director el 26 de març de 2007 per a un període de quatre anys, acompanyat, a proposta seva, per un equip format per Carles Casacuberta Vergés, Marta Sanz Solé i Joan de Solà-Morales Rubió. El Consell de Direcció també va distingir Castellet amb el càrrec de director honorari del CRM en reconeixement de la tasca excepcional que va dur a terme al capdavant del Centre durant més de vint-i-dos anys.

Una de les primeres actuacions del nou equip de direcció va ser proposar una llista renovada de noms per al Consell Científic Assessor, que és l'ens que serveix de guia per a la política científica del CRM i alhora actua com a avaluador de la majoria de propostes rebudes. Des de 2007 està format per les persones següents: Jaume Agudé (UAB), Alfredo Bermúdez de Castro (Universitat de Santiago de Compostel·la),

Michel Boileau (Universitat de Tolosa), Aline Bonami (Universitat d'Orleans), Bodil Branner (Universitat de Tecnologia de Dinamarca, Lyngby), Luis Caffarelli (Universitat de Texas a Austin), Eduard Casas-Alvero (UB), José Luis Fernández (Universitat Autònoma de Madrid i AFI, Analistas Financieros Internacionales), Gerhard Frey (Institut für Experimentelle Mathematik, Essen), Óscar García Prada (CSIC, Madrid), Antonio Huerta (UPC), Andreu Mas-Colell (UPF), Dominique Picard (Universitat París VII), Kristian Seip (Universitat de Ciències i Tecnologia de Noruega, Trondheim), Maria Eulalia Vares (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro) i Dominic Welsh (Universitat d'Oxford).

L'equip de secretaria del CRM estava format el 2007 per cinc persones: Ana García-Donas Romera, Núria Hernández Martín, Neus Portet Serdà, Consol Roca Guillén i Mari Paz Valero Navazo. S'ha previst ampliar-lo durant l'any 2008 a causa de les noves necessitats del Centre.

Objectius

La missió definida als estatuts del CRM és la recerca i la formació avançada en l'àmbit de les matemàtiques, mitjançant la col·laboració i les sinergies amb les universitats i les institucions de recerca de Catalunya, amb l'objectiu d'ésser un referent científic internacional en

aquest àmbit. El CRM és un centre amb implantació interuniversitària, en el sentit que de la seva activitat se'n beneficia el conjunt de la recerca en matemàtiques del país. La política científica del CRM per a l'assoliment de la seva missió té dos eixos d'actuació:

- Donar suport als grups d'investigació, organitzant tipus d'activitats que en depassen la capacitat, amb projecció internacional i aollint visitants per tal de propiciar treballs en col·laboració.
- Des d'un punt de vista més proactiu, dissenyar i executar polítiques estratègiques que incideixin en debilitats de la recerca matemàtica a Catalunya entesa globalment, com són el programa IAE d'incentivació d'àrees estratègiques i el pla de creació d'un cos propi i estable d'investigadors d'excel·lència.

L'any 2007 va acabar el primer contracte programa del CRM i es va iniciar el procés per a aprovar-ne un de nou per al període 2008–2013. Aquest nou contracte programa parteix d'un pla estratègic que ha estat elaborat per l'equip de direcció. Els seus aspectes més importants es descriuen a continuació.

Consolidació

El CRM continuarà fomentant la recerca en matemàtiques i àrees afins mitjançant l'organització de programes de recerca de durada variable (entre tres mesos i un any), juntament amb congressos, cursos avançats, *workshops* i altres activitats científiques. A més, seguirà aollint investigadors a nivell postdoctoral a través de diverses convocatòries (principalment beques Marie Curie, beques del Ministeri, beques Beatriu de Pinós i beques pròpies del CRM) i també investigadors de qualsevol perfil i prestigi reconegut per a estades de treball en col·laboració. Totes les propostes d'organització d'activitats i d'estades en el Centre es poden fer arribar a l'equip de direcció seguint les instruccions detallades en el web del CRM (www.crm.cat).

Programa IAE d'incentivació d'àrees estratègiques

Un dels capítols més interessants del pla estratègic del CRM és la posada en marxa d'un programa per a la incentivació d'àrees de recerca considerades deficitàries i d'interès especial. El

Centre té la capacitat (que de vegades costa més d'adquirir a les unitats de les universitats) de propiciar activitats en temes importants però que no es conreen, o no es conreen amb prou intensitat, en els departaments de les universitats catalanes.

La importància d'aquests temes estratègics ha de venir suportada per raons com ara el caràcter emergent en la comunitat internacional, que garanteix la possibilitat d'incorporar-se a temes importants en la seva fase incipient, o bé justificada per una mancança històrica en el medi local que hagi pogut ser detectada de manera suficientment clara, o bé deguda a l'aparició d'una oportunitat imprevista que el CRM cregui que és el moment d'aprofitar.

Entre els temes considerats prioritaris, el CRM continuarà donant suport a les àrees temàtiques del projecte MATHFSS (Shaping New Directions in Mathematics for Science and Society) de la Comissió Europea, que el CRM ha coordinat entre 2005 i 2008: neurociència matemàtica, seguretat de dades digitals i matemàtica financera. En els darrers anys el CRM ja ha fet diverses accions en aquestes àrees: va atorgar tres beques predoctorals el 2006, ha organitzat congressos i programes de recerca i ha donat suport a la creació de grups de treball emergents.

A més d'aquestes àrees concretes, el CRM està dedicant esforç i recursos a la promoció de la recerca en matemàtica industrial i aplicacions de la matemàtica, en el seu sentit més ampli. La matemàtica industrial és la part de la recerca matemàtica que estudia els problemes proposats per les indústries i les empreses, però també els problemes provinents d'altres institucions o organismes, com els problemes suggerits per les administracions públiques o per la recerca biomèdica. Des de 2007 ha assumit l'organització dels GEMT (Grups d'estudi de matemàtica i tecnologia) i des de 2008 està oferint beques per a la realització de treballs de màster en empreses i en altres institucions de recerca científica, com el Centre d'Investigació de Medicaments de l'Hospital de Sant Pau de Barcelona.

Formació d'una plantilla pròpia

Fins ara, el CRM només ha aollit investigadors per a estades temporals i no ha tingut una plantilla de personal investigador estable.

Tanmateix, per tal de reforçar el seu perfil institucional i assolir amb més garanties d'èxit els seus objectius de foment d'àrees estratègiques de recerca, el CRM es proposa d'anar adquirint gradualment personal propi de llarga durada. El nou contracte programa haurà d'aportar recursos per a fer-ho possible, i també es mantindrà una política activa de captació de personal a través de les crides d'ICREA o d'altres convocatòries de l'Administració catalana, estatal o europea.

Es pretén facilitar la incorporació de nous investigadors al sistema de recerca català oferint-los condicions de treball adients per a la seva consolidació i per a la formació d'un equip. El CRM ofereix ajuts d'instal·lació o *start-up* per a cada investigador sènior que s'incorpori, consistent en una borsa de recerca, un becarí doctoral per a quatre anys i un becarí postdoctoral per a tres anys. Amb això es pretén que l'investigador consolidi el seu propi grup de recerca abans de quatre anys. El CRM vol dur a terme aquestes actuacions coordinadament amb les universitats i n'afavorirà el pas dels investigadors que es formin en aquests grups.

Estructures i projectes estatals

Des de 2006, el CRM forma part com a node del projecte Ingenio Mathematica (i-MATH) del programa estatal Consolider Ingenio 2010. Diverses activitats del CRM ja s'han organitzat en el marc d'aquest projecte o bé han tingut finançament parcial a través d'ell. És un projecte d'abast ampli, que aplega un gran nombre de grups de recerca de tot l'Estat i es proposa aportar els recursos necessaris per a una millora quantitativa i qualitativa de la recerca en matemàtiques i àrees afins durant cinc anys.

D'altra banda, entre finals de 2007 i principis de 2008 s'ha dissenyat una nova estructura estatal per a la recerca en matemàtiques, anomenada Instituto Español de Matemáticas (IE-Math). S'ha previst que sigui un consorci format per quatre seus, una de les quals serà el CRM, participat també per les comunitats autònomes on són ubicades les seus. En la data de redacció d'aquest article encara no s'ha constituït formalment el consorci i per tant no podem donar més detalls de la seva estructura i el seu funcionament. En tot cas, la voluntat de la comissió que l'ha posat en marxa era que servís com a via de contractació de personal investigador de

qualitat, des de becaris doctorals fins a sèniors, dins d'un programa global per a articular una carrera investigadora en matemàtiques. A més, es disposarà de recursos per a l'organització de programes de recerca i d'altres activitats, així com un programa de formació doctoral.

Es preveu que l'entrada en funcionament de l'IE-Math donarà impuls a la captació d'investigadors d'excel·lència pel CRM i aportarà recursos estatals sobre la base de l'existència d'un cofinançament. Si aquest ambiciós projecte es materialitza seguint les línies previstes, suposarà una via molt important de reforç de l'activitat del CRM, ja que els seus principis fundacionals coincideixen en gran part amb els objectius estatutaris del CRM.

Cal destacar el fet que la candidatura del CRM com a seu de l'IE-Math es va presentar com una proposta conjunta amb les facultats i departaments de Matemàtiques del seu entorn. Es va configurar un comitè CRM-IE-Math format per investigadors catalans d'alt nivell, que tindrà com a missió principal la tutela del personal jove adscrit al Centre i la supervisió de les activitats del programa de formació. Aquest ha estat un pas notable, no només com a millora de la implantació del CRM dins l'Estat, sinó com una via de col·laboració més directa amb les institucions acadèmiques catalanes, una via que el Centre vol consolidar i ampliar aprofitant les oportunitats de diversificació i creixement que s'estan obrint.

Internacionalització

Un dels distintius del CRM és el seu prestigi internacional, aconseguit al llarg de molts anys d'organització d'activitats i de participació en projectes i en organismes principalment europeus, com el comitè ERCOM de la Societat Matemàtica Europea o el programa EPDI, que atorga beques postdoctorals cada any. Aquest notable prestigi, unit al perfil del CRM semblant al d'altres centres de recerca europeus on els programes de visitants excedeixen substancialment la plantilla, ha aportat molts avantatges al Centre en anys recents i es vol mantenir i incrementar tant com sigui possible.

Entre d'altres iniciatives recents, el CRM organitza conjuntament amb la Societat Matemàtica Europea una jornada científica dins d'ESOF 2008 (EuroScience Open Forum), que tindrà lloc a Barcelona el juliol de 2008. El tema

de la jornada serà Can Mathematics Help Medicine? (21 de juliol) i tindrà com a conferenciants invitats Alfio Quarteroni (Politecnico di Milano i EPF Lausanne), Dominique Chapelle (INRIA-Rocquencourt) i Peter Deuffhard (Zuse-Institut, Berlín).

Difusió d'informació i contacte

El CRM difon les seves activitats a través de la seva base de dades i manté tres sèries de pu-

blicacions: la sèrie Preprints del CRM, la sèrie Quaderns del CRM (que recull principalment els textos dels cursos avançats organitzats pel Centre) i la sèrie de monografies Advanced Courses CRM Barcelona, distribuïda per l'editorial suïssa Birkhäuser.

Podeu trobar més informació sobre les propes activitats del CRM i sobre el funcionament del Centre o el llistat d'investigadors al web www.crm.cat.

Carles Casacuberta
Membre de l'equip de direcció

La SBM-XEIX informa

Aprofitem el convit de l'Enric Ventura, editor de *SCM/Notícies*, per fer una primera presentació de la nostra Societat a través d'aquest mitjà. Veureu com la Societat Balear de Matemàtiques SBM-XEIX, segurament per la seva joventut, és una mica hiperactiva i dispersa, però il·lusionada i entusiasta amb tot allò que tingui a veure amb les matemàtiques més enllà de les taules de multiplicar. A tall d'explicació, us farem cinc cèntims d'allò que enguany portem entre mans.



Començarem l'any editant el nostre primer calendari dedicat al número 8. Tots els mesos tenen una fotografia amb —com a mínim— un 8 i una breu explicació matemàtica. Un molí, un pop, un far de planta octogonal, la capsula d'una ensaïmada... L'acollida fou tan bona entre els nostres socis i sòcies que ja estam pensant en el de l'any que ve, dedicat *of course* al 9.

Una de les activitats de la qual estem més satisfets són les «passejades matemàtiques en família». Es tracta d'un projecte de col·laboració amb l'Ajuntament de Palma a través del programa «Viure i Créixer». Pensades per a un públic de totes les edats, aquestes sortides estan guiades per gent de la Societat i s'aprofiten per descobrir les matemàtiques que tenim al nostre voltant. De moment, hem desenvolupat les tres propostes següents:

- Matemàtiques per la Ciutat Vella. Passejant pel màgic nucli antic de Palma els participants

escolten històries relacionades amb la història de la matemàtica i de la ciutat i poden experimentar de quantes maneres diferents es poden asseure disset persones en el banc de Cort, com es pot fer el panot Gaudí al passeig del Born, quines matemàtiques trobem al sepulcre de Ramon Llull...

- Matemàtiques i natura. Galileu ja deia que el llenguatge de la natura són les matemàtiques. A la platja des Carnatge podem descobrir la successió de Fibonacci a les pinyes, veure si les proporcions humanes s'acosten a la raó àuria o mirar el sentit de gir de les espirals dels caragolets de mar, entre d'altres.
- Matemàtiques a la defensiva. Al castell de Bellver les famílies poden mesurar l'alçada de la torre de l'homenatge utilitzant uns pals i una mica de trigonometria, buscar les simetries de les marques maçòniques, l'orientació de diverses ciutats del món a partir dels eixos del castell, construir una escala de caragol...

Una altra activitat, conjunta amb l'Ajuntament de Palma, són els tallers de jocs i valors amb famílies, que es realitzen a les biblioteques municipals, van adreçats als més petits de la casa i fan matemàtiques tot aprenent valors i jugant.

Continuant amb les col·laboracions institucionals, la nostra seu està situada a sa Cabaneta, municipi de Marratxí, i amb aquest Ajuntament també hem dut a terme un projecte molt interessant i diferent del que havíem fet fins ara. Sa Cabaneta i Pòrtol, dos dels nuclis urbans de Marratxí, tenen una gran tradició amb la

ceràmica, siurells, greixoneres, cossiols... Cada any l'Ajuntament organitza la «Fira del fang» i enguany la SBM-XEIX n'ha dissenyat el cartell didàctic. El tema ha estat «La successió del fang». En aquest cartell hi hem pogut observar una successió numèrica feta de fang, la taula del vint-i-cinc en una tauleta cuneïforme, les pecetes comptables sumèries, una successió de teules, una sanefa de rajoles de mocadoret, una successió de greixoneres, una successió caòtica de siurells, una successió de modernes tasses i una successió de fotografies d'artesans del fang. Cadascuna d'aquestes successions l'hem acompanyada d'una explicació relacionada amb les matemàtiques. Val a dir que la presentació del cartell va ser tot un èxit per la seva originalitat i que els tallers didàctics que es realitzaren els matins funcionaren prou bé.



Proves Cangur 2008, 3 d'abril, Inca.

Un dels projectes de més envergadura que hem iniciat aquest curs és el de la creació d'un «Centre d'aprenentatge de matemàtiques». Gràcies a una llicència d'estudis per a recerca s'ha pogut redactar el projecte i en aquest moment s'està dotant un petit local. Aquest centre rebrà visites d'escoles i d'instituts de secundària on es realitzaran activitats d'allò més divers amb les matemàtiques. Les tres línies seran les de rebre alumnat, anar als centres a fer propostes i guiar itineraris matemàtics.

Enguany serà la tercera vegada que participem a la Fira de la Ciència de les Illes Balears, enguany a Mallorca i Eivissa, i el tema a tractar seran les matemàtiques en temps del rei

En Jaume. Coincidint amb el 800 aniversari del naixement del Conqueridor, hem volgut dedicar el nostre estand a les matemàtiques medievals, calculistes, abacistes, matemàtiques àrabs, instruments de mesura tradicionals, tot un mercat medieval matemàtic a la Fira de la Ciència, on conviuran les dues cultures.

Dos dies a l'any, l'11 de novembre i el 2 de febrer, a la Seu de Palma hi ocorre un fet preciós i singular: la gran rosassa de l'absis es reflecteix a sota de la rosassa petita, tangencialment; un efecte fascinant si el dia és clar. Aprofitant l'avinentesa, des de la SBM-XEIX, aquests dos dies i també el 23 de desembre hem fet «Matemàtiques a la Seu» on hem intentat fer arribar al públic en general una explicació del perquè d'aquest fenomen. Hem intentat estimar les dimensions de la Seu, hem escoltat una xerrada interessant sobre nombres sagrats i com aquesta simbologia és present a la Seu, hem observat la no-perpendicularitat dels pilars, com es poden construir els arcs sobre paper, quins necessiten contraforts i quins no amb unes maquetes de fusta i també hem comprovat algunes de les propietats del nombre 153.

Però sens dubte el projecte més gran pel que fa a la quantitat de gent que afecta han estat les acabades de celebrar proves Cangur. Enguany ha estat la primera vegada que la nostra Societat ha fet cap en la seva organització i s'hi ha volgut imprimir un caràcter una mica diferent. Fins l'any passat, l'alumnat realitzava les proves al seu institut i això dificultava la percepció del fet internacional d'aquesta diada. Enguany, a Mallorca, s'ha concentrat l'alumnat en tres palaus d'esports (Palma, Inca i Manacor) on s'han reunit gairebé 3.000 alumnes (4.000 en el conjunt de les Illes). A les altres illes, la falta de teixit en socis ha obligat a continuar amb la dinàmica de les altres edicions, però confiem que això també canviarà aviat. Després de la prova, l'alumnat va poder gaudir d'una actuació de matemàgia a cada una de les seus.

Podeu seguir el dia a dia de l'SBM-XEIX a través del nostre web www.xeix.org obert al món de les matemàtiques des de qualsevol dels seus àmbits.

Una abraçada des de les Illes.

Maria Triay
Societat Balear de Matemàtiques, SBM-XEIX

Sobre la FEEMCAT

La Federació d'Entitats per a l'Ensenyament de les Matemàtiques a Catalunya (FEEMCAT) és una associació sense finalitats lucratives que en l'actualitat reuneix les quatre associacions d'ensenyants de matemàtiques de tots els nivells educatius: Associació de Professors de Matemàtiques de les Comarques Meridionals (APMCM), Associació d'Ensenyants de Matemàtiques de les Comarques Gironines (ADEMGI), Associació de Professors i Mestres de Matemàtiques (APaMMs) i Associació de Barcelona per a l'Estudi i l'Aprenentatge de les Matemàtiques (ABEAM). Els seus objectius prioritaris són:

- Afavorir la millora de l'ensenyament, la investigació i la difusió de les matemàtiques en tots els seus nivells educatius.
- Contribuir a la millora de les condicions pedagògiques i generals del seu ensenyament.
- Fomentar activitats que afavoreixin la formació del professorat.
- Generar i divulgar documentació pedagògica, en particular impulsar la creació de material des de la perspectiva del professor català.
- Convocar i organitzar activitats dirigides a l'alumnat per tal de fomentar la seva capacitat i gusts matemàtics.
- Promoure l'intercanvi d'experiències entre grups de professorat, entre associacions i organismes afins d'àmbit català, estatal i internacional.
- Establir relacions amb organismes oficials que incideixin en el seu camp d'acció.

En ocasió del canvi de la Junta de Govern realitzat el gener de 2008, les juntes entrant i sortint de la FEEMCAT volem manifestar la nostra satisfacció pels lligams de col·laboració que s'han establert amb la Societat Catalana de Matemàtiques (SCM) i que esperem mantenir i refermar en tots aquells aspectes que resultin d'interès per la seva incidència en l'educació matemàtica al nostre país. Entre les activitats significatives dutes a terme conjuntament durant els darrers anys consten les següents:

- Organització i seguiment de l'activitat del Projecte Estalmat. El 2006 vam signar un acord de col·laboració per a regular-ne, l'organització conjunta.

- 2003: Primera Trobada SCM-FEEMCAT sobre l'ensenyament de les matemàtiques.
- 2004: Segona Jornada SCM-FEEMCAT sobre l'ensenyament de les matemàtiques. Homenatge a Miguel de Guzmán.
- 2005: El 8 d'octubre es va realitzar la Jornada FEEMCAT-SCM sobre la formació del professorat, d'infantil a la universitat.
- 2006: Participació a l'ICM, juntament amb el CRM i les universitats, amb el suport del Departament d'Educació. Aquesta actuació es va realitzar a partir de la Resolució 368/VII del Parlament de Catalunya, sobre el suport institucional del Govern al Congrés Internacional de Matemàtics de 2006.
- Des de 2006: Elaboració del portal Edumatcat (<http://phobos.xtec.cat/edumatcat>), conjuntament amb el Departament d'Educació i amb la col·laboració de les universitats. Hom preveu tenir actualitzat aquest web per al congrés ICMI 2008.
- A partir de 2006: Acol·lida del grup de treball Museu de Matemàtiques de Catalunya.
- 2006 i 2007: Reunions amb els coordinadors de les PAU amb l'objectiu d'estudiar millores que poden introduir-se a les PAU i debatre la conveniència de l'ús de les calculadores gràfiques durant la realització de les proves.
- 2007: El 29 de setembre es va realitzar la Jornada FEEMCAT-XEIX-SCM, «Per què hem d'estudiar matemàtiques? Reflexions entorn al currículum des d'infantil fins a la universitat». Al final d'aquesta jornada els assistents van signar un manifest dirigit al Departament d'Educació recollint la preocupació generada arran de l'assignació horària de matemàtiques a l'ESO, menor a Catalunya que a la resta de comunitats de l'Estat.
- 2007: Problemes a l'esprint s'incorpora com a activitat conjunta de la FEEMCAT i la SCM.

És intenció de la nova Junta seguir valorant cadascuna de les intervencions conjuntes SCM-FEEMCAT i intensificar aquesta relació sempre que sigui possible, amb el benentès que la col·laboració mútua facilitarà la tasca de vetllar per l'educació matemàtica dels ciutadans del nostre país.

Carme Aymerich i Pilar Royo
presidenta i expresidenta de la FEEMCAT

Cap a la creació d'un Museu de Matemàtiques de Catalunya

La formació matemàtica de les persones és essencial per al desenvolupament democràtic i tecnològic de les societats. El món actual seria impossible sense les matemàtiques, ja que aquesta formidable construcció de la intel·ligència humana és al darrere de la pràctica totalitat dels objectes que ens envolten i dels models i les teories que emmarquen la nostra vida. Paradoxalment, moltes persones en tenen una imatge deformada i no les identifiquen amb la cultura ni veuen les aplicacions que se'n deriven. Per això mateix, un dels grans reptes que afronten ara mateix les societats desenvolupades és el de promoure la democratització del coneixement matemàtic. Des d'aquesta perspectiva, ens calen tots els instruments possibles per presentar unes matemàtiques humanes, plenes d'història, aplicables i funcionals. Un d'aquests instruments és, sens dubte, disposar d'un museu de les matemàtiques.

A partir d'aquesta inquietud va néixer el grup per a l'elaboració del projecte de creació d'un museu de matemàtiques la primavera de 2006, sota els auspicis de la FEEMCAT (Federació d'Entitats per a l'Ensenyament de les Matemàtiques a Catalunya). Posteriorment, el grup va ser acollit per la Societat Catalana de Matemàtiques i per l'Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Politècnica de Catalunya. A més, en el decurs d'aquests gairebé dos anys, el grup s'ha obert a altres institucions, que també hi col·laboren, com el Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya, la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC, la Facultat de Matemàtiques de la UB i el professorat de matemàtiques de la UPF. Ara mateix, estan en procés d'incorporar-s'hi d'altres entitats.

Els objectius generals que emmarquen el nostre treball són els de divulgar i estimular una imatge social positiva de les matemàtiques, posar de manifest la seva presència i el paper que juguen per a la nostra cultura i per al nostre progrés i donar suport i complementar la tasca que es fa als centres educatius des de primària fins a la universitat.

Les primeres passes del grup han estat dirigides a definir i dissenyar el projecte, preparar exemples que permetin visualitzar-lo, divulgar-

lo, cercar suports i crear un espai virtual que empari el museu.

Paral·lelament, s'han visitat museus i exposicions i s'han mantingut entrevistes de treball amb algunes de les seves direccions («Matematikum» de Giessen a Alemanya, «Matemática Viva» de l'Atractor a Lisboa, «La Fête à Fermat» i el museu de la «Maison natale de Pierre Fermat» a França, «¿Por qué las Matemáticas?» dins l'International Congress of Mathematicians a Madrid, la «Fira de Museus i Educació» a Barcelona). El grup també ha participat com a convidat a «The European Annual Conference for Science Centres and Museums» a Lisboa.

En aquests moments ja tenim un disseny inicial del projecte i treballem en la preparació d'exemples amb la intenció de presentar una exposició itinerant que s'inauguraria amb motiu de les JAEM (Jornadas para el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas) que tindran lloc a Girona el juliol de 2009.

El fil conductor d'aquesta primera mostra seria el de la proporcionalitat, tema mitjançant el qual es poden relacionar aspectes molt diversos de l'activitat matemàtica i que, a més, té la virtut d'admetre lectures per a tots els nivells, des dels aspectes més elementals fins a aquells de considerable complexitat.

Durant aquests dos anys també hem treballat en els aspectes logístics i organitzatius: hem contactat amb entitats públiques i privades per trobar suport econòmic, hem començat a estudiar possibles ubicacions de la seu definitiva del museu a partir de contactes amb alguns municipis i amb la Diputació de Barcelona i hem iniciat l'estudi dels aspectes jurídics que han d'emparar el projecte.

Volem un museu que mostri la utilitat i l'aplicabilitat de les matemàtiques, que contribueixi a la millora de la seva imatge, amb una forta dimensió estètica, amb grans espais i grans formats, amb materials de qualitat i de disseny acurat i que convidi a la manipulació, a la reflexió i a la contemplació. Creiem que un museu és un bon lloc per pensar, per provocar reaccions i emocions, per estimular, per interessar i que permeti fer visible el que tenen en comú

coses diferents. Pensem que el museu ha de ser més aviat un punt de trobada i no un lloc per visitar i que no hauria de ser un perllongament de l'escola. El museu ha d'estar al servei de les institucions educatives, però des de fora. Volem un museu viu: perquè sigui manipulatiu i perquè faci recerca i prepari noves exposicions i nous materials.

En algunes ocasions, d'entrada i especialment amb persones no matemàtiques, el nostre projecte ha estat rebut amb cert escepticisme i hem sentit dir coses com ara: «Voleu dir un museu de matemàtiques?» o «Tan malament estan les matemàtiques que ja les voleu dur al museu?» o «En el nom que proposeu —Museu de Matemàtiques de Catalunya— només hi sobren dues paraules: museu i matemàtiques». Tanmateix, després, quan hem pogut explicar què pretenem i com volem dur-ho a terme, les opinions han estat molt favorables i encoratjadores. Això ens anima a seguir endavant i reforça la nostra ferma convicció que, tot i la complexitat de l'empresa, el Museu de Matemàtiques de Catalunya, amb una seu estable, amb recursos i un espai adequat, és possible. Tota la comuni-

tat matemàtica està convidada a participar en aquest projecte col·lectiu.

Podeu trobar més informació sobre el museu al web <http://www.mmaca.cat> que es va fer públic el maig passat.



En aquest moment els coordinadors del grup són: **Anton Aubanell** actualment és el responsable del CREAMat (Centre de Recursos per Ensenyar i Aprendre Matemàtiques) del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya), **Josep Rey** el Departament d'Educació li ha concedit una reducció del 50 % de la seva jornada com a professor per poder desenvolupar el seu treball en el si del Grup del Museu de Matemàtiques i **Damià Sabaté** és el responsable de formació del professorat de secundària en els àmbits de matemàtiques i de ciències experimentals de l'ICE (Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Politècnica de Catalunya).

Anton Aubanell, Josep Rey, Damià Sabaté



Reunió de treball del grup.

Les conjectures matemàtiques no resoltes, reptes matemàtics per al segle XXI

L'any 2000, any mundial de les matemàtiques, el Clay Institute dotà set premis, amb un milió de dòlars cadascun, per la resolució de set grans conjectures matemàtiques, anomenades des d'aleshores «Els Problemes del Mil·lenni», una de les quals ja constava a la llista dels 23 problemes presentats per David Hilbert l'any 1900. Per a més informació podeu consultar el web de l'institut, <http://www.claymath.org>.

Durant aquest semestre, el CosmoCaixa i el Centre de Recerca Matemàtica, sota la coordinació de Manuel Castellet, han organitzat un cicle de sis conferències sobre sis conjectures matemàtiques de gran interès avui dia, quatre de les quals precisament, problemes del mil·lenni. El cicle, dirigit a la comunitat científica catalana en sentit ampli, presentà, de la mà dels experts i comunicadors més destacats, l'origen, l'estat i l'aplicabilitat de sis d'aquestes grans conjectures (una d'elles, la de Poincaré, recentment resolta), que afecten aspectes tan variats com els límits de la computabilitat, l'estudi de turbulències, la teoria de fractals o el paper de la «música dels nombres primers» en la teoria de les partícules elementals. Totes sis conferències han tingut lloc a l'auditori del CosmoCaixa, amb gran èxit d'assistència i, segons opinió generalitzada, totes han estat molt interessants i de gran valor divulgatiu. Agraïm des d'aquestes línies, doncs, la bona feina feta tant pels conferencians com pels organitzadors del cicle. A continuació, fem un petit resum del contingut de cadascuna.

- Dia 17 de gener, Marcus du Sautoy (Universitat d'Oxford, Regne Unit), *La música dels nombres primers* (presentadora de la sessió: Pilar Bayer, UB). Per què Beckham va escollir la samarreta número 23? Com és que el 17 és la clau de la supervivència evolutiva d'una espècie estranya de cigala? Els nombres primers són els àtoms de l'aritmètica —l'hidrogen i l'oxigen del món dels nombres. Malgrat la seva importància fonamental en l'àmbit de les matemàtiques, representen un dels enigmes més seductors en la recerca del coneixement humà. El 1859, el matemàtic alemany Bernhard Riemann va tirar endavant una idea —una hipòtesi— que semblava revelar una harmonia màgica existent en el

camp dels nombres. Hi ha un milió de dòlars esperant que algú resolgui el misteri de la partitura oculta que podria explicar la cacofonia dels nombres primers.

- Dia 14 de febrer, Jaume Llibre (Universitat Autònoma de Barcelona, Catalunya), *La conjectura $3x + 1$ i els límits de la matemàtica* (presentador de la sessió: Armengol Gasull, UAB). El problema $3x + 1$ estudia el comportament d'una successió de nombres naturals que comença per un natural n qualsevol i que continua amb el natural $3n + 1$ si n és senar, o el $n/2$ si n és parell. La conjectura $3x + 1$ assegura que, començant des de qualsevol natural n , la repetició iterada de la funció produeix sempre finalment el valor 1. Malgrat que aquest fet s'ha pogut comprovar per a tot n més petit o igual que 4035225266123964416 amb potents ordinadors, la matemàtica actual encara no ha estat capaç de trobar-ne una demostració. El gran matemàtic Paul Erdős (1913-1996) creia que la matemàtica encara no estava preparada per a aquest problema aparentment tan simple. Continua tenint raó?
- Dia 4 de març, Antonio Córdoba (Universitat Autònoma de Madrid, Espanya), *Les matemàtiques als dominis d'Èol i Neptú: les equacions de Navier-Stokes* (presentador de la sessió: Joaquim Bruna, UAB). Les matemàtiques dels fluids concerneixen tres estats de la matèria (líquid, gas i plasma) i el seu estudi és un tema central en física i enginyeria, però també en matemàtiques, des del segle XVIII fins als nostres dies. Malgrat la seva importància i la dedicació que ha rebut, l'anàlisi dels fluids ensopegà amb dificultats enormes atès el caràcter no lineal de les seves equacions, anomenades d'Euler i de Navier-Stokes. Tot i que han donat lloc a teories profundes, encara queden moltes preguntes bàsiques la resposta de les quals seria important de conèixer per, entre d'altres objectius, poder entendre els fenòmens turbulents.
- Dia 10 d'abril, Robert Devaney (Universitat de Boston, EUA), *La geometria fractal del conjunt de Mandelbrot* (presentadora de la sessió: Núria Fagella, UB). En aquesta conferència descrivim, mitjançant una combinació d'experiments informàtics, vídeos i tècni-

ques geomètriques, les belles matemàtiques que hi ha darrere el conjunt de Mandelbrot. El conjunt de Mandelbrot es basa en unes expressions matemàtiques simples: $x^2 + c$, però és sorprenent que una fórmula tan senzilla pugui portar a imatges tan complicades. Molts han vist les intricades i belles estructures que sorgeixen d'aquest conjunt, però pocs s'adonen que cadascuna d'aquestes estructures té el seu propi significat matemàtic específic, i que els matemàtics poden entendre aquesta complexitat gairebé fins al més mínim detall. Hi ha, però, un petit problema: només entendrem completament $x^2 + c$ si la vora del conjunt de Mandelbrot està, com diríem, «localment connectada», i fins ara ningú no sap si això és cert.

- Dia 6 de maig, Avi Wigderson (Institute of Advanced Studies, Princeton, EUA), *El problema «P versus NP» i els límits del coneixement* (presentador de la sessió: Josep Díaz, UPC). El problema «P versus NP» és un problema matemàtic precís, però és únic pel seu significat filosòfic i per l'impacte que tindria la seva resolució. Si P és igual a NP , podem aspirar a resoldre de manera ràpida la majoria dels altres reptes matemàtics i científics que se'ns plantegen. Si P no és igual a NP , podem aspirar a fer que la seguretat de les interaccions electròniques sigui incondicional. En aquesta conferència, formularem el problema «P versus NP» i explicarem aquestes relacions de tanta transcendència.

També descriurem la recerca que ha suscitat aquest problema en complexitat computacional i parlarem dels intents que s'han fet per a resoldre'l.

- Dia 29 de maig, Gang Tian (Universitat de Princeton, EUA), *La conjectura de Poincaré i la geometria* (presentador de la sessió: Joan Porti, UAB). La conjectura de Poincaré, presentada l'any 1904, dóna una caracterització topològica de l'espai tridimensional més simple, la 3-esfera. Ha estat la qüestió central de la topologia, una branca molt important de les matemàtiques, i, des que es va formular ara fa més de cent anys, ha estat temptejada repetidament amb tota mena de mètodes topològics, però no hi ha hagut manera de resoldre-la. La seva importància i la seva dificultat es van posar en relleu l'any 2000, quan va entrar a formar part dels set problemes matemàtics del mil·lenni de l'Institut Clay. El 2002 i el 2003, G. Perelman va presentar tres esborranys que demostraven com fer servir els mètodes geomètrics, en particular el flux de Ricci tal com l'havia introduït i estudiat Hamilton, per establir la conjectura de Poincaré en afirmatiu. Els mètodes geomètrics implicaven la mètrica riemanniana, iniciada per Riemann a mitjan segle XIX i desenvolupada al llarg dels darrers cent cinquanta anys. L'objectiu d'aquesta conferència és proporcionar una breu panoràmica de la conjectura de Poincaré i la geometria relacionada, d'una manera intuïtiva.

Grups d'Estudi de Matemàtica i Tecnologia, GEMT2007

Aquestes jornades, que s'anomenen «Grups d'Estudi de Matemàtica i Tecnologia», ja s'havien realitzat anteriorment els anys 2001, 2002 i 2003 (es poden veure dades sobre aquestes edicions a www-fme.upc.es/gemt/). Segueixen l'estil dels European Study Groups with Industry, que van començar a realitzar-se a Oxford fa gairebé quaranta anys (vegeu www.maths.ox.ac.uk/ociam/Study-Groups/), però en el nostre cas tenen un format una mica més reduït, tant pel que fa al nombre de participants com pel nombre de temes abordats.

En uns Grups d'Estudi es reuneixen investigadors en matemàtiques, que principalment són professors i investigadors, i durant uns dies

treballen en alguns dels problemes suggerits per persones que formen part d'equips d'investigació d'empreses, institucions o equips tecnològics no matemàtics. Aquests tecnòlegs, amb els quals s'ha contactat prèviament, presenten els problemes en la primera sessió del primer dia. Posteriorment, els matemàtics es divideixen en grups, un per a cada problema, on es procura resoldre'l o apuntar possibles vies de solució. Finalment, a la darrera sessió, es presenten les conclusions, que posteriorment també es deixen per escrit.

Els GEMT2007 es van celebrar els dies 9, 10 i 11 de juliol als locals de la FME de la UPC. Van comptar amb l'assistència de vint-i-vuit participants, que provenien de diverses universitats

catalanes. L'organització va realitzar-se conjuntament entre l'OSRM de la FME i el CRM, va gaudir del suport econòmic del projecte I-MATH i va fer-se en coordinació amb el centre CESGA, de Santiago de Compostela, que també organitza jornades amb finalitats similars.

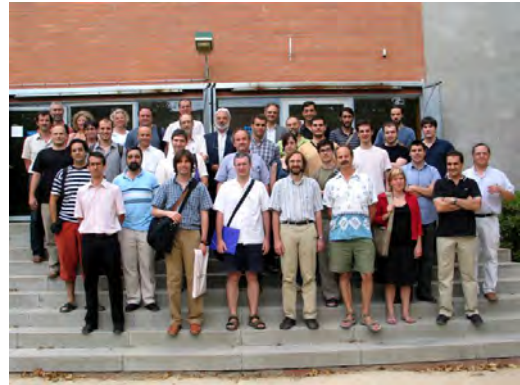
En aquesta edició s'han estudiat els problemes següents:

1. «Modelització matemàtica del rem en el llagut català», problema presentat per dos membres de la Federació Catalana de Rem. Es tractava d'estudiar algunes característiques geomètriques i mecàniques d'aquest esport tradicional.
2. «Previsió de la producció eòlica», presentat per l'empresa Ambio, SA. El problema consistia a millorar algunes de les formes actualment utilitzades per a la previsió diària de la producció en parcs eòlics.
3. «Diagnosi de fallades múltiples a la xarxa de pluviòmetres del sistema de clavegueram de Barcelona», presentat per un equip de la UPC (departament d'ESAI) que fa estudis per encàrrec de l'empresa Clabsa. El problema consistia a detectar (*on line*) els pluviòmetres que estaven fallant a partir de les dades enviades per la xarxa de pluviòmetres i pels aparells de mesura de la xarxa del clavegueram de Barcelona.

Tant els matemàtics assistents com els que van plantejar els problemes han valorat molt positivament els resultats obtinguts. El sentiment general d'uns i altres ha estat que els problemes s'han pogut treballar poc, per manca de temps, però aquest és un fet inevitable en unes jornades d'aquesta mena. Més aviat, els resultats s'han d'entendre com a primeres aproximacions que mereixerien un tractament més aprofundit i detallat en el futur.

De cada problema se n'ha redactat una resposta per escrit, que només pretén recollir les idees que van sorgir a les discussions, però que, com que s'ha pogut redactar amb menys pressa, també ha permès presentar les respostes als problemes d'una manera una mica més completa.

Aquestes respostes, juntament amb els enunciats dels problemes, apareixeran en una petita publicació, que encara està pendent de realitzar-se. Aquests escrits també podran llegir-se en el web.



Grup de participants als GEMT2007.

Des del punt de vista estrictament matemàtic, els problemes han involucrat temes molt diversos: geometria, mecànica, equacions diferencials i mètodes numèrics en el primer problema (llagut català); estadística, optimització i geometria en el segon problema (producció eòlica), i geometria, interpolació i optimització en el tercer problema (pluviòmetres). Això és una bona mostra que els problemes suggerits des d'interlocutors no matemàtics es caracteritzen precisament perquè són consistents amb la motivació del problema, i no necessàriament amb les eines per a resoldre'l.

L'interès dels Grups d'Estudi està en el fet que treuen profit del caràcter transversal que té la matemàtica. La matemàtica s'usa en moltes activitats de recerca, però de vegades passa que els investigadors especialitzats no tenen prou coneixements matemàtics o prou experiència en aquest camp. En aquest sentit, els Grups d'Estudi representen una empenta important per a activitats de recerca que puguin quedar estancades per causa de dificultats matemàtiques.

Un altre resultat dels GEMT és l'ajuda que dóna als grups de matemàtics a conèixer problemes nous d'aplicacions i a entrar en contacte amb equips tecnològics als quals d'altra manera potser no els hauria resultat fàcil d'accedir.

J. A. Carrillo, E. Fossas, J. Solà-Morales
Organitzadors

Les universitats informen

Activitats de la Facultat de Matemàtiques de la UB durant el curs 2007–2008

La Facultat de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona, dins del marc de col·laboració amb els professors de l'ensenyament secundari, ha continuat les diverses activitats que ja fa diversos anys que es porten a terme.



Matefest 2008.

Així, doncs, els dies 7 i 14 de gener va tenir lloc la xerrada-taller «Estadístiques curioses» per part de la doctora Olga Julià, del Departament de Probabilitat, Lògica i Estadística, que ens va mostrar com molt sovint es fa un ús erroni de les estadístiques en els mitjans de comunicació, fet que porta a notícies curioses i sovint falses o contradictòries. A continuació de la xerrada, els alumnes van participar en un taller on van realitzar, de manera pràctica, experiments de probabilitat i estadística. Hi van participar un total de set-cents alumnes de batxillerat de trenta-dos centres diferents, distribuïts en quatre torns.

El semestre de primavera vam escoltar, els dies 23 i 30 de gener, el doctor Oriol Pujol, del Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi, que ens va parlar de «Visió artificial: què veuen les màquines?». En aquesta xerrada ens va explicar en què consisteix la intel·ligència artificial, i ens va mostrar alguns robots de Lego prèviament programats per a realitzar tasques senzilles. Seguidament, al taller, els alumnes van poder experimentar pel seu compte el que havien escoltat prèviament. La participació va

ser de set-cents vint alumnes de batxillerat, de trenta-tres centres diferents, també distribuïts en quatre torns.

El matí del dia 30 d'abril es va celebrar l'edició d'enguany de la Matefest/Infifest (http://www.ub.edu/matefest/verb1_1infofest). Aquesta festa singular l'organitzen els mateixos alumnes de la Facultat i va adreçada als alumnes del segon cicle d'ESO i també de batxillerat. En aquesta jornada, es va poder experimentar amb les diverses vessants de les matemàtiques i de la informàtica, en les diferents parades i estands repartits per tot l'edifici històric de la UB. Al llarg del matí també es va poder gaudir de conferències i tallers. Com a novetat, aquest any es van exhibir multitud d'objectes d'interès matemàtic provinents del futur Museu de la Matemàtica (trobareu un article en aquesta mateixa *SCM/Notícies*).

Coincidint amb la Matefest/Infifest, la Facultat organitza la Jornada de Portes Obertes adreçada a tots els alumnes de secundària que vulguin informació sobre els ensenyaments que impartim.



Matefest 2008.

Des de la Facultat continuem donant suport a diversos treballs de recerca en matemàtiques, posant en contacte els nostres alumnes i professors amb aquells alumnes i tutors de batxillerat que així ho han demanat. Tornarem a començar aquesta activitat durant els primers mesos de 2009.

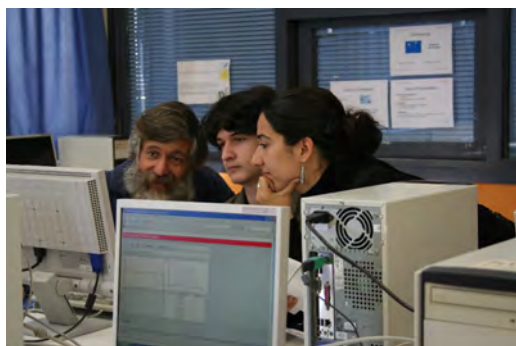
Trobareu informació de les activitats al web www.ub.edu/futursinousestudians/ubicat i més general sobre la Facultat a www.mat.ub.edu.

Núria Fagella

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

Dissabtes de les Matemàtiques i altres activitats de suport i divulgació a la UAB

Un any més, l'oferta divulgativa del Departament de Matemàtiques de la UAB ha girat al voltant de l'activitat dels Dissabtes de les Matemàtiques, que s'han realitzat durant el mes d'abril. Iniciades l'any 2000, aquestes jornades han anat evolucionant fins a adquirir el format actual, que a més d'oferir xerrades molt interessants en les diverses àrees de coneixement de la matemàtica es complementen amb tallers d'experiments, jocs i concursos dels quals tots anem aprenent.



Dissabtes de les Matemàtiques, curs 2007-2008.

L'objectiu principal d'aquesta activitat és difondre la presència de les matemàtiques en molts aspectes de la vida diària i en les noves tecnologies, obrint les portes a un públic molt ampli: des d'alumnes d'ESO i batxillerat a professors de secundària i als alumnes de la mateixa llicenciatura, que col·laboren intensament a l'hora del taller fent de monitors.

L'encarregat de la primera sessió que obria la nova temporada dels Dissabtes de les Matemàtiques 2008 fou el professor Josep Lluís Solé, que, amb la frase de Dant *Abandoneu tota esperança els qui aquí entreu*, ens va situar a les portes, no de l'infern, sinó d'un casino. Vam gaudir d'una xerrada titulada «Les matemàtiques de la incertesa», plena de referències culturals, anècdotes i paradoxes que semblen contradir el que ens dictaria el sentit comú, amb la qual els assistents van poder descobrir unes quantes pinzellades de la teoria de la probabilitat.

La segona jornada, «Els fractals a la natura», va ser a càrrec del professor Joan Torregrosa. Des d'objectes de la natura fins a la medicina moderna, els assistents van ser introduïts al concepte i estructura dels objectes fractals i, fins i

tot, en varen poder observar en un bròquil, una fulla de falguera o una radiografia òssia. En el taller, tothom va poder construir els seus fractals amb paper o pintura per endur-se'ls a casa, o observar en directe com una reacció química d'electròlisi amb coure anava creant una estructura fractal.

El va seguir un dissabte molt diferent, centrat a presentar i analitzar mètodes de votació. Una xerrada captivadora del professor Xavier Mora i, és clar, molt oportuna per a fer-nos reflexionar en un any intens d'eleccions. Mètodes de votació: podríem fer-ho millor i no caure en una paradoxa després d'una altra? Un apassionant concurs va acabar la jornada d'aquest dissabte.

Per tancar el cicle d'enguany, i commemorant l'any que la UAB dedica a la computació, el professor Juan Jesús Donaire va presentar «Les matemàtiques que s'amaguen darrere una càmera digital». Ara ja no podem deixar d'explicar les diferències que s'amaguen darrere dels diferents formats digitals. I quina millor manera d'acabar que anant a visitar el Centre de Visió per Computador, ubicat al mateix campus de Bellaterra, a qui hem d'agrair que ens mostresin l'ampli ventall de projectes capdavanters que s'hi duen a terme.



Dissabtes de les Matemàtiques, curs 2007-2008.

Ara bé, a més d'aquestes jornades es desenvolupen altres activitats de suport i divulgació. Des del Departament, i a través del programa Argó de la UAB, es dona suport a «Treballs de recerca en matemàtiques». La tasca d'aquest programa és la de posar en contacte els alumnes de batxillerat que ho sol·licitin amb el professor més adient dins del Departament. Al llarg del curs es realitzen xerrades

divulgatives, tant en els instituts com dins el campus, per a aquells que el visiten. Tota la informació pràctica sobre aquests programes de divulgació, suport i visites, així com la re-

vista electrònica de divulgació *Mat*², la podeu consultar al nou web del Departament de Matemàtiques, <http://www.uab.cat/matematiques>, dins l'apartat de Divulgació.

Berta Barquero i Natàlia Castellana
Organitzadores

Activitats de la FME durant el curs 2007–2008

Com ja va essent tradició, la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC ha dedicat el curs 2007–2008 a una personalitat del món de la matemàtica: enguany hem triat G. F. Bernhard Riemann. La lliçó inaugural del curs, «La funció ζ de Riemann», va anar a càrrec del professor Jordi Quer.



Lliçó inaugural.

En el conjunt d'activitats del cicle «La dona: element innovador en la ciència», que va organitzar la Real Sociedad Española de Matemáticas, amb la col·laboració de professorat del Departament de Matemàtica Aplicada 4 de la UPC, la FME va acollir el 28 de novembre i els dies 12 i 19 de desembre les conferències que van impartir les professores M. Jesús Carro (UB), Guadalupe Gómez (UPC) i Sònia Martínez (UCSD) titulades «Matemáticas y Matemáticas», «La Estadística: una cuestión de supervivencia» i «Control individual y coordinado de múltiples sistemas mecánicos», respectivament. En aquest context, durant el mes de març, al vestíbul de la facultat, hi va haver l'exposició «La dona: element innovador en la ciència» sobre les activitats de dones de tots els temps que han tingut un paper rellevant en el progrés científic. Aquesta exposició ha estat visitada i comentada per alguns dels estudiants de secundària que han participat en les activitats que, al voltant de l'estadística, s'organitzen els dijous.

Durant el mes de novembre, per Sant Albert, es van fer les fotografies tradicionals amb tots els estudiants a les escales del pati i, uns dies més tard, els actes d'entrega de diplomes als titulats.

El dia 18 de desembre, el professor M. Atiyah va contribuir a donar rellevància al curs Riemann amb la conferència «Riemann's Influence in Geometry, Analysis and Number Theory».

Abans de començar la conferència, el vicedirector Xavier de las Heras va anunciar, en nom del rector de la UPC, l'acord pres pel Consell de Govern de nomenar Sir Michael Atiyah doctor *honoris causa* per la Universitat Politècnica de Catalunya. L'anunci va ser acollit amb gran satisfacció per tots els assistents.

El mes de gener el professor L. Español de la Universitat de La Rioja va participar en el que en diem un «café matemàtic». Va parlar-nos de la biografia de Rey Pastor i de la seva activitat com a editor de textos universitaris.

La «Jornada Riemann» tingué lloc el mes de febrer i, també emmarcades en el curs Riemann, vam poder gaudir de les conferències que va donar el professor Muñoz Porras, de la Universitat de Salamanca, el mes d'abril.



Inauguració del cicle «La dona: element innovador en la ciència».

Els estudiants de la FME han continuat organitzant el concert de Nadal i el de Primavera,

que aquest any ha estat per Sant Jordi. La qualitat de les seves actuacions fa que aquest esdeveniment sigui molt esperat per tota la facultat. El grup de teatre enguany ha representat «Els deu negrets», d'Agatha Christie. És remarcable el nivell d'interpretació que assoleixen, a més de la qualitat dels decorats, els efectes de llum i so, etc. Totes dues representacions van ser un èxit.

El dimarts 22 d'abril a les 12 h el guanyador de l'edició 2008 del Premi Ferran Sunyer i Balaguer, Luis Barreira, de l'Instituto Superior Técnico de Lisboa, va donar la conferència «Hiperbolicity and Recurrence», en la qual va descriure el treball guanyador d'aquest premi.

Tal com ja s'havia anunciat, el dia 25 d'abril Sir Michael Atiyah va ser investit doctor *honoris causa* per la UPC en un acte solemne a l'edifici Vèrtex de la nostra Universitat. En aquest mateix número de *SCM/Notícies* podeu trobar un article dedicat específicament a aquest tema. Després del lliurament de la 5a edició del Premi Poincaré al millor treball de recerca de secundària en matemàtiques i/o estadística, la conferència «Riemann y el análisis matemático» a càrrec del doctor Antonio Córdoba (UAM) va donar per clausurat el curs 2007–2008. Podeu trobar més informació a www-fme.upc.es.

Margarida Mitjana
Vicedegana de Relacions de la FME

Activitats amb ajut de la SCM

Congrés Internacional 300 aniversari Leonhard Euler (1707-2007) Barcelona, 20–21 de setembre de 2007

El 15 d'abril de 2007 va fer tres-cents anys que va néixer un dels matemàtics més importants de la història, Leonhard Euler (1707–1783). El Grup de Recerca d'Història de la Ciència i de la Tècnica (GRHCT), juntament amb el Departament de Matemàtica Aplicada I de la Universitat Politècnica de Catalunya, va commemorar aquest tricentenari celebrant un congrés internacional, adherint-se així a tots els homenatges que la comunitat científica li va fer arreu del món.

En el congrés es va analitzar l'obra d'Euler i el seu impacte des de la seva vessant com a enginyer i des de l'àrea d'història de la ciència. Amb aquestes anàlisis es volia transmetre als participants una percepció de la matemàtica com a ciència útil, humana, interdisciplinària, dinàmica i heurística i a la vegada ampliar la formació científica dels futurs enginyers i matemàtics aportant-los nous coneixements.

Si cal destacar quelcom de l'obra d'Euler podem enumerar dos trets: la seva ingent producció científica materialitzada en la gran quantitat de memòries que va publicar, on va reflectir tots els coneixements de la matemàtica pura i mixta més innovadors del moment, i la gran diversitat d'aquesta qualificada producció amb treballs que incidiren en diferents camps d'aplicació

de les matemàtiques com ara la hidrodinàmica, l'òptica, l'artilleria, la construcció naval, etc. Les contribucions d'Euler obriren la porta a la matemàtica contemporània, ja que molts treballs matemàtics desenvolupats al segle XIX es varen fonamentar en els resultats eulerians obtinguts en el segle anterior.

El dijous 20 de setembre, a les 11 h, a l'Aula Capella de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, després d'unes paraules de benvinguda del director de l'Escola d'Enginyeria Industrial de Barcelona, Francesc Roure, el professor d'història de la ciència Guillermo Lusa, coordinador del GRHCT, va fer la presentació del congrés. Tot seguit varen tenir lloc les dues primeres conferències, la primera impartida per Giovanni Ferraro (Universitat de Molise, Campobasso) titulada «Euler's theory of integration». El professor Ferraro és historiador de la matemàtica i la seva recerca principal està centrada en les matemàtiques dels segles XVIII i XIX. Especialitzat en l'obra d'Euler, ha publicat molts articles sobre els seus treballs científics a revistes de primer rang. El professor Ferraro va presentar la noció d'integral en l'obra i en l'època d'Euler. Explicava com Euler intentava definir noves funcions emprant l'operació d'integració, però a la vegada ens assenyalava

que les presentava amb un estatus diferent de les ja conegudes en aquella època. Euler, segons Ferraro, considerava l'anàlisi com la ciència que investigava els objectes matemàtics d'una manera abstracta i general. Concretament basava els seus arguments en alguns exemples en què Euler trobava la integral general en les equacions diferencials.

La segona conferència fou impartida per Carles Perelló (UAB, Barcelona) sota el títol «Problemes d'enginyeria a L. Euler». El professor Perelló, que ha combinat al llarg de la seva vida professional activitats com a enginyer i com a matemàtic, ja va intervenir al cicle de conferències de l'any 1982 per commemorar el 200 aniversari de la mort d'Euler (Societat Catalana de Ciències, Secció de Matemàtiques). Està especialitzat en el camp científic de les equacions diferencials i és actualment president de la Societat Catalana de Matemàtiques. Ha treballat sobre Euler, posant de relleu els seus resultats més útils a l'enginyeria. En la seva dissertació va parlar dels treballs d'Euler sobre la turbina hidràulica de reacció, la flexió de les bigues i l'estabilitat de flotació dels vaixells. Ambdues conferències dels professors Ferraro i Perelló varen ser seguides d'un interessant debat per una cinquantena de persones.

A la tarda es varen presentar les comunicacions lliures sobre la figura i l'obra d'Euler. Cal assenyalar que els ponents eren de procedència molt diversa, i varen abraçar amb les seves intervencions diferents aspectes del treball d'Euler. Així, des de la vessant d'Euler enginyer i físic-matemàtic, el professor Sebastià Xambó, degà de la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC, ens va parlar d'«Euler i la dinàmica del sòlid rígid»; Josep M. Pons Poblet i Miquel Casafont (UPC) varen dissertar sobre «El fenomen del vinclament de columnes segons Euler», i Juan Miguel Suay Belenguer, de la Universitat Miguel Hernández d'Elx (Alacant), en la seva comunicació ens va parlar de «Los molinos y las cometas de Mr. Euler Le fils. Modelos matemáticos para las máquinas hidráulicas en el siglo XVIII». Altres ponents varen presentar altres obres amb aspectes més matemàtics i/o comparatius: Pedro González Urbaneja va parlar d'«Euler y la geometría analítica»; Juan Navarro Loidi (IBDG-Guipúzcoa, País Basc) va presentar la seva ponència sota el títol «El número e en los textos matemáticos españoles

del siglo XVIII»; Josep Pla, de la Universitat de Barcelona, va dissertar sobre «“Tractatus de numerorum doctrina capita sedecim quae supersunt” i els “Disquisitiones Arithmeticae”: una comparativa»; també Luis Español i Emilio Fernández, del Departamento de Matemáticas de la Universitat de la Rioja (Logroño), amb el títol «Euler, Rey Pastor y la sumabilidad de series», ens varen alligonar sobre les interpretacions d'alguns aspectes matemàtics de l'obra d'Euler. Finalment, Eduard Recasens, professor de la Facultat de Matemàtiques de la Universitat Politècnica de Catalunya, ens va parlar «Sobre un dels treballs d'Euler en geometria clàssica: l'E135». Amb un ambient distès i cordial i amb la sensació d'haver fet bona feina, es va cloure la jornada amb un sopar en què organitzadors, conferenciants i ponents varem continuar debatent sobre la figura d'Euler.



Participants a la taula rodona.

Al llarg de les dues jornades va romandre al vestíbul de l'ETSEIB l'exposició «Què va dir Euler?», en què a través d'un seguit de pòsters es mostrava una selecció de textos originals d'Euler traduïts al català per Carles Puig-Pla i M. Rosa Massa-Esteve. Des d'aquí volem agrair al professor Martin Mattmüller, que va fer una exposició similar, titulada «Experiencing Mathematics», al Museu d'Història Natural de Basilea (de juny a setembre de 2007), el permís per utilitzar la idea i algun dels textos.

El divendres 21 de setembre a la sala d'actes de la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC després d'unes paraules de benvinguda del degà de la Facultat, a les 11 h va tenir lloc la tercera conferència «La funció beta a l'obra d'Euler» per Amadeu Delshams i M. Rosa Massa (UPC, Barcelona). El professor Delshams és cap del Departament de Matemàtica Aplicada I i director del grup de recerca Equacions Diferencials, Geometria, Sistemes Dinàmics i de Control, i Aplicacions (EGSA) de la Universitat

Politécnica de Catalunya. Va participar en el Curs Poincaré (2003–2004) organitzat per la Facultat de Matemàtiques i Estadística i col·labora assíduament amb el grup GRHCT, en particular amb la professora d'història de la ciència Massa, en estudis sobre els treballs d'Euler. El professor Delshams ens va alligonar sobre com Euler el 1730 va deduir els valors d'algunes integrals, que avui anomenem funcions beta, quan intentava trobar el terme general de la progressió factorial. També ens va mostrar treballs posteriors en què Euler calculava algunes taules d'aquestes integrals relacionant-les amb altres taules calculades vuitanta anys abans per Pietro Mengoli (1626–1686).

La quarta conferència va ser impartida per Eberhard Knobloch (Universitat de Berlín) sota el títol «Euler transgressing limits: the infinite and music theory». El professor Knobloch és director de l'edició dels escrits matemàtics de Leibniz des de 1976 i actualment és president de l'Acadèmia Internacional de la Història de les Ciències i president de l'European Society for the History of Science. És un dels promotors de la celebració mundial del tricentenari d'Euler. El professor Knobloch en la seva conferència ens va fer palesa la creativitat matemàtica d'Euler a través de quatre exemples: l'anàlisi de l'infinit, el tractament de la funció Z , la utilització de les series divergents i les aportacions eulerianes a la teoria musical. Emprant dues pantalles, una amb l'original i l'altra amb la traducció i interpretació, a poc a poc ens va anar submergint

en l'univers d'un Euler optimista que creia profundament en la possibilitat de solucionar els problemes matemàtics.

Finalment, moderada pel professor d'història de la ciència Antoni Roca-Rosell (UPC, Barcelona), es va celebrar una taula rodona sobre l'impacte de l'obra d'Euler. Els ponents eren els mateixos conferenciants del congrés: Amadeu Delshams, Giovanni Ferraro, Eberhard Knobloch i Carles Perelló. Aquí els participants varen tenir una darrera oportunitat d'intervenir i debatre sobre el que va representar l'obra euleriana per a la ciència.

Per part dels organitzadors, ara estem editant un número especial de la revista *Quaderns d'Història de l'Enginyeria* sobre Euler amb les comunicacions i les conferències del congrés.

Les entitats col·laboradores han estat la Universitat Politècnica de Catalunya (ETSEIB i FME), la Càtedra Unesco de Tècnica i Cultura, la Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica i el Fons de Promoció d'Activitats de la Societat Catalana de Matemàtiques. A totes agraïm que hagin fet possible aquest esdeveniment. De fet, cada commemoració d'aniversari té la seva pròpia justificació i aquesta l'entenen vàlida per tot allò que representà i aportà l'homenatjat. El seu vessant doble de matemàtic i enginyer ens ha permès dur a terme un tipus d'experiència en què l'enginyeria i la matemàtica esdevenen dues capes de pintura que donen més llum al quadre del coneixement.

M. Rosa Massa-Esteve
Comitè Organitzador, UPC

Primer workshop sard-català sobre lògica borrosa i algebraica

Càller, Sardenya, 5 i 6 d'octubre de 2007

En els darrers anys s'ha observat una intensificació de l'activitat de recerca en les fronteres entre la lògica borrosa, la lògica algebraica abstracta, i les lògiques relacionades amb la computació quàntica. En particular, els mètodes de la lògica algebraica abstracta han mostrat la seva utilitat en l'estudi i classificació de diverses classes de lògiques no clàssiques, incloent les lògiques modals, les lògiques borroses, les lògiques subestructurals o les lògiques de la computació quàntica.

En aquestes relacions hi tenen un paper central les estructures algebraiques ordenades.

Aquest *workshop* es va organitzar per a consolidar les relacions, ja existents, entre membres de les dues comunitats d'investigadors en els temes esmentats. Aquestes relacions inclouen col·laboracions en recerca i articles conjunts, estades de lògics italians a l'Institut de Recerca en Intel·ligència Artificial del CSIC localitzat al campus de Bellaterra (Barcelona), i intervenci-

ons al Seminari de Lògiques No Clàssiques de la Universitat de Barcelona. En aquesta ocasió es van reunir set investigadors italians i quatre de catalans, a més de tres investigadors d'altres nacionalitats. El *workshop* va consistir en tretze ponències i les discussions subsegüents, i una taula rodona amb estudiants sobre les aplica-

cions actuals de la lògica a la tecnologia i a l'ensenyament de la matemàtica. Va ser coordinat per Francesco Paoli, de la Universitat de Càller, i va tenir el suport d'aquesta universitat i de la Societat Catalana de Matemàtiques a través del seu Fons de Promoció d'Activitats.

Josep Maria Font
UB

Activitats de la SCM

Trobada SCM–SCF

En el centenari de l'IEC, un segle de diàleg entre la física teòrica i la matemàtica

Jornada conjunta de la Societat Catalana de Física i la Societat Catalana de Matemàtiques, 17 de novembre de 2007

«La física és a la base de tot». Aquest va ser el lema que la SCF va adoptar el 2005 per celebrar l'Any Internacional de la Física. Certament, els físics ens referíem a un «tot» més aviat material —amb els matisos que escaiguin. De fet, pensant particularment en la matemàtica, és ben evident que no era un «tot» gaire «total», perquè sense ella la física esdevé muda, incapaç d'articular i expressar el coneixement que posseeix; cega, incapaç de fer una predicció precisa i contrastable qualitativament; i paralítica, incapaç de connectar amb el que és el seu èxit fonamental: la producció de tecnologia. La matemàtica no és tan sols un instrument per a la física, sinó que és, en un cert sentit, el seu medi espiritual, mentre que el material és el món mateix on practica l'observació i l'experimentació. Però vet aquí també que la matemàtica al seu torn és deutora de la física, ja pels problemes i reptes que aquesta li planteja o proposa, ja perquè de vegades li aporta un estil, una manera «física» d'enfocar un problema, que pot donar nova llum a la seva resolució matemàtica. De totes aquestes obvietats es dedueix que el diàleg entre la física i la matemàtica és d'allò més convenient i enriquidor per a ambdues disciplines.

Amb aquest esperit, el dia 17 de novembre de 2007 tingué lloc a la seu de l'Institut d'Estudis Catalans una jornada sota el lema «En el centenari de l'IEC, un segle de diàleg entre la física teòrica i la matemàtica», organitzada conjuntament per la SCF i la SCM. Feia temps

que les dues societats consideràvem l'oportunitat de fer alguna activitat conjunta —de fet no era la primera que fèiem— i ens va semblar que la celebració del centenari de l'IEC era una bona ocasió per dur-la a terme. La jornada va consistir en quatre ponències i un debat conjunt al final.

El primer ponent fou Joan Girbau, professor de la UAB. En la seva conferència «El problema de Cauchy per a l'equació d'Einstein», després d'una introducció molt acurada als orígens d'aquesta equació, base de la relativitat general, discutí els problemes d'existència d'una solució única donades unes dades inicials sobre una hipersuperfície —el problema de Cauchy—, i observà les peculiaritats que afecten el formalisme per causa que la teoria és invariant sota els difeomorfismes —el requeriment postulat per Einstein de la independència respecte del sistema de coordenades triat—, cosa que comporta l'existència de lligams que les dades inicials han de satisfer així com també que la unicitat de la solució ho és llevat de difeomorfismes.

El segon ponent fou Paul Townsend, professor de la Universitat de Cambridge. En la seva conferència «Supersymmetry, mechanics and geometry» féu una exposició sobre aplicacions recents de les idees de supersimetria a la mecànica. Ho exemplificà en particular mostrant com es podia derivar la formulació de Hamilton-Jacobi de la mecànica considerant extensions supersimètriques —o, millor dit, amb una conti-

nuació analítica de la supersimetria ordinària—de certes lagrangianes invariants sota reparametrizacions. El professor Townsend és reconegut com un dels pioners, juntament amb Edward Witten, de l'anomenada teoria M , que representaria el marc unificador de les teories de cordes, i que encabiria també d'altres estructures de diferents dimensions com les p -branes.

El tercer ponent, Philip Candelas, professor de la de la Universitat d'Oxford, titulà la seva conferència «The impact of modern physics on mathematics», en què exposà la influència d'idees procedents de la física per proporcionar nous mètodes en les matemàtiques. Candelas és autor de resultats que permeteren la resolució, a principi dels anys noranta, del problema enumeratiu de comptar les corbes holomòrfiques de qualsevol grau en una varietat de Calabi-Yau. Candelas es basà en la idea de la *simetria de mirall*, motivada per raonaments de tipus físic en el marc de la teoria de cordes. En la seva conferència també va mencionar les aplicacions de les teories de camps no abelianes topològiques a la teoria de nusos, que redescobreixen de manera molt directa resultats que amb el raonament matemàtic tradicional havien portat molt de temps i dificultats. Entre d'altres aplicacions que mencionà, féu esment del fet que molts aspectes del programa de Langlands es poden entendre com a conseqüències de la dualitat electricomagnètica en teories de gauge supersimètriques.

El quart ponent, Joan Grífols, professor de la UAB, ja a la sessió de la tarda, va fer, en la seva conferència titulada «La construcció física del món: impacte d'un segle de relativitat i quàntica», una exposició de la visió de l'univers, en les seves diferents escales, que presenta la física contemporània. La seva ponència va ser

molt constructiva, tot deixant veure tant la progressiva sofisticació matemàtica en què la física s'ha anat desenvolupant com els debats conceptuals a què ha anat donant lloc en el trànsit des del vell paradigma basat, diguem-ne, en Newton i Maxwell al nou paradigma edificat a partir de les dues grans revolucions de la física del segle XX. Tot emfasitzant la immensa aportació al nostre coneixement que aquestes revolucions han representat, el ponent va reunir d'una manera molt amena la perspectiva històrica amb l'esquema logicodeductiu propi de les disciplines que, com la física, són ja molt madures des del punt de vista matemàtic.

Finalment, com a clausura de la sessió, hi hagué un interessant debat entre els ponents, amb la participació del públic, que se centrà sobretot al voltant dels efectes en la comunitat matemàtica de la nova onada de mètodes procedents de la física teòrica contemporània. Es debaté en particular sobre el rigor en matemàtiques, atès que moltes vegades s'atribueix a la física teòrica uns estàndards de rigor no tan alts com els que es requereixen a les matemàtiques —de fet, en un dels llibres de la col·lecció de Landau i Lifchitz, els mateixos autors ja adverteixen al lector o lectora sobre aquesta manca de rigor—, amb el possible risc que comporta per a l'activitat de recerca de prendre camins equivocats, per causa d'haver avançat a base d'unes hipòtesis que tal vegada en el futur es puguin demostrar falses. El punt de vista general en el debat va ser, però, que s'havien d'acceptar els riscos, tot interpretant que precisament una tasca ben consubstancial a les matemàtiques és la rigorització, entesa no pas tant com un punt de partida sinó d'arribada.

Josep Maria Pons
SCF

XLIV Olimpíada Matemàtica

Els dies 27, 28 i 29 de març va tenir lloc la celebració de la XLIV Olimpíada Matemàtica Espanyola, a la Facultat de Matemàtiques de la Universitat de València. Va haver-hi un total de cent divuit participants, que ja s'havien classificat prèviament per a la final en les diferents fases locals de l'Olimpíada. Es varen atorgar sis medalles d'or, dotze de plata i di-

vuit de bronze. Els guardonats amb la medalla d'or foren Diego Izquierdo (Madrid), Alejandro Gimeno (Valladolid), Juan José Madrigal (Catalunya), Arnau Messegué (Catalunya), Gabriel Fürstenheim (Madrid) i David Alfaya (Valladolid). I les dotze medalles de plata varen ser per a Moisés Herradón (Madrid), Luis Carlos García (Múrcia), Pedro Bibiloni (Balears),

Andrés Rodríguez (Madrid), Santiago Codesido (Galícia), Alberto Calderón (Burgos), Francisco Rullán (Balears), Ricard Martínez (Catalunya), Noel Pérez (Salamanca), Nabil Abderramán (Madrid), Glenier Lázaro (La Rioja) i Ahmed Nuh Blanca (València).

Al web www.uv.es/facmat/Olimpiada08 es pot trobar més informació sobre aquesta fase final, incloent els diaris oficials de la competició, els enunciats dels problemes, la llista completa de participants i guardonats i una selecció de fotografies.

Els sis guanyadors de la medalla d'or formaran l'equip que representarà Espanya a la propera Olimpíada Matemàtica Internacional, IMO-2008. Precisament aquest any se celebrarà

a Madrid del 10 al 22 de juliol, organitzada per la Real Sociedad Matemática Española i amb la col·laboració, entre d'altres entitats, de la Societat Catalana de Matemàtiques. Al proper número de *SCM/Notícies* inclourem un article més extens sobre aquest esdeveniment matemàtic. De moment, podeu trobar-ne més informació consultant la pàgina web oficial de la IMO-2008 a www.imo-2008.es.

En la fase espanyola d'aquesta XLIV Olimpíada Matemàtica, Catalunya hi presentava nou candidats i es va emportar en total dues medalles d'or, una de plata i tres de bronze; per tant, tindrem dos representants a l'Olimpíada Internacional. No està gens malament! Felicitats als guanyadors, a tots els participants, i ànims!

Agenda

3rd Compositional Data Analysis Workshop

Organitza: V. Pawlowsky-Glahn (U. Girona), C. Barceló (U. Girona) i Gl. Mateu (U. Girona).
Data i lloc: del 27 al 30 de maig de 2008 a la Universitat de Girona.

<http://ima.udg.edu/Activitats/CoDaWork08>

Advanced Course on Taylor Methods and Computer Assisted Proofs

Organitza: IMUB
Data i lloc: del 3 al 7 de juny de 2008 a l'IMUB.
<http://http://www.imub.ub.es/cap08>

CIM/CRM Workshop on Financial Time Series

Data i lloc: del 12 al 14 de juny de 2008 al CIM, Coimbra.
Comitè científic: P. Teles (Porto School of Economics, Portugal) i P. Muñoz (UPC).
<http://www.cim.pt/wfts2008>

Workshop on Categorical Groups

Data i lloc: del 16 al 20 de juny de 2008 a l'IMUB.
Comitè científic: P. Carrasco (U. Granada), J. Elgueta (UPC), J. Kock (UAB) i A. Rodríguez (U. Granada).

http://www.crm.cat/Categorical_Groups

GAP VI: Workshop on Geometry and Physics

Data i lloc: del 16 al 21 de juny de 2008 al CRM.
Coordinadors: C. Currás (UB), R. Loja Fernandes (Instituto Superior Técnico, Portugal), D. Iglesias (CSIC), E. Miranda (UAB), S. Vu Ngoc (U. Rennes) i Ping Xu (U. Penn State U.).
<http://www.crm.cat/GAPVI>

Conference on Moment Maps

Data i lloc: del 25 al 28 de juny de 2008 al CRM.
Comitè organitzador: J. Amorós (UPC), C. Currás (UB), R. Loja Fernandes (Instituto Superior Técnico, Portugal), E. Miranda (UAB) i S. Vu Ngoc (U. Rennes).
<http://www.crm.cat/MomentMaps>

Thematic Days: New Perspectives on Malliavin Calculus

Data i lloc: 25 de juny de 2008 al CRM.
Organitzadora: M. Sanz-Solé (UB).
<http://www.crm.cat/Conferences/0708/malliavin/malliavin.html>

HOCAT 2008. Homotopy Structures in Geometry and Algebra; Derived Categories, Higher Categories

Data i lloc: del 30 de juny al 5 de juliol de 2008 al CRM.
Comitè científic: C. Casacuberta (UB), A. Joyal (U. de Quebec), J. Kock (UAB), A. Neeman (U. Nacional Australiana) i F. Neumann (U. Leicester).

<http://www.crm.cat/HOCAT2008>

5è Congrés Europeu de Matemàtiques

Data i lloc: del 14 al 18 de juliol de 2008 a Amsterdam.

Organització: European Mathematical Society i Universitat d'Amsterdam.

<http://www.5ecm.nl>

Jornades de matemàtica discreta i algorítmica

Data i lloc: del 21 al 23 de juliol del 2008 a la Universitat de Lleida.

Organització: Universitat de Lleida.

<http://www.jmda2008.udl.cat>

Barcelona Conference on Asymptotic Statistics (BAS2008)

Data i lloc: de l'1 al 5 de setembre de 2008 al CRM.

Coordinador: Vladimir Zaiats (U. Vic).

<http://www.crm.cat/BAS2008>

Advanced Course on Stability and Instability in Mechanical Systems

Data i lloc: del 15 al 19 de setembre de 2008 al CRM.

Coordinador: R. de la Llave (U. Texas, Austin), T. M. Seara (UPC) i A. Delshams (UPC).

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

Conference on Stability and Instability in Mechanical Systems: Recent progress and mathematical theory

Data i lloc: del 22 al 26 de setembre de 2008 al CRM.

Coordinador: R. de la Llave (U. Texas, Austin), T. M. Seara (UPC) i A. Delshams (UPC).

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

Workshop on Interactions between representation theory and commutative algebra

Data i lloc: del 25 al 27 de setembre de 2008 a l'IMUB.

Comitè científic: L. Angeleri-Hügel (U. dell'Insubria, Itàlia), D. Herbera (UAB) i H. Krause (U. Paderborn, Dinamarca)

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

Programa de recerca «Stability and Instability in Mechanical Systems (SIMS08)»

Data i lloc: de setembre a desembre de 2008 al CRM.

Coordinador: A. Delshams (UPC), R. de la Llave (U. Texas, Austin) i T. M. Seara (UPC).

<http://www.crm.cat/Research/0809/SIMS08/>

Contribucions

Història de la revista SCM/Notícies

El febrer de 1995 va aparèixer el número 0 de la revista *SCM/Notícies*. Volia ser una publicació periòdica que ampliés i millorés el *Noticiari de la SCM*, publicació de dues pàgines amb la informació més rellevant de l'actualitat matemàtica catalana i internacional.

El responsable d'aquell primer *Noticiari* fou en Carles Casacuberta. En aquells quatre primers números, publicats el 1993 i 1994, s'hi anunciaven les beques Leibnitz, el Premi Ferran Sunyer Balaguer, l'ICM 94, les beques postdoctorals i els semestres de sistemes dinàmics i de geometria diferencial del CRM, l'Europroj 94, les VI Jornades Pedagògiques, el Temu 95, la Creu de Sant Jordi a Lluís Santaló, els guanya-

dors de la Medalla Fields, l'aparició de les obres completes de Pere Menal, etc.

El mes de febrer de 1995, el professor Sebastià Xambó fou elegit president de la Societat Catalana de Matemàtiques (SCM). Una de les fites del nou president i de la Junta que encapçalava fou ampliar el *Noticiari*: així va néixer l'actual *SCM/Notícies*. El primer comitè editorial estava format per Carles Casacuberta, Joaquin Ortega i Antoni Gomà, i coordinat pel mateix Sebastià Xambó. No només es tractava de tenir una revista que reflectís l'actualitat matemàtica catalana i internacional i que informés els socis de la SCM de les activitats que es duïen a terme impulsades per la nova Junta, sinó que

també es volia tenir un mitjà de divulgació de les matemàtiques a Catalunya i, sobretot, un mitjà de comunicació natural de la comunitat matemàtica catalana, el «nostre diari».

Vist amb la perspectiva de més de deu anys d'història, tots aquests objectius inicials s'han anat aconseguint amb gran mesura. Actualment, la *SCM/Notícies* és una publicació periòdica ben coneguda en els diferents àmbits matemàtics del nostre país, tant universitaris com de secundària, i fa prou bé el seu paper de nexa d'unió i de punt d'informació del conjunt de matemàtics catalans.

Tornem, però, als seus inicis. Ja el 1995, el professor J. L. Ruiz, de la Universitat Politècnica de Catalunya, va iniciar el disseny de la *SCM/Notícies* i del *Butlletí* en \LaTeX . El resultat fou un fitxer d'estil, scm.cls, que ha facilitat enormement la tasca d'edició de la revista i que li ha donat un estil propi. Altres persones han col·laborat també de manera decisiva en aquestes feines d'edició i d'imatge: en J. Trias va fer un programa PostScript per a ajudar en l'edició de figures; en Toni Escolà va participar com a responsable de publicacions de l'IEC; més endavant, ja el 2001, la Teresa Sabater va dissenyar el format actual de la revista, que es va estrenar en el número 15, i en Joan Torregrosa va implementar-lo en \LaTeX . Finalment, la Maria Julià és qui s'ha encarregat, des del número 9, de la composició i l'edició final en \LaTeX , sempre amb molta cura, dedicació i eficàcia. I la Núria Fuster, des de la secretaria de la SCM, ha estat sempre al peu del canó de totes les tasques administratives.

Pel que fa al contingut, la *SCM/Notícies* va iniciar unes seccions fixes que s'han consolidat amb el temps i que encara es mantenen. Concretament, en el número zero ja apareixia la *secció de problemes* per a ser resolts, i també proposats, pels lectors. I la *secció de ressenyes de llibres*. Ja en el número u, s'engega la *secció de tesis*, on es fan sistemàticament ressenyes de totes les tesis de matemàtiques llegides a Catalunya.

La secció de problemes, la coordina inicialment el professor Gomà, amb la col·laboració del professor Josep Grané, que, com a coordinador de l'Olimpiada Matemàtica a Catalunya, aporta material d'aquestes proves. El professor Grané s'incorpora també al comitè editorial de la *SCM/Notícies* des dels seus inicis.

El professor Gomà, com a responsable de

les proves Cangur a Catalunya, també escriu periòdicament per a la *SCM/Notícies* tota la informació relativa a aquestes proves: dates, guanyadors, participació, etc. Les seccions sobre el Cangur i l'Olimpiada són fixes, i ja clàssiques, a la *SCM/Notícies*.

En el número 7 el professor Pelegrí Viader i la professora Anna Pol substitueixen al professor Joaquin Ortega en el comitè editorial de la *SCM/Notícies*.

A partir del número 9 em faig càrrec, a petició de Sebastià Xambó, de la *SCM/Notícies* amb un comitè de redacció format per Sebastià Xambó, Antoni Gomà, Josep Grané i Carles Casacuberta. La secció de tesis i ressenyes de llibres es mantenen i les assumeixo jo mateix. La secció de problemes passa a mans de Pelegrí Viader. S'inicia una secció especial sobre el «3ecm, Barcelona 2000», a càrrec de C. Casacuberta.

Uns quants números, al voltant del 10, varen mantenir una secció amb consideracions lingüístiques sobre la manera correcta de traduir al català aquelles paraules o expressions tècniques que els matemàtics utilitzem habitualment, o bé en anglès, o bé fent-ne adaptacions casolanes sovint sense prou fonament lingüístic.



Primer número en color.

A partir del número 16 la secció de problemes passa a ser responsabilitat de Carles Romero. I en el número 18 s'inicia la «columna de la Societat Matemàtica Europea», que més tard serà la secció d'Internacional, a càrrec de Marta Sanz.

A partir del número 20 em substitueix en el càrrec d'editor el professor Enric Ventura. Segueixen col·laborant amb ell, en les diferents seccions, l'Antoni Gomà, el Carles Romero, la Marta Sanz i en Josep Pla, que ha agafat últimament

amb molta iniciativa la secció de llibres. Els set números editats sota la direcció de l'Enric (l'últim dels quals teniu ara a les mans) donen continuïtat a la línia general de la revista, que manté les seccions tradicionals i intenta engregar-ne de noves i interessants, com poden ser el «fòrum de debat» entre els socis, «les universitats informen», «activitats amb ajut de la SCM», la nova pàgina sobre «webs de matemàtiques», o el «racó biogràfic» que s'estrena en el present número.

Cal esmentar que, entre els números 22 i 23, se'n va publicar un d'especial, en anglès, amb motiu de l'ICM 2006. Amb la seva distribució gratuïta a l'estand que la Societat Catalana de Matemàtiques va tenir durant l'ICM 2006 a Madrid (se'n van repartir prop de cinc-centes còpies!), la *SCM/Notícies* va contribuir amb el seu granet de sorra a la visibilitat internacional de la comunitat matemàtica catalana.

A continuació, podeu trobar una llista de les notícies més destacades dels vint-i-cinc *SCM/Notícies* que s'han editat al llarg d'aquests ja més de tretze anys. Ben segur que alguna evocarà algun record a més d'un soci:

- Homenatge a William K. Clifford (*SCM/Notícies* 1).
- La prova de Taylor i Wiles del teorema de Fermat (*SCM/Notícies* 3).
- El realisme en les matemàtiques (*SCM/Notícies* 7). Traducció d'Antoni Gomà d'un article de Morris W. Hirsch al *Bulletin* de la AMS, 1995, número 32.
- Les medalles Fields de 1998 (*SCM/Notícies* 9).
- El 3ecm (*SCM/Notícies* 10).
- Entrevista al professor Josep Vaquer (*SCM/Notícies* 11).
- Entrevista a Shiing Shen Chern (*SCM/Notícies* 12). Traducció de Imma Gálvez de l'entrevista publicada a *Notices AMS*, 45, número 7.
- Gerbert d'Orlhac i la cultura científica a l'any 1000 (*SCM/Notícies* 12).
- Any Mundial de les Matemàtiques. Jornada al Congrés de Diputats (*SCM/Notícies* 13).
- Tercer Congrés Europeu de Matemàtiques. Informe de cloenda (*SCM/Notícies* 14).
- Reunió de Degans i Directors de Matemàtiques a Barcelona (*SCM/Notícies* 15).
- Homenatge a William Tutte (*SCM/Notícies* 17).
- Homenatge a Lluís Antoni Santaló (*SCM/Notícies* 18).
- Vintè aniversari del CRM (*SCM/Notícies* 20).
- Fòrum de debat sobre la formació del professorat de matemàtiques (*SCM/Notícies* 21).
- El professor Jean-Pierre Serre investit doctor honoris causa per la UB (*SCM/Notícies* 21).
- EMS-SCM Joint Mathematical Weekend (*SCM/Notícies* 22).
- Parlem de llibres (*SCM/Notícies* 22).
- La creu de Sant Jordi per a M. Antònia Canals i Manuel Castellet (*SCM/Notícies* 23).
- Medalles Fields i premis Nevanlinna, Gauss i Abel 2006 (*SCM/Notícies* 23).
- Kangourou sans Frontières (*SCM/Notícies* 23).
- Arran de l'ICM 2006 (*SCM/Notícies* 24).
- Mathematics genealogy project (*SCM/Notícies* 24).

L'evolució ascendent de la qualitat d'aquesta revista de divulgació al llarg dels seus tretze anys de vida (tant pel que fa als continguts com a la imatge) no són res més que el reflex de la vitalitat de la Societat Catalana de Matemàtiques i de la comunitat matemàtica catalana en general, molt més enllà dels granets de sorra que hem aportat tant els qui ens hi hem dedicat en el passat com els qui s'hi dediquen en l'actualitat. No puc acabar, per tant, sense agrair la col·laboració desinteressada de molts dels socis de la SCM en l'edició de la *SCM/Notícies* al llarg de tots aquests anys. Sense la vostra contribució (com a autors, redactors, traductors, revisors, etc.) no s'hauria pogut tirar endavant aquesta revista. Gràcies, doncs, a tots.

Agustí Reventós
Exeditor de la *SCM/Notícies*

Entrevista al professor Robert L. Devaney

Robert L. Devaney va néixer a l'estat de Massachusetts, Nova Anglaterra, ara farà seixanta anys. La seva carrera professional ha estat fortament lligada, després del període doctoral i postdoctoral, a la Universitat de Boston (i més concretament al grup de sistemes dinàmics del Departament de Matemàtiques de BU), però Barcelona ha estat per a ell una ciutat de referència, cosa que ha fet possible que el congrés en ocasió del seu seixantè aniversari es faci a Tossa de Mar, aquest mes d'abril de 2008 (<http://math.bu.edu/bobfest/>).

En la seva (llarga) carrera com a matemàtic, cal destacar una prolífera suma de treballs de recerca i, al mateix temps, una atenció molt especial per la divulgació, tant a la societat en general, com a la comunitat científica o al col·lectiu de docents (universitaris o d'ensenyament secundari) de matemàtiques en particular.

Com a investigador, la seva carrera ha anat evolucionant sempre dins de l'àrea de sistemes dinàmics fins a estabilitzar-se en la dinàmica complexa. Com ell mateix moltes vegades explica, la bellesa estètica i la riquesa topològica dels conjunts que s'obtenen d'iterar famílies de funcions senzilles el va captivar. La seva irrupció en la dinàmica complexa no va ser, però, convencional. Quan la majoria dels investigadors al voltant dels anys vuitanta i noranta miraven d'explicar fenòmens lligats a funcions polinomials, amb atenció especial en la família quadràtica, ell va encetar l'estudi de les funcions enteres (o meromorfes), com la família exponencial complexa. Aquests treballs pioners són de referència obligada de molts treballs actuals sobre aquest tipus de funcions.

Però és ben clar que, com a matemàtic, Devaney ha esmerçat moltes energies a difondre les matemàtiques, i els sistemes dinàmics de manera molt particular, a tots els col·lectius receptors. Ha escrit i editat llibres de text per a alumnes tant de secundària com d'universitat o de doctorat, ha impartit una llarguíssima llista de seminaris i col·loquis en universitats d'arreu del món posant en relleu la seva capacitat de comunicació, ha dirigit més de deu tesis doctorals (dues de les quals a alumnes sortits d'universitats catalanes, el Pau Atela i la Núria Fagella), ha estat l'ànima del Fields Day (en què, cada any, més de mil alumnes de se-

cundària de tot Massachussets passen un dia parlant de matemàtiques i descobreixen la vitalitat de la nostra professió), i manté una plana web interactiva on hom pot jugar tot descobrint nocions bàsiques de sistemes dinàmics com les d'òrbita, convergència, període, caos, etc.; l'apartat «Webs de matemàtiques» d'aquesta revista us en parla. Totes aquestes activitats li han valgut força premis i distincions al màxim nivell nacional als EUA, com el (NSF) Director's Award o el Haimo Award.



Robert L. Devaney.

En els darrers anys la nostra professió està patint molts canvis. Des de la perspectiva de la recerca, cada cop és més competitiva i és més important trobar problemes que combinin la seva aplicació i interès matemàtic. Des de la perspectiva de la docència, els currículums de matemàtiques dels alumnes de secundària han patit rebaixes substancials, o la més que notòria davallada del nombre d'estudiants a les aules de les facultats de matemàtiques. Aprofitant la visita del professor Devaney a Barcelona hem pensat que podria ser interessant per als lectors de la *SCM/Notícies* fer-li algunes preguntes per veure quines són les seves impressions de tot plegat. Per tal de contextualitzar les preguntes, hem dividit l'entrevista en tres parts.

La relació amb Barcelona i el congrés d'abril

P. Recorda la seva primera visita a Barcelona? Quan va ser?

R. Recordo molt bé, tant matemàticament com personalment, la meua primera visita a Barcelona (i totes les que he anat fent després) l'any 1983. Vaig estar allotjat en un hotel molt a prop

del passeig de Gràcia i vaig tenir l'oportunitat de trobar-me amb molts matemàtics de Barcelona que coneixia pels seus treballs. A més a més, va ser en aquesta visita a Barcelona, que vàrem portar els nostres fills a Europa per primer cop i ells també en tenen un record molt bo. Sent com sóc un amant de navegar i de l'òpera, tenir el Liceu i el port a prop l'un de l'altre, amanit amb els bars de tapes per fer un mos, i un munt de bons matemàtics, fan de Barcelona la meva ciutat preferida.

P. El Departament de Matemàtiques de la Universitat de Boston (BU) ha acollit molts joves matemàtics per a fer la tesi doctoral o estades postdoctorals. Quina és la seva experiència?

R. Durant els darrers anys un nombre alt de matemàtics catalans han fet la tesi doctoral, estades postdoctorals o, simplement, estades de recerca a BU, i de la mateixa manera força estudiants meus de BU han tingut l'oportunitat de treballar i/o visitar Barcelona. Aquesta interacció ha estat extremament bona i productiva, per la qual cosa estic molt agraït a tots els qui han fet possible aquestes col·laboracions al llarg dels anys.

P. Com valoraria la relació científica amb els diferents grups de sistemes dinàmics a Barcelona?

R. He tingut força col·laboracions amb gent de Barcelona, tant quan treballava en mecànica celest com després en dinàmica complexa. I el que és més important per a mi, molts dels meus amics a Barcelona han continuat aquestes interaccions amb estudiants meus d'arreu en diversos projectes de recerca.

P. Estàs content que el congrés per celebrar el seu seixantè aniversari sigui a Catalunya?

R. A quin altre lloc ningú voldria celebrar-lo? Seré feliç de poder tornar a Barcelona per commemorar qualsevol altra data. M'encanta aquest lloc!

Recerca en matemàtiques

P. Va defensar la seva tesi doctoral l'any 1973 sota la direcció de Stephen Smale (premi *field*, 1966). Aquella va ser una època daurada pel que fa als sistemes dinàmics, i s'hi van coure molts dels conceptes clau com l'estabilitat estructural, la ferradura de Smale, la noció de caos, etc. Quina és, en la seva opinió, la influència de l'escola de Smale en la realitat dels sistemes dinàmics actuals?

R. Bé, primer cal remarcar que els sistemes

dinàmics, tal com els coneixem, vénen de més lluny, de Poincaré i fins i tot abans. Però és cert que Smale va donar un (nou) punt de vista topològic a la dinàmica. Abans de Smale, com que l'estudi topològic era més senzill en dimensions altes, es tendia a mirar a sistemes dinàmics en dimensió alta, però amb l'exemple de la ferradura (*Smale horseshoe*). Smale va posar de manifest que estudiar sistemes dinàmics en dimensió baixa era compatible amb estudiar dinàmica, i prou interessant. Més encara, va posar de manifest a la comunitat que no *tots* els sistemes dinàmics són simples; al contrari, el comportament caòtic és força comú. La comunitat d'aquests dos aspectes va promoure l'estudi de sistemes dinàmics plans i posteriorment en dimensió u (tant real com més tard complexa), amb èmfasi especial al fenomen del caos.

P. Com vostè sap, a Catalunya (i més genèricament a tot l'estat espanyol i a molts altres països europeus), la formació i la carrera professional com a investigador molts cops es realitza dins de la mateixa institució. En canvi als EUA aquesta carrera es realitza en diverses institucions, fins a trobar una situació professional estable. Quina va ser la seva trajectòria professional després de la seva tesi doctoral (abans havia obtingut l'*undergraduate degree* al College of the Holy Cross, Worcester, MA) fins a convertir-se en professor a BU?

R. Un cop acabada la tesi doctoral l'any 1973, vaig passar dos anys de postdoc a la Universitat de Northwestern (Evanston, Chicago), on vaig aprendre moltes coses de matemàtics tan rellevants com Don Saari, Bob Williams, John Franks i Clark Robinson. Després vaig anar a la Universitat de Tufts (Medford, Boston, MA), on vaig treballar amb Ziggy Nitecki. Casualment, mentre era a Tufts, es va obrir una oportunitat a la veïna Universitat de Boston (Boston, MA), on estaven mirant de consolidar un equip de treball en sistemes dinàmics. Tot i gaudir d'una posició permanent a Tufts, vaig pensar que participar en aquest nou projecte era una tasca engrescadora. Ara puc dir que va ser una molt bona tria.

P. Ja hem vist que la seva carrera professional, com és usual als EUA, va fer força canvis fins a la seva estabilització a BU. Però el que potser no és *tan* usual, és el canvi de línia de recerca poc després de finalitzada la tesi doctoral. Què el va empenyer als anys vuitanta a deixar la

mecànica celest (amb què havia treballat fins llavors) i posar-se a treballar en una nova línia de recerca en estat embrionari com era la dinàmica complexa?

R. De fet, la meua recerca va evolucionar al llarg dels anys. La mecànica celest era un camp molt atractiu amb moltes preguntes interessants i difícils per treballar. Penseu que en aquell temps hi treballaven matemàtics tan importants com Kolmogorov, Arnold, Moser, etc. I els havien precedit Poincaré, Lagrange, Legendre, etc. Així, doncs, era una àrea que despertava l'interès de molts matemàtics. La meua recerca en mecànica celest es va anar centrant a estudiar la secció de Poincaré per a alguns sistemes, la qual cosa em va portar a estudiar sistemes dinàmics generats per aplicacions (funcions) del pla que preservaven àrea. Un cop era aquí, em vaig interessar per aplicacions planes més generals com l'aplicació d'Henon i finalment en sistemes dinàmics en dimensió 1. En aquest punt de l'evolució científica (som al voltant de 1980), igual que va passar a molts d'altres matemàtics, vaig quedar fascinat per les meravelloses imatges del conjunt de Mandelbrot i el meu interès per la dinàmica complexa estava servit.

P. Quin dels seus treballs primerencs en dinàmica complexa creu que ha tingut més influència o n'està més orgullós?

R. Penso que del que estic més orgullós és del meu treball en funcions transcendents, especialment de la família exponencial complexa $E_\lambda(z) = \lambda e^z$, i de les connexions entre dinàmica i topologia que s'obtenen en estudiar aquestes funcions (*Cantor bouquets*, *indecomposable continua*, etc). Cal emfasitzar que en els anys vuitanta molt pocs investigadors treballaven amb funcions transcendents, atès que tothom es concentrava en funcions racionals. Curiosament, ara, quan molts d'ells treballen amb funcions meromorfe transcendents, jo treballo més que mai en funcions racionals...

P. Tot i que no podem oblidar que els pares de la dinàmica complexa són Julia i Fatou amb els seus treballs durant la dècada 1920–1930, i tampoc no podem oblidar personatges tan importants com Siegel, Baker o tants d'altres, vostè pertany a la generació de matemàtics que va iniciar un impuls important a la dinàmica complexa coincidint amb el naixement de la informàtica. Com veu el camp de la dinàmica complexa després de trenta anys?

R. La dinàmica complexa ha experimentat, durant aquest període, una infinitat de noves línies que inclouen l'estudi en dimensió superior, l'estudi d'equacions diferencials complexes, l'estudi dels espais dinàmics i de paràmetre de moltes famílies, etc. Amb tot, almenys com jo ho veig, som en un atzucac pel que fa a preguntes fonamentals de l'àrea, com ara la demostració de la connectivitat local del conjunt de Mandelbrot. Necessitem noves idees o mirar en altres branques de la matemàtica per poder fer un pas en aquesta direcció. Certament, això passarà, però quan i com, no ho sé.

Docència i matemàtiques

P. És conegut que el seu interès molt concret en didàctica de les matemàtiques ve de lluny. Creu que hi ha un problema quan els matemàtics han d'explicar el que fan i per què ho fan?

R. Sí, certament els matemàtics tenim un problema en aquest punt. Tot i que hi ha altres paràmetres a tenir en compte, un fet clau que explica molt bé què ens passa és el «*què ensenyem*». Tots els estudiants dels EUA tenen almenys dotze anys de cursos de matemàtiques mentre són a l'escola primària, secundària i batxillerat. I què és el que ells veuen/estudien? Els expliquem geometria del segle quart aC, àlgebra del segle XI, i si són molt aplicats i segueixen interessats els expliquem càlcul del segle XVII. Per tant, mai en tots aquests anys veuen res nou, actual i interessant en el camp. Compareu això amb altres branques de la ciència com biologia, astronomia, enginyeria, etc. Els alumnes poden percebre l'interès de tots aquests àmbits del coneixement, ja que veuen les seves aplicacions o usos actuals. Molt probablement no poden tenir un coneixement gaire profund d'aquestes noves realitats, però almenys capten que són interessants i actuals. Penso que, en la mesura del possible, hem d'incorporar la matemàtica contemporània als currículums docents. Això no només farà la nostra tasca docent més interessant per a nosaltres mateixos sinó que farà la matemàtica més interessant als nostres estudiants.

P. En un cert sentit, l'interès per l'educació matemàtica no és prou ben valorat per la comunitat matemàtica més activa en recerca. Per què creu que passa això?

R. Als EUA aquest és un problema important. La raó de fons, no la sé. El que sí que sé és que

fins fa molt pocs anys no hi havia cap tipus d'interessu per comunicar eficientment matemàtiques al públic en general. Sovint vaig poder veure com fer un pas en aquesta direcció era considerat com un cert descèdit a la meua carrera com a investigador. Això, és clar, va ser equivalent a un suïcidi de la disciplina matemàtica, ja que el públic en general i el govern en particular va anar perdent interès per donar suport econòmic a res que tingués a veure amb la recerca matemàtica. Imagineu un biòleg, un físic o un astrònom que no volgués comunicar els seus últims descobriments o avenços a la societat: mai passa ni passarà. Però ara això està canviant. Penso que la incorporació dels ordinadors a la recerca i, per tant, la possibilitat de visualitzar les matemàtiques està tenint un impacte decisiu. La NSF (National Scientific Foundation) està posant cada cop més èmfasi en aspectes d'educació en ciències, i particularment, matemàtiques. Conseqüentment, cada cop més investigadors de primer nivell en matemàtiques estan involucrats en activitats relacionades en docència.

P. Vostè és un dels impulsors de l'organització dels Mathematics Fields Days. Podria explicar una mica en què consisteixen?

R. Cada any organitzem dos Math Days a la Universitat de Boston. Vénen uns cinc-cents o sis-cents alumnes de batxillerat (cadascun dels dies) i, bàsicament, els expliquem què és nou i engrescador en matemàtiques. Fem el mateix dos cops a l'any a diferents ciutats dels EUA. Com que ja fa quinze anys que l'activitat es porta a terme, molts cops trobo gent que fa força anys va venir, i encara recorda molt positivament la trobada, cosa que m'omple de gratificació.

P. A Catalunya hi ha quasi bé unanimitat en el fet que el nivell matemàtic dels estudiants de matemàtiques de batxillerat és molt més baix que fa uns anys. Hi ha la mateixa percepció als EUA?

R. Sí, l'habilitat matemàtica és molt més baixa que anys enrere. Però això també és cert en moltes altres disciplines. Hom pot culpar la tecnologia o el context social com a causa d'aquest fet. Però una de les raons és la tipologia d'estudiants que tenim a l'aula. Quan jo estudiava a l'escola, els cursos de matemàtiques eren considerats d'elit i, per tant, molts estudiants, i en especial les noies, eren desanimats a cursar-los. Ara, la cultura ha canviat força, i molta gent veu interessant fer cursos de matemàtiques, sempre

que la seva profunditat no sigui massa elevada. Això ens porta a l'aula una diversitat més gran d'alumnes, i nous reptes per part dels professors per mirar de donar a cadascú allò que busca.

P. Seguint els arguments anteriors, què creu que podem fer des de la Universitat per motivar els nostres alumnes?

R. Penso que una bona eina és promoure activitats com el Math Day. D'aquesta manera es pot treballar amb professors de secundària o batxillerat, mostrant-los noves matemàtiques (i més contemporànies) que poden explicar al seu torn als alumnes que tenen a l'aula. Això farà que l'interès dels estudiants per la matemàtica vagi creixent i els estimularem a considerar les matemàtiques com una eina útil i necessària.

P. En la majoria dels seus llibres (com, per exemple, la nova versió del *Hirsch-Smale* sobre sistemes dinàmics) fa una aposta clara per una presentació *qualitativa*. Per què creu que aquesta és una aproximació millor a la teoria?

R. Temps enrere, quan no podíem usar els ordinadors, l'única eina que teníem per conèixer les solucions de les edo era calcular-les. Els matemàtics miraven de resoldre les equacions analíticament, molts cops sense èxit. La manera que tenien per sortir-se'n (quan l'equació no tenia solució analítica) era canviar el model per tal d'obtenir una equació que sí que es pogués resoldre. Recordo que, en un curs de física quan anava a l'escola, l'equació del pèndol es va convertir en una equació lineal que sí que es podia resoldre, però que mostrava molt parcialment tota la riquesa dinàmica del pèndol. Ara l'ús apropiat dels ordinadors permet resoldre numèricament i qualitativament les equacions i conèixer, almenys en primera aproximació, què passa amb les solucions sense necessitat de conèixer-les explícitament.

P. Molts matemàtics de les nostres universitats han après equacions diferencials estudiant la primera edició dels *Hirsch-Smale*. Com va ser que varen pensar de fer-ne una segona edició revisada (on vostè n'és un dels autors)?

R. La raó és doble. La primera és que el llibre va ser escrit quan els sistemes dinàmics, tal com ara els entenem, estaven en un moment molt germinal. Nocions bàsiques com la de caos només són introduïdes de forma tangencial en la primera edició. La segona raó és que la primera edició va ser escrita bàsicament per matemàtics (només cal mirar el nivell d'àlgebra

que cal per llegir-la). Ara, almenys als EUA, molts estudiants d'aquest tipus de cursos provenen de moltes àrees diferents (enginyers, biòlegs, economia, etc). Com a conseqüència d'això, els autors inicials volien fer arribar el llibre a una

audiència molt més gran i afegir-li algunes de les aportacions dels últims temps a problemes presentats a l'edició anterior. És així que varen encarregar-me la nova edició.

Xavier Jarque i Núria Fagella
UB

Premis

Premi Abel 2008 per a Thompson i Tits

El Premi Abel 2008, ha estat atorgat conjuntament a John Griggs Thompson (graduate research professor a la Universitat de Florida) i Jacques Tits (professor emèrit al Collège de France) «for their profound achievements in algebra and in particular for shaping modern group theory», segons diu textualment el text de nominació de la *Norwegian Academy of Science and Letters*, que és l'organisme que atorga aquest prestigiós guardó anual, des de 2003.

A continuació, reproduïm dos textos de Arne B. Sletsjøe sobre els treballs pels quals han merescut aquest guardó (podeu trobar els originals al web del premi Abel, <http://www.abelprisen.no/en/>). La traducció és de Josep Rubió de la UPC.



John Griggs Thompson.



Jacques Tits.

Per què es concedeix el Premi Abel 2008 a John G. Thompson?

El Comitè Abel escriu sobre John Griggs Thompson a la menció per al premi Abel 2008: *Thompson va revolucionar la teoria dels grups finits provant teoremes extraordinàriament profunds que van posar els fonaments de la classificació completa dels grups finits simples, un dels èxits més grans de les matemàtiques del segle XX.*

Aquí el Comitè Abel es refereix a l'enorme projecte internacional conegut amb el nom de Classificació dels Grups Finites Simples, que va començar durant la dècada dels cinquanta i va acabar als voltants de l'any 1980. Daniel Gorenstein, que va tenir una visió de conjunt de tot el projecte i que el va conduir a un final amb

èxit, més tard va escriure: *la classificació dels grups finits simples es va completar el febrer de 1981.*

Poca gent podia imaginar que aquesta etapa s'assoliria en tres dècades. Els grups simples són els àtoms de la teoria de grups; essent simples, són les peces fonamentals constitutives de tots els altres grups finits. Una classificació de tots els grups finits ha de començar, per tant, amb els grups simples.

En el Congrés Internacional de Matemàtics d'Amsterdam, l'any 1954, Richard Brauer va suggerir una estratègia per a la compleció d'aquest projecte. El comentari final de Gorenstein es referia a una de les demostracions més remarcables de la història de les matemàtiques. Aquesta demostració abraça més de mil pàgines

de cinc-cents articles fets per més de cent matemàtics de tot el món. A continuació donem una versió reduïda del teorema:

Teorema de classificació dels grups finits simples.

Tot grup finit simple o bé pertany a una de les tres famílies següents: grups cíclics d'ordre primer, grups alternats, o grups de Lie finits; o bé és un dels vint-i-sis grups esporàdics.

L'avanç més important en el projecte de classificació va ocórrer l'any 1962. Com diu el Comitè: *En un avanç clau, Feit i Thompson van demostrar que tot grup simple no elemental té un nombre parell d'elements. Equivalentment, tot grup finit d'ordre senar és resoluble.*

Això és un bonic exemple del fet que, molt sovint, el més simple és també el millor (i el més difícil): el teorema es pot enunciar utilitzant vuit paraules i pot ser entès per un estudiant de matemàtiques de llicenciatura; la demostració original omplia un volum sencer del *Pacific Journal of Mathematics* (255 pàgines), i el resultat va causar una revolució dins de la teoria moderna de grups. El següent teorema de Thompson donava una classificació dels anomenats grups N . El Comitè escriu: *Més endavant Thompson va ampliar el seu resultat i va establir una classificació d'un tipus important de grup finit simple, anomenat grup N . Arribats a aquest punt, el projecte de classificació semblava estar a l'abast de la mà i...*

El visionari conferenciant del Congrés d'Amsterdam va arribar a una conclusió semblant quan un altre cop va fer una xerrada sobre el projecte, al Congrés Internacional de Niça de l'any 1970. Richard Brauer digué: *Fins als anys seixanta no se sabia realment res de veritable interès sobre grups simples generals d'ordre finit...*

Thompson va continuar el seu treball sobre el projecte de classificació, i el seu interès es va centrar en els vint-i-sis grups esporàdics. Els cinc primers d'aquests grups es van trobar en una etapa primerenca de la teoria de grups, concretament per Émile Mathieu als anys 1860. Els grups de Mathieu no eren especialment grans. El més gran, el M_{24} , té ordre 244.823.040, un nombre petit tenint en compte que es tracta d'un grup esporàdic. El grup esporàdic més gran fou anomenat *el Monstre* per John Conway. Per entendre'l, cal anar a l'espai de dimensió 196.883, i té més elements que el nombre total d'àtoms

del Sol, exactament:

808.017.424.794.512.875.886.459.904.

961.710.757.005.754.368.000.000.000.

Un altre dels grups esporàdics ha rebut el nom del seu creador, John Thompson. S'anomena *Thompson grupp*, abreviadament *Th*. L'ordre del *Th* és 90.745.943.887.872.000, també relativament petit comparat amb el Monstre. En la seva menció, el Comitè fa referència al treball de Thompson sobre els grups esporàdics: *La seva gairebé increïble conclusió és que tots els grups finits simples pertanyen a certes famílies estàndard, amb l'excepció dels vint-i-sis grups esporàdics. Thompson i els seus estudiants van jugar un paper fonamental en la comprensió de les propietats fascinants d'aquests grups esporàdics, incloent-hi el més gran, l'anomenat Monstre.*

Thompson és considerat per molts com el principal expert mundial en grups finits. El seu nom estarà lligat per sempre més a l'enorme projecte de classificació, o també a la *Guerra dels Trenta Anys*, com Daniel Gorenstein el va anomenar. Però el punt culminant és el teorema de Feit-Thompson, tan compactament formulat que paga la pena tornar-lo a repetir: *tot grup finit d'ordre senar és resoluble.*

Per què es concedeix el Premi Abel 2008 a Jacques Tits?

El Comitè Abel escriu sobre Jacques Tits a la menció per al premi Abel 2008: *Tits creà una nova visió altament influent dels grups com a objectes geomètrics. Va introduir el que es coneix amb el nom de construcció de Tits, que codifica en termes geomètrics l'estructura algebraica dels grups lineals.*

Igual que Thompson, Tits treballa en teoria de grups. Però hi ha una diferència en les seves àrees d'interès. Mentre que Thompson treballa principalment en grups finits, l'interès de Tits recau en els *grups lineals*, normalment infinits.

Tot i així, els dos conceptes no són tan diferents, ja que satisfan el mateix conjunt d'axiomes. El dos grups de simetria següents il·lustren les diferències entre els casos finit i infinit. En un cercle donat inscrivim un n -gon regular, amb totes les seves arestes de la mateixa longitud. Un n -gon té $2n$ simetries (que formen el grup dièdric). Si permetem que el nombre d'arestes

tendeixi a infinit, el polígon es va assemblant més i més a un cercle. El mateix passa amb el grup de simetries, passant d'un grup finit en el cas discret del n -gon a un grup continu en el cas del cercle. Això il·lustra la natura dels grups lineals.

Durant la dècada dels seixanta, Tits va crear un marc geomètric per estudiar els grups lineals. En un sistema teòric extraordinari, donant noms provinents de l'arquitectura a tots els conceptes, Tits podia donar una descripció geomètrica d'estructures purament algebraiques. Crea els *buildings*, els *apartments* i les *galleries*; els noms de les components de la construcció ajuden el lector a crear una intuïció molt profitosa de qüestions algebraiques difícils.

L'arquitectura de Tits no només és una construcció espectacular d'interès teòric. El Comitè menciona diverses aplicacions d'aquesta construcció: *La teoria de construccions és un principi unificador central d'una varietat extraordinària d'aplicacions, com per exemple a la classificació de grups algebraics i grups de Lie, a grups finits simples, a grups de Kac-Moody (utilitzats pels físics teòrics), a geometria combinatòria (utilitzada en informàtica) i a l'estudi del fenomen de rigidesa en espais de curvatura negativa.*

Un altre camp esmentat pel Comitè lliga els

dos homenatjats: *L'aproximació a la geometria de Tits va ser essencial en l'estudi i desenvolupament dels grups esporàdics, incloent el Monstre.*

Un dels grups esporàdics està sovint relacionat amb Tits: l'anomenat *grup de Janko-Hall*. Tits va descriure aquest grup com el grup d'automorfismes d'un graf de 100 vèrtexs i 1.800 arestes. Aquest grup té ordre 604.800; sovint Tits fa broma sobre aquest nombre: *l'ordre 604.800 del grup de Janko-Hall coincideix amb el nombre de segons d'una setmana*. Tits també té el seu nom lligat a una altra branca de la teoria de grups. Citant el Comitè: *[Tits] també va establir la cèlebre «alternativa de Tits»: tot grup lineal finitament generat és virtualment resoluble o bé conté una còpia del grup lliure amb dos generadors. Aquest resultat ha inspirat nombroses variacions i aplicacions.*

Un grup *virtualment resoluble* és un grup que conté un subgrup d'índex finit resoluble. Un grup lliure amb dos generadors és generat per aquests dos generadors, i no hi ha relacions entre ells ni entre les seves potències. Per tant, si un grup lineal finitament generat és tal que no podem trobar dos generadors lliures, aleshores com a mínim conté un subgrup resoluble d'índex finit. L'alternativa de Tits és un altre resultat profund i potent que il·lumina la teoria de grups.

Premi FSB 2007

«Lectures on determinantal ideals»

Rosa Maria Miró-Roig

La font clàssica sobre el tema d'ideals determinants ha estat, i segueix essent, el llibre *Determinantal Rings* de Winfried Bruns i Udo Vetter, publicat el 1988 i ara ja exhaurit (però disponible en línia a [2]). Aquests autors comencen amb l'observació «els anells i les varietats determinants han estat un tema central d'àlgebra commutativa i de geometria algebraica. El seu estudi ha atret molts investigadors prominents i ha motivat la creació de teories que es poden considerar en l'actualitat part de la teoria general d'anells commutatius.» I continuen dient: «són algebraistes i, per tant, el tema serà tractat des d'un punt de vista algebraic».

Durant els aproximadament vint anys des de la publicació del llibre de Bruns i Vetter, el tema ha continuat inspirant força recerca i, de fet, molta d'ella ha tingut més sabor geomètric que no pas algebraic. Aquest nou i preciós llibre escrit per Rosa Maria Miró-Roig proporciona l'útil servei d'il·lustrar algunes de les direccions geomètriques d'aquesta línia de recerca, des de la perspectiva d'un dels autors més actius en aquesta aventura. Mentre que, certament, durant aquest temps també s'ha fet molta recerca en altres direccions, els temes coberts a la monografia són tractats de manera molt entenedora, i donen al lector una idea acurada de la situació

actual i de la bellesa d'aquest tema. És un text molt clar, gairebé autocontingut, i força mereixedor del premi Ferran Sunyer i Balaguer 2007. L'entusiasme de l'autora per a aquest tema hi és ben palès.

En gran mesura, l'interès i la feina feta per la Rosa Maria en aquesta àrea neix de la col·laboració conjunta [8], que ella i jo vam escriure juntament amb Jan Kleppe, Uwe Nagel i Chris Peterson, encara que ha anat força més lluny d'aquelles arrels inicials. Aquella col·laboració va inspirar molts altres treballs de diversos autors, entre els quals figura el seu llibre i un altre que vaig escriure sobre teoria de l'enllaç i mòduls de deficiència [9]. Mentre escric aquesta ressenya, em vénen a la memòria les tres setmanes de 1997, quan tots cinc ens vam trobar a Barcelona per a estudiar aquests temes, com un dels moments de treball més emocionants i entranyables que mai he tingut: bons amics, bon menjar i vi espanyols, i un bon ritme de progrés sobre les qüestions que estàvem estudiant. Què millor que tot això!

El tema general del treball de la Rosa Maria (tant en aquest llibre com en gran part dels seus treballs d'investigació) són els subesquemes d'un espai projectiu \mathbb{P}^n ; per tant, tots els ideals que estudia són homogènis (és a dir, admeten un conjunt de generadors que consta de polinomis homogènis) a l'anell de polinomis $R = K[x_0, \dots, x_n]$, on K és un cos algebraicament tancat de característica zero.

El llibre de la Rosa Maria comença amb un capítol d'introducció. Primer explica resultats bàsics sobre resolucions lliures minimal, funcions i polinomis de Hilbert, esquemes ACM, esquemes AG, ideals determinants i teoria de l'enllaç. Molt del material d'aquest capítol (així com també parts del segon i del tercer) es pot trobar també a [9], referència no citada al llibre de la Rosa Maria; el lector interessat pot consultar també aquesta referència.

Donarem primer una breu visió de conjunt d'aquest material bàsic, com qui fa una visita de deu minuts al Museu del Prado.

Un subesquema, V , de l'espai projectiu es defineix a través d'un ideal homogeni saturat I_V , o, equivalentment, a través del feix ideal \mathcal{I}_V . Diem que V és aritmèticament Cohen-Macaulay (ACM) si R/I_V és un anell Cohen-Macaulay. Hi ha una formulació equivalent donada per l'anul·lació de la cohomologia $H^i(\mathbb{P}^n, \mathcal{I}_V(t))$ per a tot t

i per $1 \leq i \leq \dim V$, i una altra en termes de la resolució lliure minimal de R/I_V (concretament, que la llargada d'aquesta resolució coincideixi amb la codimensió de V). Més generalment, l'obstrucció de V per a ser ACM pot ser mesurada pels mòduls de deficiència $\bigoplus_t H^i(\mathbb{P}^n, \mathcal{I}_V(t))$, per a $1 \leq i \leq \dim V$.

Diem que V és aritmèticament Gorenstein (AG) si R/I_V és un anell de Gorenstein. Equivalentment, V és AG si és ACM i l'últim mòdul en la resolució lliure minimal de R/I_V té rang 1. En són un cas especial els V d'*intersecció completa*, i. e. quan la codimensió de V és igual al nombre mínim de generadors de I_V .

Com el seu nom suggereix, un *ideal determinantal* $I_r(\mathcal{A})$ és un ideal que estigui generat pels menors $r \times r$ d'una matriu \mathcal{A} amb entrades polinòmiques i mida $p \times q$. Com que volem ideals homogènis, exigim que la mateixa matriu \mathcal{A} sigui homogènia; és a dir, que \mathcal{A} representi un morfisme de R -mòduls lliures graduats $\phi: F \rightarrow G$ de grau zero i, per tant, que els seus menors siguin homogènis. Si els menors són maximals, és a dir si $r = \max\{p, q\}$, diem que aquest ideal és *determinantal estàndard*. Si \mathcal{A} és una matriu $m \times m$ simètrica i homogènia llavors $I_r(\mathcal{A})$ s'anomena un *ideal determinantal simètric*. De fet, en tots aquests casos hi ha una suposició tècnica addicional sobre la codimensió del *locus* (el lloc geomètric definit per aquests menors), que no mencionarem aquí. Comentem, però, que imposant una condició encara més forta sobre el *locus* d'una certa submatriu, obtenim uns ideals determinantals estàndards especials anomenats *bons ideals determinantals*.

Quan volem estudiar el *locus* a l'espai projectiu definit per un ideal determinantal de qualsevol classe, ens referim a una *varietat determinantal* o, més generalment, a un *esquema determinantal*. Diverses varietats clàssiques, com les varietats de Segre, els *scrolls* racionals normals o les varietats de Veronese, són exemples d'esquemes determinantals. La Rosa Maria dóna tot el *background* necessari sobre ideals determinantals, incloent temes com el complex d'Eagon-Northcott i el complex de Buchsbaum-Rim. També introdueix els esquemes paramètrics $W(\underline{b}, \underline{a})$ per a esquemes determinantals, que seran d'interès a la segona meitat del llibre.

Aquests temes, especialment la noció d'esquemes AG, són centrals per a la teoria de

l'enllaç. Des del punt de vista geomètric, dos subesquemes es diu que estan *G-enllaçats* (resp. *CI-enllaçats*) si són equidimensionals sense components en comú, i la seva unió és AG (resp. una intersecció completa). Hi ha una reformulació algebraica, que ometrem aquí, que evita la necessitat de no tenir components en comú. La relació d'equivalència generada per aquests enllaços s'anomena *G-liaison* (resp. *CI-liaison*) i, en ambdós casos, podem refinar-la considerant la relació d'equivalència *even liaison*, generada per quantitats parells dels esmentats enllaços. (Una de les filosofies que sorgiren de [8] és precisament que l'*even G-liaison* és, en gran mesura, una teoria de divisors per a subesquemes ACM. Aquest punt de vista ha estat llargament desenvolupat des de llavors, principalment per Hartshorne en una sèrie d'articles seus.)

En el cas de codimensió dos, moltes de les idees esmentades s'expressen conjuntament d'una manera particularment simple i elegant. Primer, en aquest context tots els esquemes AG són interseccions completes. La resolució lliure minimal de l'anell de coordenades R/I_V d'un esquema ACM de codimensió dos té llargada dos i, per tant, té la forma

$$0 \rightarrow \mathbb{F}_2 \xrightarrow{\times A} \mathbb{F}_1 \rightarrow R \rightarrow R/I_V \rightarrow 0,$$

on $\text{rank } \mathbb{F}_1 = \text{rank } \mathbb{F}_2 + 1$. La matriu A s'anomena matriu de Hilbert-Burch de V , i el cèlebre teorema de Hilbert i Burch diu que els menors maximals de A formen un conjunt generador minimal per a I_V . Així, els esquemes ACM de codimensió dos són sempre determinants estàndard. Això no és cert per a codimensions superiors.

El capítol 2 comença amb més resultats bàsics sobre teoria de l'enllaç en codimensió arbitrària. Aquí la Rosa Maria descriu el comportament de certes resolucions localment lliures de \mathcal{I}_V sota enllaç (utilitzant un argument estàndard sobre *mapping cones*) i, com a conseqüència, descriu de quina manera els mòduls de deficiència són invariants. És a dir, si V_1 i V_2 estan enllaçats, llavors els mòduls de deficiència de V_1 i V_2 estan relacionats per una combinació una mica tècnica de desplaçament, dualitat i intercanvi d'índexs. I una conseqüència immediata n'és la invariància per enllaç de la propietat ACM; això és central per a molts dels temes d'aquest llibre. Una altra bonica i important conseqüència és que si V_1 i V_2 estan parellament

enllaçats llavors hi ha un enter fix d tal que $H^i(\mathbb{P}^n, \mathcal{I}_{V_1}(t)) \cong H^i(\mathbb{P}^n, \mathcal{I}_{V_2}(t+d))$ per a tot $1 \leq i \leq \dim V_1$ i tot t .

Un dels primers resultats importants sobre teoria de l'enllaç diu que, en codimensió dos, tots els esquemes ACM són a la classe de *CI-liaison* d'una intersecció completa (i. e. són esquemes anomenats *licci*). Això és un resultat de Gaeta [3] i d'Apery [1] per a corbes de \mathbb{P}^3 , i de Peskine i Szpiro [12] en general i en el llenguatge modern d'esquemes; normalment es coneix com a teorema de Gaeta. Un dels problemes que motivaren [8] fou el següent: fins a quin punt es pot estendre a codimensió més alta, el teorema de Gaeta que, per codimensió dos, diu que tots els esquemes ACM són *licci*? Tal com la Rosa Maria explica detalladament en les primeres dues seccions del capítol 2, hi ha bastant a dir sobre les classes de *CI-liaison* de subesquemes ACM de codimensió ≥ 3 . Un d'aquests resultats és el fet que hi ha infinites classes de *CI-liaison* que contenen esquemes determinants estàndards. Però en certa manera, un problema més prometedori és el de determinar què es pot dir per a *G-liaison*.

És encara una pregunta oberta de gran interès si tots els esquemes ACM són a la classe de *G-liaison* d'una intersecció completa (anomenats esquemes *glicci*). Se sap [10] que la resposta és afirmativa llevat deformació, però més enllà d'això no hi ha cap resultat general conegut. Tanmateix una de les idees del nostre grup de Barcelona fou que, en codimensió dos, és més productiu pensar en els nostres esquemes com a determinants estàndard, més que com a esquemes ACM (tot i que són nocions equivalents en aquell context). Això va portar a un dels nostres resultats més interessants, generalitzant directament el teorema de Gaeta: els ideals determinants estàndard són *glicci* en qualsevol codimensió! L'última secció del capítol 2 esbossa la prova d'aquest resultat.

En matemàtiques, sovint es dona el cas que quan una pregunta oberta és massa difícil, es poden extreure idees mirant certs casos particulars especialment interessants, fins i tot encara que els mètodes usats siguin massa especials per a esperar poder estendre'ls al cas general. Un d'aquests problemes oberts és el ja mencionat sobre si els subesquemes ACM són *glicci*, i els ideals determinants estàndard van proporcionar una primera classe àmplia molt interessant d'exem-

ples. Una altra conjectura important en què els ideals determinants proporcionen també una classe àmplia i interessant d'exemples és la *conjectura de la multiplicitat*, que ara expliquem.

Sigui R/I una àlgebra de Cohen-Macaulay graduada, de codimensió c , i amb resolució lliure minimal

$$\begin{aligned} 0 \rightarrow \mathbb{F}_c \rightarrow \mathbb{F}_{c-1} \rightarrow \cdots \\ \rightarrow \mathbb{F}_2 \rightarrow \mathbb{F}_1 \rightarrow R \rightarrow R/I \rightarrow 0. \end{aligned}$$

Cadascun d'aquests mòduls lliures és un sumand directe de còpies torçades de R ; en particular, cada sumand és de la forma $R(-a)$ per a algun enter positiu a . Per a l' i -èsim mòdul lliure \mathbb{F}_i , denotem per m_i el més petit d'aquests enters positius, i per M_i el més gran. Denotem per $e(R/I)$ la multiplicitat de R/I —en el cas en què I és l'ideal saturat d'un subesquema V de \mathbb{P}^n , $e(R/I)$ és simplement el grau de V . Llavors la conjectura de la multiplicitat diu que

$$\frac{1}{c!} \prod_{i=1}^c m_i \leq e(R/I) \leq \frac{1}{c!} \prod_{i=1}^c M_i. \quad (1)$$

Aquesta és una bonica conjectura, que ha inspirat molta recerca, però que roman oberta en general per a codimensió ≥ 3 . La conjectura es deu a Herzog, Huneke i Srinivasan [5], i deriva d'un resultat de Huneke i Miller [7], els quals estudiaren el cas en què $m_i = M_i$ per a tot i (i. e. quan R/I té una resolució *pura*) i provaren que les dues desigualtats són igualtats en aquest cas. La *conjectura de multiplicitat estesa* ([6], [11]) diu que, al contrari, si alguna de les desigualtats de (1) és una igualtat, llavors l'altra també, i R/I té una resolució pura.

Al capítol 3 del seu llibre, la Rosa Maria tracta la conjectura de la multiplicitat per a ideals determinants estàndard. Comença amb l'argument per a ideals determinants estàndard de codimensió 2, tractat originalment a [5], que resol el cas ACM en codimensió 2. La conjectura de la multiplicitat per a ideals determinants estàndard en codimensió arbitrària va ser demostrada per primer cop per la Rosa Maria mateix, encara que poc temps després d'aparèixer el seu preprint es resolva la conjectura de la multiplicitat estesa per a ideals determinants estàndard (independentment i gairebé simultània) a [6] i [11]. Al capítol 3 dona una prova d'aquest fet. En l'última mitja dècada s'han demostrat molts altres casos especials i extensions de la

conjectura de la multiplicitat, però resoldre-la completament roman un problema central i desafador en àlgebra commutativa.

Gran part dels capítols 4 i 5 es dediquen a descriure el treball de la Rosa Maria amb Jan Kleppe. El capítol 4 tracta un aspecte completament diferent dels esquemes determinants estàndard: els seus esquemes de Hilbert corresponents. Si hom fixa els graus de les entrades d'una matriu homogènia (i. e. la *matriu de grau*) i hom considera totes les possibles matrius homogènies amb la matriu de grau donada i els esquemes que aquests ideals determinants defineixen, es pot demostrar que el corresponent *locus* d'esquemes determinants estàndard és irreductible dins el seu esquema de Hilbert. La Rosa Maria denota aquest lloc geomètric per $W_s(\underline{b}, \underline{a})$. El lloc geomètric dels esquemes determinants bons és denotat per $W(\underline{b}, \underline{a})$.

Els tres problemes que s'estudien al capítol 4 són els següents: 1) trobar la dimensió de $W(\underline{b}, \underline{a})$ i de $W_s(\underline{b}, \underline{a})$; 2) determinar si la clausura de $W(\underline{b}, \underline{a})$ és una component en el corresponent esquema de Hilbert, i 3) és l'esquema de Hilbert corresponent genèricament llis al llarg de $W(\underline{b}, \underline{a})$? La Rosa Maria dona solucions parcials a aquests tres problemes.

El lector s'haurà fixat que no hem parlat encara d'ideals determinants simètrics. Aquests es reserven per al capítol 5, on Rosa Maria tracta tots els problemes anteriorment esmentats per al cas d'aquests ideals. Després de donar un resultat parcial, cita un teorema de Gorla [4] dient que tots aquests ideals són *glicci*. Respecte la conjectura de la multiplicitat, demostra tot un seguit de casos especials per a ideals determinants simètrics, incloent el cas dels menors submaximals. Finalment, per a la llisor i dimensió de l'esquema de Hilbert, demostra un seguit de resultats parcials interessants i difícils, per a esquemes determinants simètrics, principalment en el cas submaximal.

En resum, aquest llibre omple un buit amb el seu enfocament geomètric de l'estudi dels ideals i esquemes determinants. Recull diversos problemes oberts importants sobre aquest tema i descriu diversos aspectes interessants dels treballs existents sobre aquests problemes. A més, és essencialment autocontingut. Es va escriure com una col·lecció estesa d'apunts d'una sèrie de conferències de la Rosa Maria a l'Indian Institute of Technology, a Mumbai. Com a tal, l'autora

se centra en els aspectes d'aquests problemes en els quals ha fet contribucions. Ha fet una feina admirable en l'organització i exposició. La meua única crítica és que el llibre hauria estat una referència més útil si la Rosa Maria hagués inclòs més citacions de treballs relacionats per al lector interessat (les seves llistes curtes a les pàgines 8, 66 i 130 no són suficients). Però això no és cap mancança seriosa, i ella mateixa l'admet en la seva introducció. En la introducció també expressa el seu desig que «el material que escullo serà beneficiós i clarificador per al lector.» En la meua opinió, donada la quantitat de feina interessant, extensa i impressionant que ha fet en aquesta àrea, ha aconseguit amb escreix aquest objectiu. És una referència valuosa per a tothom interessat en aquests temes. I, certament, tots els afortunats de tenir una còpia del llibre de Bruns i Vetter poden reservar el lloc adjacent de la prestatgeria per a aquest llibre.

Referències

- [1] APÉRY, R. *Sur certains caractères numériques d'un idéal sans composant impropre*. C.R.A.S. 220 (1945), 234–236.
- [2] BRUNS W.; VETTER, U. «Determinantal Rings». *Lecture Notes in Mathematics*, 1327. Berlín: Springer-Verlag, 1988. Accessible a:
<ftp://ftp.mathematik.uni-osnabrueck.de/pub/osm/kommalg/DetRings.ps.gz>.
- [3] GAETA, F. *Sulle curve sghembe algebriche di residuale finito*. Annali di Matematica s. IV, t. XXVII (1948), 177–241.
- [4] GORLA, E. *The G-biliaison class of symmetric determinantal schemes*. Preprint math. AG/0505414.
- [5] HERZOG, J.; SRINIVASAN, H. «Bounds for multiplicities». *Trans. Amer. Math. Soc.*, 350 (1998), 2879–2902.
- [6] HERZOG, J.; ZHENG, X. «Notes on the multiplicity conjecture». *Collect. Math.*, 57 (2006), núm. 2, 211–226.
- [7] HUNEKE, C.; MILLER, M. «A note on the multiplicity of Cohen-Macaulay algebras with pure resolutions». *Canad. J. Math.*, 37 (1985), 1149–1162.
- [8] KLEPPE, J.; MIGLIORE, J.; MIRÓ-ROIG, R. M.; NAGEL, U.; PETERSON, C. *Gorenstein Liaison, Complete Intersection Liaison Invariants and Unobstructedness*, Memoirs of the Amer. Math. Soc., vol. 154, 2001, 116 pàgs. ISBN 0-8218-2738-3.
- [9] MIGLIORE, J. *Introduction to Liaison Theory and Deficiency Modules*. Birkhäuser, Progress in Mathematics, 165, 1998.
- [10] MIGLIORE, J.; NAGEL, U. «Monomial Ideals and the Gorenstein Liaison Class of a Complete Intersection». *Compositio Math.*, 133 (2002), 25–36.
- [11] MIGLIORE, J.; NAGEL, U.; RÖMER, T. «Extensions of the Multiplicity Conjecture». Per publicar a *Trans. Amer. Math. Soc.*
- [12] PESKINE, C.; SZPIRO, L. «Liaison des variétés algébriques. I». *Inv. Math.*, 26 (1974), 271–302.
- [13] RAO, P. *Liaison among Curves in \mathbb{P}^3* . *Invent. Math.*, 50 (1979), 205–217.

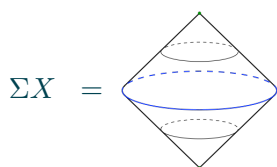
Tal com està indicat a les bases del premi, el treball ha estat publicat per l'Editorial Birkhäuser. Series: Progress in Mathematics, vol. 264.

Juan C. Migliore
University of Notre Dame, EUA

Premi Josep Teixidor de Matemàtiques 2007

«Localització i conservació d'estructures en homotopia estable», Javier Gutiérrez

La teoria d'homotopia ordinària estudia els espais topològics des d'un punt de vista que ens permet doblegar-los i aixafar-los, però mai trencar-los. La *teoria d'homotopia estable*, principal objecte d'estudi d'aquesta tesi, captura l'essència de l'homotopia ordinària prescindint de les particularitats de les dimensions baixes. Això s'aconsegueix invertint el functor $X \mapsto \Sigma X$ que envia un espai a la seva suspensió, la qual cosa s'obté adherint per la base dos còns sobre X .



La successió d'espais $\{X, \Sigma X, \Sigma^2 X, \dots\}$ determina un *espectre* $\Sigma^\infty X$, que són els objectes de la categoria d'homotopia estable. Formalment, un espectre E consta d'una successió d'espais $\{E_0, E_1, E_2, \dots\}$ i aplicacions $\Sigma E_n \rightarrow E_{n+1}$, encara que la millor manera d'entendre'ls és a través de les *teories de cohomologia generalitzades* E^* . Aquestes teories fan correspondre a cada espai X un grup abelià graduat $E^*(X)$, el qual només depèn del tipus d'homotopia de X , de manera que $E^*(\Sigma X) \cong E^{*+1}(X)$.

Exemples rellevants de teories de cohomologia són la *cohomologia singular* $H^*(X, A)$ amb coeficients a un grup abelià A i la *teoria* $K, K^*(X)$. El grup $K^0(X)$ classifica fibrats vectorials sobre X .

Existeix una bijecció entre els tipus d'homotopia d'espectres i les teories de cohomologia $E \leftrightarrow E^*$ donada per la fórmula

$$E^n(X) = \lim_{k \rightarrow \infty} [\Sigma^k X, E_{n+k}],$$

on a la dreta de la igualtat trobem un límit directe de conjunts de classes d'homotopia d'aplicacions. L'espectre HA associat a la cohomologia singular $H^*(X, A)$ s'anomena *espectre d'Eilenberg-MacLane* del grup abelià A .

La categoria d'homotopia estable, en contrast amb l'ordinària, posseeix una rica estructura anàloga a la d'altres categories d'interès en àlgebra i geometria algebraica. És una categoria

triangulada en el sentit de Verdier, com la categoria derivada d'un anell. A més, posseeix una mena de producte tensorial que és el producte *smash* d'espectres $E \wedge F$. Durant molts anys es va creure que un tal producte no podia existir. El descobriment recent d'aquest producte ha impulsat un desenvolupament de la teoria d'homotopia estable que estén l'àlgebra i la geometria algebraica ordinàries a través del functor d'Eilenberg-MacLane $A \mapsto HA$. Aquestes noves disciplines es coneixen comunament com a *brave new algebra* i *brave new algebraic geometry*.¹

Un *espectre anell* E és estricte si la multiplicació $\mu: E \wedge E \rightarrow E$ és estrictament associativa $\mu(\mu \wedge \text{id}_E) = \mu(\text{id}_E \wedge \mu)$ i unitària. En general, pot ser que aquestes relacions només siguin d'homotopia $\mu(\mu \wedge \text{id}_E) \simeq \mu(\text{id}_E \wedge \mu)$. Podem fer la mateixa distinció per a *espectres mòdul*, etc.

Moltes teories de cohomologia E^* prenen valors $E^*(X)$ que tenen una estructura natural d'anell. Per exemple, el producte *cup* dota la cohomologia singular $H^*(X, A)$ d'estructura d'anell, si A és un anell. El producte tensorial de camps vectorials determina la multiplicació a $K^*(X)$. En aquests casos, l'espectre associat E és un espectre anell.

Les tècniques de localització ens permeten inferir propietats globals d'un objecte a partir de propietats locals d'objectes més senzills. Són de molta utilitat en àlgebra. Un exemple elemental: per estudiar els nombres enters \mathbb{Z} ens podem concentrar en la divisibilitat per un primer donat p . Per a això, podem considerar el subanell $\mathbb{Z}_{(p)} \subset \mathbb{Q}$ format per les fraccions $\frac{m}{n}$ en què $p \nmid n$. En aquest anell, qualsevol element factoritza com a producte d'una potència del primer p^n per una unitat, d'aquí la seva simplicitat comparat amb \mathbb{Z} . A més, $\mathbb{Z} = \bigcap_{p \text{ primer}} \mathbb{Z}_{(p)}$.

Les localitzacions també tenen una llarga tradició en topologia algebraica. L'exemple més clàssic són les peces de Postnikov $P_n(X)$, $n \geq 0$, que s'obtenen truncant l'homotopia de X a dimensions $\leq n$. En aquest cas, X es reconstrueix prenent un límit invers $X = \lim_{\infty \leftarrow n} P_n X$.

Aquesta tesi porta a terme un estudi profund de les localitzacions en teoria d'homotopia

¹Vegeu l'article de R. M. Vogt, «Introduction to algebra over 'brave new rings'», The 18th Winter School «Geometry and Physics» (Srní, 1998). *Rend. Circ. Mat. Palermo*, (2), supl. 59 (1999), 49–82.

estable en el marc de la *brave new algebra*. La idea de localització homotòpica és la següent: donada una aplicació entre espectres $f: A \rightarrow B$ es diu que un espectre Z és *f-local* si $Z \ll$ «pen-sa» que f és una equivalència d'homotopia, és a dir, si f indueix bijeccions $[\Sigma^n B, Z] \cong [\Sigma^n A, Z]$, $n \geq 0$. Per a tot espectre X existeix una aplicació $X \rightarrow L_f X$ universal entre totes les que tenen un codomini *f-local*. Això determina un functor de localització L_f a la categoria d'espectres que és idempotent $L_f \simeq L_f^2$ i pren valors *f-local*s. La majoria de les localitzacions que es coneixen són d'aquest tipus. Un cas interès d'especial són les localitzacions respecte a la teoria d'homologia E_* associada a un espectre E . En aquest cas, f és la unió de totes les aplicacions $X \rightarrow Y$ que indueixen un isomorfisme en homologia $E_*(X) \cong E_*(Y)$.

En un dels resultats principals d'aquesta tesi, l'autor determina quan un functor L_f envia un espectre anell E a un espectre anell $L_f E$ de manera que el morfisme universal $E \rightarrow L_f E$ sigui multiplicatiu i unitari. Hi ha dues condicions suficients: quan l'homotopia de E i $L_f E$ estigui concentrada a dimensions ≥ 0 o quan L_f sigui compatible amb l'estructura triangulada de la categoria d'homotopia estable. S'il·lustra amb exemples que aquest resultat és, probablement, el més general possible. A més, l'autor dóna diferents caracteritzacions de la compatibilitat de L_f amb l'estructura triangulada. També obté els resultats anàlegs per a espectres mòdul.

Així mateix, es prova que els espectres anell estrictes es preserven per localitzacions sota les mateixes hipòtesis que al paràgraf anterior. Aquest resultat és conseqüència d'un altre dels resultats principals d'aquesta tesi, vàlid en categories homotòpiques més generals, que dóna condicions sobre L_f per a la preservació, no només d'anells, sinó d'àlgebres sobre opèrades.

La tesi conté un bon nombre de càlculs de localitzacions d'espectres d'Eilenberg-MacLane. Per exemple, es prova que $L_f \Sigma^n HA$ té, com a màxim, dos grups d'homotopia no trivials en dimensions n i $n + 1$. A més, si L_f és una localització homològica, construeix un triangle exacte per al càlcul dels grups d'homotopia no trivials de $L_f HA$. Aquests grups es calculen explícitament per a $A = \mathbb{Z}, \mathbb{Z}/(p^n), \mathbb{Q}$ així com per als enters p -àdics, entre altres.

En general, demostra que $L_f \Sigma^n H\mathbb{Z} \simeq \Sigma^n HA$ en què A és un anell rígid. A més, prova que tot anell rígid es pot obtenir d'aquesta manera. Existeixen anells rígids de cardinal arbitràriament gran; per tant, dedueix que hi ha una classe pròpia de functors L_f no equivalents. Això contrasta fortament amb el fet conegut de l'existència de només un conjunt de localitzacions homològiques no equivalents.

És conegut que si A és un anell, HA és un espectre anell estricte. Les categories homotòpiques de HA -mòduls estrictes i no estrictes són tanmateix molt diferents en general. La primera és equivalent a la categoria derivada de A , que posseeix molt bones propietats, mentre que la segona és més misteriosa. L'autor prova que ambdues categories mai no coincideixen si la dimensió global de A és > 1 però que són equivalents si A és un cos o $A \subset \mathbb{Q}$.

Aquesta tesi conté molts altres resultats d'interès per als experts en la matèria. Les tècniques de localització són potser les principals eines de càlcul que es fan servir per a abordar els majors problemes oberts en teoria d'homotopia, com el càlcul dels grups d'homotopia de les esferes. Per aquest motiu creiem que la tesi constitueix un avenç significatiu en aquest camp de les matemàtiques, i és prou mereixedora del premi Josep Teixidor de Matemàtiques a la millor tesi 2007.

Fernando Muro
UB

Borses i Premi Ferran Sunyer i Balaguer 2008

Com ja és ben conegut, la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer atorga anualment el premi que porta el mateix nom a la millor monografia matemàtica (escrita en anglès i com a mínim de 150 pàgines) de caràcter expositiu i que presenti els darrers desenvolupaments d'una àrea activa en recerca, en la qual el concursant hagi contribuït de manera important. El premi consisteix en 12.000 euros i en la publicació de l'obra a la sèrie Progress in Mathematics de Birkhäuser Verlag. La convocatòria actual està oberta fins al 5 de desembre de 2008, i el nom del guanyador serà anunciat a Barcelona l'abril de 2009.

D'entre un total d'onze treballs presentats, en l'edició de 2008 ha estat guardonada la monografia que porta per títol «Dimension and Recurrence in Hyperbolic Dynamics», presentada per Luis Barreira de l'Instituto Superior Técnico de Lisboa. En el proper número de la *SCM/Notícies* inclourem una recensió detallada d'aquest treball, mentre que en aquest mateix número que esteu llegint n'hi trobareu una del treball guanyador l'any 2007.

D'altra banda, l'any 2007 la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer, amb la col·laboració de Birkhäuser Verlag, començà a atorgar les Borses Ferran Sunyer i Balaguer, ofertes als millors projectes d'estudi o de recerca matemàtica relacionats amb la tesi doctoral. Els sol·licitants han de ser estudiants de doctorat de matemàtiques

d'una universitat dels Països Catalans, en el tram final de la tesi doctoral. L'objectiu de la borsa és reforçar la formació en recerca, mitjançant una beca de 1.200 euros mensuals per a fer una estada d'entre un i tres mesos d'estudi o de recerca en una institució fora de l'àmbit geogràfic de la universitat d'origen o també, en el cas de posseir el títol de doctor en el moment d'iniciar l'estada, en el Centre de Recerca Matemàtica. La borsa FSB és compatible amb les beques i contractes tant predoctorals com postdoctorals, però no amb els ajuts de les administracions públiques per a la mateixa estada de recerca objecte de la beca.

Els guanyadors de les Borses FSB 2007 van ser Maria Agualeles, per fer una estada al Centre de Recerca Matemàtica, i Gerard Ascensi, per anar a la Universitat de Ciències i Tecnologia de Noruega. En l'edició d'aquest 2008 han estat atorgades quatre borses per a Roc Alabern per fer una estada de dos mesos a la Universitat de Pittsburg, Maria Barbero per fer una estada de dos mesos a la Universitat de Queen's, José Manuel Gesto per fer una estada de tres mesos al Centre de Recerca Matemàtica, i Rubén Sevilla per fer una estada de tres mesos a la Universitat de Gal·l Swansea. La nostra felicitació per a tots ells.

Per a més informació sobre la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer, <http://ffsb.iec.cat>.

Parlem de llibres

The Music of Primes

La música de los números primos

Autor: MARCUS DU SAUTOY

Editorial: HarperCollins Publishers. Nova York, 2003

Traducció castellana de Joan Miralles

Editorial: Acanalado. Barcelona, 2007.

En ocasió de la presentació, a la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC (Barcelona), de la traducció castellana del llibre de Marcus du Sautoy, *The Music of Primes*, Sebastià Xambó, com a degà i com a amic, va tenir l'amabilitat d'invitar-me a l'acte de presentació el dia 25 d'abril de 2007, tot suggerint-me que

donés resposta a la pregunta següent: *Es pot divulgar la hipòtesi de Riemann (al públic en general)?*

Haig de dir que em vaig sentir especialment honorat perquè considero que l'obra que Marcus du Sautoy ens ofereix és un llibre de divulgació matemàtica excel·lent i, realment, és molt difícil

disposar de textos de divulgació d'aquesta qualitat.¹ M'atreuria a dir que, d'entre els que he llegit, només *The Code Book* de Simon Singh té una qualitat divulgativa del mateix nivell que el llibre de Du Sautoy.²

Es tractava, doncs, de l'acte de presentació d'un llibre sense fissures, quelcom que suposava un repte afegit. En definitiva, l'ocasió ens proporcionava a tots una oportunitat molt bona per parlar de matemàtiques i també, d'una manera particular, de com fer-les amenes i comprensibles a tota mena de públics.



També ens obria la porta a plantejar-nos una altra pregunta, però aquesta mena de preguntes tenen una resposta que s'allunya dels meus coneixements: *Per quins set sous els dos llibres de divulgació matemàtica més notables dels darrers anys no han estat traduïts al català?* Una resposta ràpida —i potser poc meditada— és que produir en català no resulta profitós per als editors. Això no obstant, només porta a afirmar —cosa de la qual no dubto en absolut— que el català és molt lluny encara de ser una llengua normalitzada.³

¹De fet, ja l'havia recomanat tant com havia pogut: a companys universitaris, a professors de batxillerat i d'ESO, a mestres i a totes aquelles persones que havia considerat prou interessades en temes culturals, malgrat que fossin matemàtics.

²Simon SINGH, *The Code Book*. Londres: Fourth Estate, 1999. Traducció castellana de José Ignacio Moraza, *Los códigos secretos*, Madrid: Debate, 2000.

³Tres apunts: no hi ha còmics en català, no hi ha divulgació científica en català, no hi ha manuals dels que serveixen per fer turisme per l'estranger. I, molt simptomàtic, a TV3, de tant en tant, ens informen que una pel·lícula singular —d'un bon grapat de les que hi ha en el cartell— ha estat traduïda al català.

⁴Tots tres s'han traduït a llengües diverses, cosa que posa de manifest l'existència d'un públic internacional ampli interessat per qüestions matemàtiques exposades de manera divulgativa amb una atenció especial a la hipòtesi de Riemann.

⁵John DERBYSHIRE, *Prime Obsession. Bernhard Riemann and the Greatest Unsolved Problem in Mathematics*, Washington, DC: Joseph Henry Press, 2003.

⁶Karl SABBAGH, *Dr. Riemann's zeros*, Londres: Atlantic Books, 2002.

⁷Vegeu, respectivament, les pàgines 29–62, 131–139 i 157–158, del text col·lectiu *Els set problemes del mil·lenni*. Sabadell: Obra Social Caixa Sabadell, 2007.

⁸Em sembla que són vàlids també en divulgació de la ciència en general, però jo solament em referiré a la matemàtica.

Hom pot dir que, llevat dels textos de divulgació científica, la resta no té un gran valor cultural. Tanmateix hauria de discrepar d'aquesta afirmació, però, en qualsevol cas, palesa la manca de normalitat del català a casa nostra.

Del significat de la divulgació científica

Però no ens desviem i tornem a la presentació del llibre i a la pregunta d'en Sebastià.

La resposta immediata a la pregunta és clara, rotunda i precisa: «Sí». Només cal adreçar tothom què hi estigui interessat als textos següents:⁴ *Prime Obsession. Bernhard Riemann and the Greatest Unsolved Problem in Mathematics* de John Derbyshire.⁵, el llibre de Marcus du Sautoy, o *Dr. Riemann's zeros* de Karl Sabbagh.⁶

I, a Catalunya, podem recórrer a «La hipòtesi de Riemann» de Pilar Bayer, i al meu «Dels problemes de Hilbert als problemes del mil·lenni».⁷

No sé, estimat amic que llegeixes aquestes línies, si mai t'has preguntat quins són els pressupostos que hi ha darrera d'un text de divulgació científica. Jo, en un intent de ser seriós i reflexiu —l'ocasió m'ho exigia—, m'ho vaig plantejar.

I tot seguit em vaig adonar que, si volia ser curós, em calia precisar el significat del terme; és a dir, calia fer dues o tres precisions i aclariments:⁸

(α) Què entenem com a divulgació de la matemàtica?

(β) Quin significat hem d'atribuir a l'expressió *el públic en general*?

(γ) Per què la hipòtesi de Riemann és un problema matemàtic adequat per a explicar matemàtica a una audiència de no matemàtics?

De la divulgació matemàtica

La divulgació matemàtica és, de fet, un autèntic acte comunicatiu pragmàtic en el sentit lingüístic del terme. Podem resumir aquest significat pragmàtic usant el que hom coneix com el *principi de cooperació* de Grice.⁹ En síntesi, aquest principi diu:

En un acte comunicatiu hi ha quatre característiques que en cap cas no poden ser obviades. Són:

1. *Contribuir amb el màxim d'informació possible.*
2. *No dir mai res que no s'adeqüi a allò que volem comunicar.*
3. *Evitar l'ambigüïtat i l'obscuritat.*
4. *Contribuir a l'èxit de l'acte conversacional.*

En tot acte contextual de comunicació cal que hi hagi un *coneixement compartit* —una intersecció no buida de coneixements comuns entre el qui comunica i el qui rep l'acte comunicatiu. És un requisit irrenunciable, perquè, si aquest coneixement compartit no existeix, l'acte comunicatiu no és possible, en el sentit que no és efectiu, no assolix l'objectiu que es proposa.

Del públic en general

Si acceptem l'aproximació anterior sobre la divulgació matemàtica, és clar que hem de precisar el que s'entén per «públic en general», perquè és molt important conèixer l'audiència a la qual va adreçada l'exposició. Els coneixements compartits, entre el divulgador i el receptor, són força diferents per a audiències diverses. Per això, crec que, en aquest context, hi ha, almenys, quatre menes d'audiències possibles:¹⁰

1. Els matemàtics de professió o docents universitaris, que no són, però, especialistes en la qüestió que es pretén divulgar.
2. Els professors de nivells intermedis (darrers cursos de secundària i primers cursos d'ensenyaments universitaris científics i, potser també, de caire filosòfic).
3. Els estudiants que gaudeixen amb la matemàtica i els problemes que suscita.

⁹P. GRICE, «Meaning», *Philosophical Reviews*, 1957, 337–338. Versió castellana: *Significado, Cuadernos de Crítica*, Mèxic, 1978. Vegeu Margarida BASSOLS. *Les claus de la pragmàtica*, Vic: Eumo, 2001, 143–177.

¹⁰Considero que, en els textos de divulgació, s'hauria d'explicitar el nivell de coneixement matemàtic que els lectors necessiten en cada moment per comprendre'n el contingut. Una introducció succinta —o uns signes de complexitat o especificitat— seria més que suficient per a assolir aquest objectiu.

¹¹En aquest context pot ser d'utilitat revisar les idees que hi ha en el text de Morris KLINE. *Mathematics: The Lost of certainty*, Nova York: Oxford University Press, 1980. Traducció castellana d'Andrés Ruíz Merino, *Matemáticas. La pérdida de la certidumbre*. Madrid: Siglo XXI de España Editores, SA, 1985.

¹²Marcus, en el seu text, compleix a la perfecció aquest objectiu.

4. El públic en general, englobant en aquesta expressió tan vaga tothom qui tingui un nivell de cultura prou ampli, uns certs coneixements matemàtics i científics elementals i un interès real —això és essencial— per les qüestions matemàtiques.

De l'objectiu de la divulgació matemàtica

Entenc que l'objectiu principal de la popularització de la matemàtica és fer paleses d'una manera «clara i distinta» —amb paraules de l'eminent filòsof francès René Descartes— les idees més notables que hi ha en una qüestió o problema matemàtic, tot evitant, tant com sigui possible, els tecnicismes, però sense obviar els conceptes matemàtics, els trencaments epistemològics, les equivalències lògiques, les generalitzacions possibles, les controvèrsies que a voltes es generen, etc.¹¹

En qualsevol text de divulgació matemàtica és necessari començar amb els fets més primaris i elementals —són els més fàcils de comprendre— i anar ascendint suaument, d'acord amb els coneixements que hom suposa que tenen els lectors, fins a assolir les fites més altes possible. En el viatge —que, com diu Kavafis, «volem que sigui llarg, ple de ventures, ple de coneixences»— trobarem els matemàtics que han creat parts importants de la matemàtica i, en l'exposició, podrem incloure fragments de les seves vides, descriure els indrets on van treballar, la matemàtica que els envoltava quan ells van aparèixer en escena, els seus èxits, fracassos i errors, etc.¹²

En resum, la divulgació matemàtica consisteix a parlar de matemàtiques, a explicar-ne els problemes, i alhora a descriure'n els creadors i llurs històries. Tot això evitant, tant com sigui possible, els tecnicismes, però incidint en els conceptes i nocions matemàtics amb el màxim de precisió que considerem idònia perquè el text pugui ser ben comprès. Com ja he dit abans, aquest objectiu s'ha de vincular íntimament als coneixements matemàtics dels lectors i oients, si volem que la comunicació tingui èxit.

De les conclusions de l'anàlisi precedent

Ara ja puc respondre amb una mica més de detall la pregunta que ens havíem plantejat a l'inici de l'exposició.

La hipòtesi de Riemann és un bon problema per ser explicat a nivells molt diversos. Arrenca amb un context matemàtic força elemental: els nombres primers, les seves propietats i dificultats. En el seu desenvolupament històric trobem els més il·lustres matemàtics del darrer segle i mig, i permet adonar-nos que les seves personalitats, contextos vitals i conceptes són força diferents. A mesura que avancem en el desenvolupament de la qüestió ens adonem que hi ha hagut trencaments epistemològics importants, que ha calgut estendre conceptes de forma sorprenent: les funcions, per exemple, s'han hagut d'estendre a camps numèrics nous. A més, la hipòtesi de Riemann admet generalitzacions en dominis matemàtics molt més abstractes d'aquell en què s'originà. I, finalment, la hipòtesi de Riemann travessa parts molt diverses de la matemàtica. De fet és un problema molt bo per copsar la transversalitat de la matemàtica. Per a mi, ja ho he dit en moltes altres ocasions, això és un tret realment important —potser n'és una característica essencial— de la matemàtica.

I, ultra tot el que hem dit, cal indicar també que no és un problema totalment aliè a les qüestions d'indecidibilitat aritmètica. En d'altres paraules, és possible plantejar, i potser respondre, la pregunta següent de caire metamatemàtic o filosòfic, si ho preferiu: *La hipòtesi de Riemann és independent dels axiomes aritmètics de Peano?*

Totes aquestes situacions i problemes matemàtics poden ser presentats a un nivell relati-

vament elemental i ens permeten de triar entre un bon nombre de qüestions adequades segons el grau de dificultat que en cada moment vulguem assolir.

Dit tot això, hem d'indicar que la hipòtesi de Riemann suscita una dificultat força greu perquè pugui ser compresa des d'un nivell elemental d'exposició i desenvolupament matemàtics. Aquest punt de dificultat rau en el fet que cal un cert coneixement d'*anàlisi complexa*. Cal, almenys, entendre com s'estenen les funcions reals al pla complex i com es comporten aquestes extensions en el nou reialme —un reialme aritmètic que té un comportament geomètric molt interessant que cal comprendre nítidament—, perquè la hipòtesi de Riemann tracta precisament d'això.¹³

Conclusió

Espero haver donat una resposta raonable i raonada a la pregunta inicial. La hipòtesi de Riemann és una qüestió matemàtica extremament adequada per parlar de matemàtiques i de matemàtics (malgrat que jo això darrer no ho hagi fet), com podreu constatar molt millor encara si llegiu la traducció de Joan Miralles de *Music of Primes* que presentem. És un llibre que, després d'haver-lo llegit ja fa més d'un any, l'he recomanat de manera entusiasta als meus col·legues i amics, tant als que són matemàtics com a aquells altres que estan interessats en el coneixement humà.

Moltes gràcies a totes i tots per la vostra atenció, i també moltes gràcies a Marcus per aquest llibre.

Josep Pla i Carrera
2000, Any Mundial de les Matemàtiques. UB

¹³Vegeu, per exemple, a Marcus du SAUTOY, *The Music of Primes*, 84–101, unes pàgines excel·lents, exposades amb el màxim de simplicitat possible, però en absolut elementals. O bé, si desitgem una exposició més concisa sobre les funcions complexes, John DERBYSHIRE, *Prime Obsession*, 201–222.

El tejido del cosmos. Espacio, tiempo y la textura de la realidad

Autor: BRIAN GREENE

Editorial: Drakontos. Colecció Crítica, 2006.

Aquest llibre de divulgació científica és una narració dels diversos punts de vista des dels quals la física ha anat descrivint els conceptes d'espai i de temps. El seu autor, investigador en el camp de les supercordes, ens guia de manera solvent i molt amena a través d'aquests avatars. Més encara, ho fa de manera entenedora, usant per a aquesta finalitat excel·lents analogies i exemples de la vida quotidiana. És una obra assequible per a lectors curiosos que, tot i no tenir afinitat científica, estiguin disposats a seguir el fil de l'autor. El premi d'aquesta lectura consisteix a arribar a entreveure els subtils canvis que els nostres models de l'espai i del temps han experimentat fins als nostres dies.



Greene situa l'origen de les idees científiques sobre l'espai en la controvèrsia entre Newton, partidari de l'espai absolut, i Leibniz, defensor de l'aspecte relacional. I, amb el gir del famós cubell de Newton com a fil d'Ariadna, assistim a l'oscil·lació de les diverses teories entre l'una i l'altra posició. Així, compareixen primer Mach i les dues teories de la relativitat d'Einstein. D'altra banda, també la mecànica quàntica aporta novetats a les nostres idees quotidianes sobre l'espai. La coneguda oposició d'Einstein a la interpretació probabilista de l'escola de Viena, cristallitzada en el famós article d'Einstein-Podolski-Rosen sobre variables ocultes, dóna lloc, via un aclamat article de Bell, a la consideració que l'espai és no local: coses que passen ara

aquí, influeixen de manera instantània en coses que passen exactament ara en un lloc distant.

Del temps, sabem per la nostra percepció usual que, d'una banda, flueix i, de l'altra, que ho fa en una direcció determinada: l'ou esclafat mai no es recompon. El problema és que a les equacions de la física no hi ha cap indicatiu d'aquesta direccionalitat del temps. És un bon tema de recerca l'encabir aquesta, així anomenada, fletxa del temps en el marc de la física. En aquest sentit, Greene ens presenta molt hàbilment el concepte d'entropia, de Boltzmann, i les seves aplicacions a tot l'univers. A més, la sensació de flux és posada en qüestió per la teoria de la relativitat. També la mecànica quàntica hi aporta el seu punt de vista.

L'autor també ens detalla el conflicte entre la teoria de la relativitat general i la mecànica quàntica, encarnat de ple en l'estudi dels forats negres, perquè són objectes amb molta massa i extremament petits. Greene exposa llavors la possible solució a aquest conflicte: la teoria de les supercordes, petits filaments vibrants d'energia, diu. Segons aquesta teoria, cada partícula coneguda és un patró d'oscil·lació d'una supercorda; paga la pena esmentar que cal considerar dimensió deu per l'espai. Un dels èxits importants d'aquesta teoria és que, a més d'englobar la mecànica quàntica, conté el gravitó, la partícula missatgera del camp gravitacional. Més endavant ens mostra, però, els problemes que té aquest marc: manca de prediccions experimentables, es treballa amb equacions aproximades, grandàries extremament petites, etc. Hi ha, però, moltes esperances i prediccions dipositades en el Gran Col·lisionador d'Hadrons que aquest 2008 ja estarà en funcionament a Ginebra, com ara la creació de microforats negres i la creació de multitud de noves partícules.

L'origen de la fletxa del temps ha conduït també a progressos en astrofísica que són curosament detallats per Greene. En particular els de la teoria inflacionària, que descriu instants anteriors als que estudia la teoria del big bang, i l'explicació de les petites variacions observades recentment en la radiació de fons de microones

amb una precisió sorprenent. També la teoria de supercordes hi té a dir la seva en aquests àmbits recòndits.

I per finalitzar, una citació: «ser investigador és un ofici de risc», diu, referint-se al permanent

estat de perplexitat que cal superar. Un risc que també ha aconseguit superar, i amb mestria, en la redacció d'aquest text.

Graziell

Statistical independence in probability, analysis and number theory

Autor: MARK KAC

Editorial: The Carus Mathematical Monographs, núm. 12, MAA, 1959.

Traducció catalana: *Independència estadística en probabilitat, anàlisi i teoria de nombres*, Pelegrí Viader. Publicacions de la SCM, núm. 3, 2006.

Aquest llibre de Mark Kac (1914–1984) és el resultat de la transcripció i posterior edició i ampliació d'una sèrie de conferències que l'autor va impartir entre 1955 i 1958. El llibre, com a conseqüència d'això, té la rara propietat d'aplegar al mateix temps la frescor de l'alta divulgació i el rigor d'un text matemàtic. Això fa que es pugui llegir de moltes maneres i amb diferents intensitats d'acord amb els interessos de cadascú. En qualsevol cas, tothom hi trobarà alguna cosa profitosa al mateix temps que gaudirà d'una exposició fluida, clara i que, a banda de resultats, vol explicar els mecanismes de pensament que hi ha darrere. En resum: una delícia de lectura.

En el seu prefaci, Kac ens parla dels objectius que té en escriure aquesta monografia:

[...] mostrar que: *a*) observacions extremament simples són, sovint, el punt de partida de teories molt riques i fructíferes, i *b*) molts desenvolupaments, aparentment no relacionats entre si, són, en realitat, variacions del mateix tema.

El tema, en aquest cas, és el que s'indica al títol: la independència estadística o, més ben dit, el *concepte* d'independència estadística. Kac va estar obsessionat pel concepte d'«independència» des dels inicis de la seva activitat matemàtica. El tema li va ser proposat per Hug Steinhaus, el seu mestre i director de tesi, i ha estat al rerefons de quasi tota la seva activitat matemàtica. D'una manera o altra, gairebé tots els grans resultats de Kac han estat lligats al concepte d'independència que, cal recordar, era una tema força embolicat a principis del segle XX quan encara la probabilitat era mirada amb sospita per molts matemàtics. En paraules

de Kac:

La noció d'independència es va originar en la teoria de la probabilitat i, durant molt de temps, va ser usada amb un grau elevat d'imprecisió, de tal manera que va aixecar sospites sobre la seva seriositat com a teoria matemàtica.

Atès que Kac, igual que Steinhaus, era un matemàtic amb un vessant molt aplicat (que preferia les aplicacions a les generalitzacions abstractes), a l'hora d'explicar-nos les subtileses del concepte d'independència tria fer-ho mostrant-nos les aplicacions del concepte a tres camps en els quals ell mateix va fer contribucions molt importants: la mateixa probabilitat, l'anàlisi i la teoria de nombres.

En el primer i segon capítols del llibre, Kac intenta explicar-nos com aquesta ambigüitat en la noció d'independència que es troba en els orígens de la probabilitat i l'estadística (noció que és extramatemàtica) aconsegueix esvair-se i convertir-se en una noció intramatemàtica a partir de la regla del producte de les probabilitats d'esdeveniments independents i la *realització* d'un model de repetició de proves de Bernoulli que va venir de la mà de Borel i la seva memòria de 1909 «Sur les probabilités dénombrables et leurs applications arithmétiques» (*Rend. Circ. Mat. Palermo* 27, 247–271). En aquesta memòria, Borel fa notar que els dígit $\varepsilon_i (= 0, 1)$ del desenvolupament binari d'un nombre real de l'interval $[0, 1]$

$$t = \frac{\varepsilon_1(t)}{2} + \frac{\varepsilon_2(t)}{2^2} + \frac{\varepsilon_3(t)}{2^3} \dots$$

són funcions (o *variables aleatòries*, com més endavant se'n diran) «independents» en el sentit

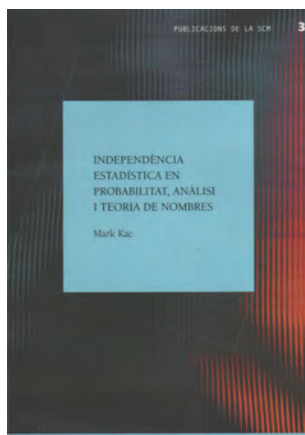
matemàtic de la paraula, de manera que cada nombre real es pot considerar una *realització* d'infinites repeticions del llançament d'una moneda. De fet, en comptes de treballar amb $\varepsilon_k(t)$, Kac treballa amb les funcions de Rademacher, $r_k(t)$ que es defineixen com

$$r_k(t) = 1 - 2\varepsilon_k(t), \quad k = 1, 2, \dots$$

i que prenen valors 1 i -1 . Amb l'ajut d'aquestes funcions, Kac enceta el llibre amb l'exhibició (de manera absolutament magnífica) d'un exemple sorprenent en el qual la integral d'un producte és igual al producte d'integrals! Concretament Kac demostra que per qualsevol $x \in \mathbb{R}$

$$\int_0^1 \left(e^{ix \frac{r_1(t)}{2}} \cdot e^{ix \frac{r_2(t)}{2^2}} \dots \right) dt = \int_0^1 e^{ix \frac{r_1(t)}{2}} dt \cdot \int_0^1 e^{ix \frac{r_2(t)}{2^2}} dt \dots$$

Aquest resultat és el que li dóna peu a les reflexions sobre el concepte d'independència que abans comentàvem.



En el capítol 2, Kac s'endinsa en el model de Borel i analitza el concepte de llei dels grans nombres amb l'ajut de problemes clàssics com la *ruïna del jugador* i la *normalitat* dels nombres reals en el sentit de Borel (gairebé tots els nombres reals de $[0, 1]$ tenen asimptòticament el mateix nombre de zeros que uns en el seu desenvolupament binari). El problema de la ruïna del jugador es pot plantejar com l'estudi del comportament asimptòtic de $r_1(t) + r_2(t) + \dots + r_n(t)$ si interpretem que t representa les infinites tirades d'una moneda no trucada que ens proporciona \$1 de guany cada cop que surt cara i \$1 de pèrdua cada cop que surt creu. Amb quatre pinzellades en té prou per estudiar i resoldre aquests problemes. Paga la pena fer notar que molts autors

posteriorment han fet servir aquesta presentació de Kac en els seus textos (per citar-ne un parell, *Probability and Measure*, P. Billingsley, John Wiley & Sons, Nova York, 1995; *Measure Theory and Probability*, M. Adams i V. Guillemin, Birkhäuser, Boston 1996 (reedició de l'original del 1986)). Amb aquests conceptes a la seva disposició enceta un dels seus grans temes (que ja havia estudiat Steinhaus): la convergència de sèries llacunars. Com ja ha fet en els altres casos, Kac comença el tema amb un exemple senzill i engrescador:

Quina és la probabilitat que la sèrie $\sum_{k=1}^{\infty} \pm c_k$ ($c_k \in \mathbb{R}$) convergeixi, sabent que els signes s'han triat cadascun de manera independent amb probabilitat $1/2$?

La qüestió havia estat resolta per Rademacher, que va demostrar un resultat equivalent: si $\sum_{k=1}^{\infty} c_k^2 < \infty$, la sèrie $\sum_{k=1}^{\infty} c_k r_k(t)$ convergeix gairebé pertot.

Kac presenta una demostració de Paley i Zigmund que utilitza de manera essencial la independència de les funcions de Rademacher i immediatament, amb una d'aquestes «observacions extremament simples» a les quals es referia al prefaci, estén el resultat a la sèrie $\sum_{k=1}^{\infty} c_k \sin 2\pi 2^k t$ adaptant la demostració de Paley i Zigmund. Aquest resultat connecta amb resultats sobre sèries llacunars més generals.

En el capítol 3 del llibre ens trobem amb el nucli central del llibre: la llei normal. El mateix Kac diu a la seva autobiografia (*Enigmas of Chance: An Autobiography*, Nova York, Harper and Row, col·l. «Sloan Foundation Series», 1985. Publicada pòstumament per Gian-Carlo Rota): «on hi ha independència, ha d'aparèixer la llei normal» i aquesta cerca de la llei normal en diferents situacions de la matemàtica i la física és una altra de les seves obsessions. Novament comença amb un exemple senzill. En aquest cas, un refinament de la llei dels grans nombres que ha estudiat al capítol anterior:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \mu \left\{ \omega_1 \sqrt{n} < r_1(t) + \dots + r_n(t) < \omega_2 \sqrt{n} \right\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\omega_1}^{\omega_2} e^{-y^2/2} dy.$$

i n'ofereix una demostració detallada que li permet generalitzar i arribar al teorema de continuïtat de les transformades de Fourier-Stieltjes (que no demostra):

Si $\sigma_n(\omega)$ és una successió de funcions de distribució tals que, per a tot real ξ

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{i\xi\omega} d\sigma_n(\omega) = c(\xi)$$

i $c(\xi)$ és una funció contínua per $\xi = 0$, llavors existeix una única funció de distribució, $\sigma(\omega)$ tal que

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{i\xi\omega} d\sigma(\omega) = c(\xi)$$

i

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\omega) = \sigma(\omega)$$

per a tot ω pel qual $\sigma(\omega)$ sigui contínua.

El capítol s'acaba amb un resultat «que és molt instructiu, tant des del punt de vista conceptual com tècnic»: donada una superposició de vibracions amb freqüències incommensurables

$$q_n(t) = \sqrt{2} \frac{\cos \lambda_1 t + \dots + \cos \lambda_n t}{\sqrt{n}}$$

el temps relatiu que $q_n(t)$ roman entre ω_1 i ω_2 segueix una llei normal:

$$\begin{aligned} & \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \mu\{\omega_1 < q_n(t) < \omega_2\} \cap (-T, T) \right) \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{\omega_1}^{\omega_2} e^{-y^2/2} dy. \end{aligned}$$

Aquesta observació va ser molt important per a Kac. En les seves pròpies paraules:

El fet que això ens porti a la llei normal [...] generalment associada amb fenòmens aleatoris, és potser una indicació que els punts de vista determinista i probabilista no són tan irreconciliables com pot semblar a primer cop d'ull. Penetrar més en aquesta qüestió ens portaria massa lluny, però podem recordar unes paraules de Poincaré, que va dir (segur que mig de broma) que alguna cosa misteriosa hi devia haver en la llei normal, perquè els matemàtics opinaven que era una llei de la naturalesa, mentre que els físics estaven convençuts que es tractava d'un teorema matemàtic.

En el capítol 4 Kac entra en el terreny de la teoria de nombres. El títol del capítol s'ha fet famós: «Primes play a Game of Chance» (els nombres primers juguen un joc d'atzar). Partint

de la senzilla idea de densitat d'un conjunt de nombres enters positius, A :

$$D\{A\} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\{\#\text{enters } k \in A \cap \{1, 2, \dots, N\}\}}{N}$$

Kac raona:

Considerem els enters divisibles per un primer p . La densitat del conjunt d'aquests enters és clarament $1/p$. Prenem ara el conjunt dels enters divisibles alhora per p i q (on q és un altre primer). Ser divisible per p i q és equivalent a ser divisible per pq i, en conseqüència, la densitat del nou conjunt és $1/pq$. Ara

$$\frac{1}{pq} = \frac{1}{p} \cdot \frac{1}{q},$$

i podem interpretar aquest fet dient que els «esdeveniments» ser divisible per p i ser divisible per q són independents. Això es manté, evidentment, per a qualsevol nombre de primers i podem dir, d'una manera una mica pintoresca, que els primers juguen un joc d'atzar! Aquesta observació tan senzilla, gairebé trivial, és el començament d'un nou desenvolupament que relaciona d'una manera significativa, d'una banda, la teoria de nombres i d'altra, la teoria de la probabilitat.

Aquest començament espectacular (que després s'ha aprofitat molt; penso, per exemple, en Serge Lang i els seus famosos *diàlegs* (*The Beauty of Doing Mathematics. Three Public Dialogues*, Nova York, Springer-Verlag, 1985) serveix a Kac per entrar en un terreny tan dur com el de la teoria de nombres. Comença formalitzant aquesta «observació tan senzilla» que hem citat i ho fa introduint les funcions enteres:

$$\rho_p(n) = \begin{cases} 1, & p \mid n, \\ 0, & p \nmid n. \end{cases}$$

Aquestes funcions $\rho_p(n)$ són «independents» i són les que li serviran de peces bàsiques per anar completant un *puzzle* que el durà a un teorema central del límit, que és allò que ell busca.

Òbviament, les funcions $\rho_p(n)$ estan fàcilment connectades amb altres funcions additives de la teoria de nombres:

$$\frac{\phi(n)}{n} = \prod_p \left(1 - \frac{\rho_p(n)}{p} \right)$$

on $\phi(n)$ és la funció d'Euler que compta els enters menors o iguals a n que li són relativament

primers. Aquesta connexió permet a Kac obtenir amb eines probabilístiques resultats sobre funcions enteres fortament additives. A banda d'importants resultats sobre la funció $\log(\phi(n))/n$, Kac ataca la funció $\nu(n)$, el nombre de divisors primers de n (sense comptar multiplicitat), i obté, amb les eines probabilístiques que ha desenvolupat, resultats ja coneguts obtinguts amb altres mètodes. Concretament, Hardy i Ramanujan, fent servir mètodes purament analítics, havien demostrat el 1917 («The normal number of prime factors of a number n », G. Hardy i S. Ramanujan. *Quart. J. Math. Oxford*, 48 1917, 76–92) que si g_n és qualsevol successió per la qual $\lim g_n = \infty$, tenim

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \left\{ \#\text{enters } m \leq n : |\nu(m) - \log \log n| > g_n \sqrt{\log \log n} \right\} = 0.$$

És a dir, en paraules dels propis Hardy i Ramanujan, que «gairebé qualsevol enter m té, aproximadament, $\log \log m$ divisors primers». Kac presenta una demostració de Turán (més fàcil que la de Hardy i Ramanujan) i precisa encara més el resultat demostrant que si $K_n(\omega_1, \omega_2)$ és el nombre d'enters m , $1 \leq m \leq n$, pels quals

$$\begin{aligned} \log \log n + \omega_1 \sqrt{\log \log n} &< \nu(m) \\ &< \log \log n + \omega_2 \sqrt{\log \log n}, \end{aligned}$$

llavors,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{K_n(\omega_1, \omega_2)}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}} \int_{\omega_1}^{\omega_2} e^{-y^2/2} dy.$$

Aquest resultat té el mèrit de tenir una generalització a funcions fortament additives en general que es coneix com el teorema d'Erdős-Kac «The Gaussian Law of Errors in the Theory of Additive Number Theoretic Functions». P. Erdős i M. Kac. *American Journal of Mathematics*, 62 1940, 738–742).

L'últim capítol del llibre s'aparta una mica dels anteriors, però aporta noves eines per estudiar alguns dels problemes dels capítols precedents. De fet, fent servir paraules de Kac, el capítol consisteix essencialment en «una espectacular aplicació del teorema ergòdic a les fraccions continuades».

Kac també va estar interessat en la mecànica estadística. Aquest capítol presenta les idees principals de la teoria ergòdica i les relaciona

amb dos problemes. D'una banda, la segona llei de la termodinàmica i de l'altra, les fraccions continuades. En el primer cas, Kac fa una descripció molt amena i didàctica de les paradoxes lligades amb la concepció mecànica de la matèria i la irreversibilitat del temps. Com es poden reconciliar el comportament irreversible del temps i el teorema de Poincaré sobre sistemes dinàmics conservatius, que, amb certes condicions generals, tenen la propietat que «gairebé tot» estat inicial del sistema es torna a adquirir amb un grau d'aproximació tan gran com es vulgui? Kac, amb quatre pinzellades, aporta una descripció prou clara del problema en termes de sistemes dinàmics i la solució de Boltzmann. Per fer-ho, fa una descripció molt senzilla i entenedora del teorema ergòdic de G. D. Birkhoff que, en la seva versió discreta, ens diu que si $T : \Omega \rightarrow \Omega$ és una transformació d'un espai de probabilitat (Ω, μ) en si mateix que conserva la mesura (és a dir, tal que $\mu(T^{-1}(A)) = \mu(A)$ per a tot A mesurable) i T també és ergòdica (és a dir, només té com a conjunts invariants $-T^{-1}(A) = T(A)$ —, conjunts de mesura 0 o 1), llavors, donada una funció $f : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ que sigui μ -integrable, per a gairebé tot $x \in \Omega$ es té que

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n f(T^k(x)) = \int_{\Omega} f(x) d\mu.$$

El teorema ergòdic té moltes aplicacions (una d'elles és, per exemple, una demostració ràpida del teorema de Borel sobre nombres normals del capítol 2), però una de les més espectaculars és la que presenta Kac a l'última secció del llibre: les fraccions continuades regulars. Un nombre real de l'interval unitat $I = (0, 1]$ admet un desenvolupament en fracció continuada regular

$$x = \frac{1}{a_1 + \frac{1}{a_2 + \frac{1}{a_3 + \dots}}}$$

on a_1, a_2, \dots són enters positius que, de fet, es poden considerar funcions de x :

$$a_1(x) = \left[\frac{1}{x} \right], \quad a_2(x) = \left[\frac{1}{\frac{1}{x} - \left[\frac{1}{x} \right]} \right], \quad \dots,$$

on, com és habitual, $[y]$ denota la part entera de y .

Les fórmules per a les a es poden incloure totes dintre d'un mateix esquema. Si

$$T(x) = \frac{1}{x} - \left\lfloor \frac{1}{x} \right\rfloor,$$

llavors,

$$\begin{aligned} a_2(x) &= a_1(T(x)), \\ a_3(x) &= a_2(T(x)) = a_1(T^2(x)), \text{ etc.} \end{aligned}$$

$T(\cdot)$ no és més que una transformació de I en si mateix i això fa pensar en la possibilitat d'aplicar el teorema ergòdic. Cal, però, trobar la mesura invariant. Això, que no és gens fàcil, ho va fer Gauss, que va conjecturar que aquesta mesura era

$$\rho(x) = \frac{1}{\log 2} \frac{1}{1+x}.$$

La comprovació de l'ergodicitat de T no és trivial (i Kac no la fa), però, si l'acceptem, l'aplicació del teorema ergòdic a T porta a resultats força sorprenents. Concretament, si prenem la funció $f(x) = a_1(x)$, el teorema ergòdic ens diu que per a gairebé tot $x \in I$,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (a_1 a_2 \cdots a_n)^{1/n} = C,$$

on C és una constant que es coneix com a constant de Khintchine (aquest matemàtic rus va ser el primer a trobar-la el 1935 amb mètodes totalment diferents). Observem que el resultat és força sorprenent perquè ens diu que, per a gairebé qualsevol nombre real de l'interval unitari, els «dígit» del seu desenvolupament en fracció continuada regular tenen, asimptòticament, la mateixa mitjana geomètrica! (Els lectors interessats poden consultar el llibre de la mateixa col·lecció, *Ergodic Theory of Numbers*, K. Dajani i C. Kraaikamp, The Carus Mathematical Monographs, núm. 29, MAA, 2002.)

Finalment, un comentari sobre els problemes. A gairebé totes les seccions del llibre hi ha les referències més rellevants i un petit grup de problemes que estenen els resultats presentats. En alguns casos portant a nous terrenys d'exploració. Com Kac mateix diu, «[...] també he inclòs uns quants problemes. Aquests problemes són, en general, difícils i el lector no s'hauria de desanimar si no els resol sense un esforç considerable.»

Pelegrí Viader
UPF

Racó biogràfic

Bernhard Riemann (1826-1866)

Bernhard Riemann va néixer el 17 de setembre de 1826 a Breselenz, un poble situat al nord d'Alemanya. De petit no va anar a l'escola, però el seu pare, que era pastor luterà, va fer-li de mestre. El 1840, per als estudis de secundària, anà primer a l'Institut de Hannover i dos anys després al de Lüneburg. L'any 1846, seguint el desig del seu pare, va matricular-se a la Universitat de Göttingen com a estudiant de filologia i teologia, però un any després va obtenir el permís patern per estudiar matemàtiques; aquest interès cap a les matemàtiques li provenia de l'època de secundària, quan el director de l'Institut de Lüneburg li havia deixat llibres d'Euclides, Arquímedes, Descartes, Newton i Legendre. En particular, va llegir el tractat sobre teoria de nombres de Legendre en només sis dies.



Bernhard Riemann.

El 1847 va traslladar-se a Berlín, on rebé les lliçons de Dirichlet sobre anàlisi i teoria de nombres, les de Jacobi sobre mecànica i àlgebra, i amb Eisenstein estudià les funcions el·líptiques.

Acabats els estudis a Berlín, va tornar a Göttingen per entrar com a ajudant al laboratori de física que dirigia Wilhelm Weber, i és en aquest període quan començà el seu interès per la física; d'altra banda, en aquests mateixos anys, va llegir el filòsof Johann Herbart, el qual l'influencià notablement, sobretot en tot allò relacionat amb la nova manera en què concebé l'espai.

L'anàlisi complexa és un dels camps més destacats de la producció científica de Riemann. El novembre de 1851 defensà la tesi doctoral titulada «Fonaments per a una teoria general de funcions d'una variable complexa». En aquest treball introduí mètodes topològics i per a l'anàlisi de les funcions multivalorades, les superfícies que avui porten el seu nom. L'altra fita fonamental en el camp complex fou la publicació sis anys més tard al *Journal de Crelle* de la «Teoria de funcions abelianes».

El desembre de 1853, en el procés de la seva habilitació com a *privatdozent* a Göttingen, en una de les memòries presentades «Sobre la representació d'una funció per sèries trigonomètriques» introduí allò que avui anomenem la «integral de Riemann», i en una altra de les memòries presentades «Sobre les hipòtesis en què es fonamenta la geometria» introduí i analitzà el concepte de varietat n -dimensional i les relacions mètriques de les quals és susceptible.

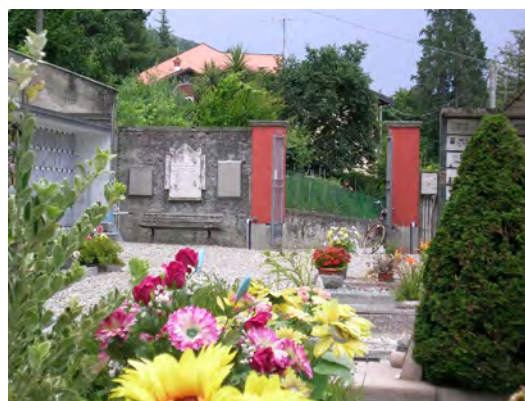
El 1855, l'any en què mor Gauss, la Universitat de Göttingen havia creat una càtedra a la qual va accedir Dirichlet, qui havia estat gran mestre de Riemann. I a Dirichlet el succeí Riemann, el 1859.

A la tardor de 1858, en una visita a Göttingen dels matemàtics italians Brioschi, Betti i Casorati, Riemann coneix i inicia una llarga amistat amb Enrico Betti. L'altre gran amic de Riemann fou el matemàtic Richard Dedekind, amb qui solia mantenir llargues converses.

L'any 1859 Riemann fou nomenat membre de l'Acadèmia de Göttingen i membre corresponent de la de Berlín. És per aquest motiu que viatjà a aquesta ciutat, on visità Weierstrass, Kummer i Kronecker. Com a treball per a l'entrada a l'acadèmia presentà «Sobre el nombre de nombres primers inferiors a un nombre donat», que és on es troba enunciada la seva conjectura sobre la localització dels zeros no trivials de la

funció zeta, conjectura que fins al dia d'avui (14 d'abril de 2008) encara resta oberta.

Riemann, que fou un matemàtic de brillant imaginació i els treballs del qual obririen molts dels camins que conduïren cap a la matemàtica del segle XX, era una persona de caràcter reservat i amb una salut molt debilitada. Quan tenia trenta-sis anys, el 1862, va casar-se amb Elise Koch, que era una amiga de les seves germanes. L'infortuni va fer que, tot just dos mesos després, Riemann sofrís una pleuresia que l'afectà greument. A partir de llavors començà una nova vida donant menys classes i passant llargues temporades a Itàlia, pel seu clima més benigne.



Làpida de B. Riemann al cementiri de Selasca.

El 1863 va anar a Pisa per trobar-se amb Betti, Beltrami, Briochi i Casaroti i aquest mateix any nasqué Ida, la seva única filla. En un tercer viatge a Itàlia s'establí a Selasca, un bell llogaret al costat de la ciutat de Verbania que es troba vorejant el llac Maggiore, i fou en aquest indret on, quan li faltaven dos mesos per complir quaranta anys, afectat d'una tuberculosi, morí. Era el 20 de juliol de 1866. Riemann fou enterrat al cementiri de Selasca, però una remodelació d'aquest va fer que desaparegués la seva tomba i avui el que hi ha és una làpida que es troba penjada a la paret dreta segons s'entra al petit cementiri, com es pot apreciar a la fotografia adjunta.

Per a una biografia de Riemann i la seva obra, hi ha dos llibres excel·lents: el de M. Monastyrsky: *Riemann, Topology and Physics*, (Birkhäuser, segona edició 1999) i el de Detlef Laugwitz: *Bernhard Riemann 1826–1866: Turning Points in the Conception of Mathematics*, (Birkhäuser, 1999).

Eduard Recasens
UPC

El web de Bob Devaney: l'exploració del conjunt de Mandelbrot

El conjunt de Mandelbrot, descobert per Benoit B. Mandelbrot durant la dècada de 1970, és el més conegut i estudiat dels *conjunts fractals*. Aquest conjunt presenta alguns dels reptes matemàtics més fascinants dels nostres temps, i a més, les imatges que es produeixen en fer gràfiques de punts propers al conjunt de Mandelbrot són d'una bellesa aclaparadora i han estat algunes de les imatges matemàtiques més difoses a tot el món.

El professor Bob Devaney, de la Universitat de Boston, de qui podeu trobar una entrevista interessant en aquesta mateixa revista, és un dels matemàtics que millor coneix aquest conjunt, com es va fer palès a la seva xerrada al CosmoCaixa, titulada «The fractal geometry of the Mandelbrot set». El professor Devaney té en el seu web personal, <http://math.bu.edu/people/bob/>, un «Mandelbrot set explorer», que consta d'una sèrie d'exploracions (un total de 9) per les propietats del conjunt, començant per la seva definició i continuant amb les propietats dels seus punts.

Recordem que el conjunt de Mandelbrot ve definit per la dinàmica del polinomi $z^2 + c$ en el pla complex. Un punt c pertany al conjunt si les iteracions d'aquest polinomi, començant a $z = 0$, queden acotades dins la bola de radi 2 (en el pla complex). La forma del conjunt és ben coneguda: té un cos principal en forma de cardioide del qual surten uns bulbs i filaments, així com les còpies més petites d'ell mateix que li donen la coneguda estructura fractal. El conjunt és connex, però encara no se sap si és localment connex.

La primera exploració del conjunt de Mandelbrot del web d'en Bob Devaney explica tot això i dona exemples de punts que hi pertanyen i punts que no, així com les iteracions corresponents del polinomi definidor per a aquests valors. Igualment, hi ha un *applet Java* en el qual pots donar el punt que vulguis dins la bola de radi 2 i veure les iteracions del polinomi per a aquest punt. Així, podem fer experiments amb punts

per veure on acaben, i si l'òrbita tendeix a ser periòdica o no, etc.

Observem, doncs, que el conjunt de Mandelbrot es defineix pel comportament de l'òrbita de 0 per l'acció del polinomi $z^2 + c$. Si ara fixem un c determinat, el conjunt de Julia per a aquest valor c es defineix com el conjunt d'aquells punts inicials l'òrbita dels quals és acotada. Per tant, per a cada valor de c tenim un conjunt de Julia. Altre cop, en Devaney ens mostra un *applet* que ens dibuixa diferents conjunts de Julia per a diferents valors de c . Les següents exploracions del web ens exposen les relacions entre el conjunt de Mandelbrot i els conjunts de Julia: si un punt pertany al conjunt de Mandelbrot, el seu conjunt de Julia és connex, però si no hi pertany, aleshores el Julia és un conjunt de Cantor, i en particular, és totalment disconnex.

Les exploracions del conjunt de Mandelbrot continuen explicant i donant exemples de quin és el període d'un bulb, donat pel nombre de branques de l'estrella enganxada al bulb, i el càlcul del nombre de rotació d'un bulb, segons l'òrbita d'aquestes branques. Aquests nombres estan ordenats al voltant de la cardioide principal en el mateix ordre que els nombres racionals entre zero i u , comptant des de la cúspide de la cardioide. Segons en Devaney, per a demostrar aquest fet tot el que es necessita és una mica de càlcul complex!

El web d'en Bob Devaney és un dels webs personals d'un matemàtic més desenvolupats que conec. No només ens condueix a fer un viatge fascinant pels voltants del conjunt de Mandelbrot, sinó que també inclou, entre altres coses, una col·lecció d'*applets Java* per a entendre el caos i altres fractals, calculant, per exemple, conjunts de Julia per a funcions complexes diferents de $z^2 + c$, en particular polinomis de grau superior, fraccions racionals o funcions transcendentals. Us recomano molt encoratjadament una excursió pel web d'en Bob Devaney, especialment per les fascinants propietats del conjunt de Mandelbrot. No us decebrà.

Josep Burillo
UPC

Problemes

La secció de problemes de la *SCM/Notícies* té atents, amables i competents lectors que ens han enviat les solucions de *tots* els problemes proposats al número anterior!

Hem rebut una solució del problema **A77** del professor Joaquim Nadal Vidal, que també ens resol els altres tres problemes, l'**A78**, l'**A79** i l'**A80** i ens proposa enunciats. Moltes gràcies!

El professor J. Monterde, des de València, ens envia la solució de l'**A79** i el professor Miquel Amengual la de l'**A80** junt amb un nou enunciat, derivat d'aquest. Altra vegada, el nostre agraïment a tots els qui col·laboren en aquesta secció.

De les solucions rebudes del problema **A80** hem preferit publicar la del proponent, l'estudiant Xavi Ros, perquè ens recorda molt l'estil d'aquelles velles demostracions que la matemàtica hindú antiga feia de teoremes geomètrics com el de Pitàgores: un simple "Mira!".

Queda pendent, però, la resolució del problema **A76**, proposat en el número 23 de *SCM/Notícies*. Animeu-vos, que és geometria de la bona!

Us tornem a recordar que, si treballeu amb $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ o $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, ens evitarem moltíssima (i ingrata) feina de transcripció del vostre treball i que les adreces de correu per enviar-nos-els són cromero@xtec.cat, o bé, carles.romero.c@gmail.com. Fins aviat!

Problemes proposats

A81. (Proposat a la fase espanyola de la XLIV Olimpíada Matemàtica, València, 29 de març de 2008.) Hom assigna un color, d'entre c colors disponibles, a cadascun dels punts del pla. Vegeu si és que hi ha algun trapezi inscriptible en un cercle, de manera que els seus quatre vèrtexs tinguin el mateix color.

A82. (Proposat per la redacció.) Per a qualsevol nombre natural n definim

$$\begin{aligned} f(n) &= 1! + 2! + 3! + \dots + (n-1)! + n! \\ &= \sum_{i=1}^n i! \end{aligned}$$

Trobeu tots els valors de n pels quals $f(n)$ és un quadrat perfecte.

A83. (Proposat per Miquel Amengual Covas,

Cala Figuera, Mallorca.) Sigui $\triangle ABC$ un triangle amb costats a , b i c i medians respectives m_a , m_b i m_c . Sigui $\triangle PQR$ el triangle que té per costats m_a , m_b i m_c . Sigui r el radi de la circumferència inscrita al triangle $\triangle ABC$ i sigui ρ el radi de la circumferència circumscrita al triangle $\triangle PQR$. Demostreu que

$$\rho \geq r\sqrt{3}$$

En quines condicions hi ha igualtat?

A84. (D'una recopilació de problemes d'olimpíades iberoamericanes.) En un triangle $\triangle ABC$ el cercle inscrit és tangent al costat BC en el punt D i el cercle exinscrit oposat al vèrtex B és tangent al costat BC en el punt E . A més, $AD = AE$. Demostreu que $2\hat{C} - \hat{B} = 180^\circ$.

Solucions

A77. (Proposat per Gerard Planes Conangla, estudiant, FME, UPC.) Un nombre finit m de pagesos participa en un concurs per tal de saber quin d'ells és més bon negociant. Inicialment, tots ells tenen la mateixa quantitat de diners, i comencen invertint-los en un nombre finit n de parcel·les de conreu, tot seguint sempre aquest

mateix patró: cada comprador indica els diners que vol invertir en cadascuna de les n parcel·les (no hi ha cap preu prefixat) i, de cada parcel·la, se n'endú la fracció

$$F_i = \frac{d_i}{x_i},$$

on $d_i \in \mathbb{R}$ representa els diners que ha decidit

invertir en la parcel·la i -èsima i x_i és la suma de tots els diners que tots els m concursants han acabat pagant per aquesta parcel·la en particular. A més, cap dels pagesos no sap com han repartit els seus diners als altres pagesos. Un cop fet això, es procedeix a calcular els beneficis: a cada pagès, cada parcel·la li produirà el benefici:

$$B_i = A_i \cdot F_i,$$

on $A_i > 0$ és una constant pròpia de cada parcel·la que indica la qualitat de la terra, i F_i és la fracció posseïda de la parcel·la. El benefici total que obtindrà cada pagès serà la suma dels beneficis B_i obtinguts a cada parcel·la.

Finalment, es fa el recompte de beneficis de cada pagès i el que té uns beneficis estrictament inferiors a la resta és eliminat (en cas d'empat entre els últims classificats, tots ells serien eliminats). Aleshores, es repeteix el procés —es tornen a subhastar terres i a calcular beneficis— però només entre els pagesos que no han estat eliminats. El concurs acaba quan només queda un concursant, o quan l'últim queda empatat amb el primer.

Es demana trobar com ha de distribuir un pagès els diners entre les parcel·les per arribar amb tota seguretat a la fase final i demostrar que aquesta estratègia de distribució és única.

Solució: (Solució de la redacció.) Considerem n parcel·les de coeficients $A_i > 0$, $i = 1, \dots, n$, i m pagesos amb 1 euro cadascun per invertir. Sigui $x_i \geq 0$ la suma de les inversions de tots els pagesos a la parcel·la i . Clarament, com que cada pagès disposa d'un sol euro,

$$\sum_{i=1}^n x_i = m.$$

Posem $A = \sum_{i=1}^n A_i$. Si $d_{i,j}$ és la inversió que fa el pagès j a la parcel·la i , el seu benefici és

$$B_j = \sum_{i=1}^n A_i \frac{d_{i,j}}{x_i}$$

i la suma dels beneficis de tots els pagesos és

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n A_i \frac{d_{i,j}}{x_i} &= \sum_{i=1}^n A_i \frac{\sum_{j=1}^m d_{i,j}}{x_i} = \\ &= \sum_{i=1}^n A_i \frac{x_i}{x_i} = \sum_{i=1}^n A_i = A \end{aligned}$$

perquè $\sum_{j=1}^m d_{i,j} = x_i$. Per tant, A és la suma dels beneficis de tots els pagesos.

Com que, si tots els pagesos fan servir la mateixa estratègia, tots obtindran els mateixos resultats, el benefici de cadascun d'ells en aquestes circumstàncies seria

$$B_j = \frac{A}{m}, \quad j = 1, \dots, m.$$

I, com és obvi, si algun dels concursants obté un benefici més gran que aquesta quantitat, n'hi ha algun altre que n'obté un benefici més petit. En conseqüència, un concursant, per tal d'assegurar-se no ser eliminat, ha d'aplicar una estratègia que com a mínim li asseguri uns beneficis iguals a A/m .

Ara demostraré que, per a un pagès j determinat, una estratègia així és fer

$$d_{i,j} = \frac{A_i}{A}$$

la qual aconseguirà, com a mínim, el benefici demanat.

Amb aquesta estratègia, el benefici és:

$$B = \sum_{i=1}^n A_i \frac{A_i}{x_i} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i^2}{Ax_i}.$$

Cal demostrar que $B \geq \frac{A}{m}$. Ho faré mitjançant inducció sobre el nombre de parcel·les.

i) Si $n = 1$, $A_1 = A$ i $x_1 = m$. Resulta:

$$B = \frac{A_1^2}{Ax_1} = \frac{A^2}{Am} = \frac{A}{m} \geq \frac{A}{m}$$

i la desigualtat és vàlida.

ii) Suposem que la desigualtat és vàlida per a n . Per a $n + 1$ parcel·les tenim:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n A_i &= A - A_{n+1} \\ \sum_{i=1}^n x_i &= m - x_{n+1}. \end{aligned}$$

Aleshores,

$$\begin{aligned} B &= \sum_{i=1}^n \frac{A_i^2}{Ax_i} + \frac{A_{n+1}^2}{Ax_{n+1}} \\ &\geq \frac{A - A_{n+1}}{m - x_{n+1}} + \frac{A_{n+1}^2}{Ax_{n+1}} \end{aligned}$$

i es tracta de veure que

$$\frac{A - A_{n+1}}{m - x_{n+1}} + \frac{A_{n+1}^2}{Ax_{n+1}} \geq \frac{A}{m}$$

o sigui que

$$\frac{A^2x_{n+1} - AA_{n+1}x_{n+1} + mA_{n+1}^2 - A_{n+1}^2x_{n+1}}{mA_{n+1}x_{n+1} - Ax_{n+1}^2} \geq \frac{A}{m}.$$

Si parem esment als fets que $\sum_{i=1}^{n+1} x_i = m$ i que $x_i \geq 0$, $i = 1, \dots, n, n+1$, tenim que $x_{n+1} \leq m$ i, per tant, $m - x_{n+1} \geq 0$. En conseqüència, el denominador

$$mA_{n+1}x_{n+1} - Ax_{n+1}^2$$

és positiu o nul i podem manipular la desigualtat anterior a plaer.

Hauria de ser

$$mA^2x_{n+1} - mAA_{n+1}x_{n+1} + m^2A_{n+1}^2 - mA_{n+1}^2x_{n+1} \geq mA^2x_{n+1} - A^2x_{n+1}^2$$

o sigui,

$$-mAA_{n+1}x_{n+1} + m^2A_{n+1}^2 - mA_{n+1}^2x_{n+1} \geq -A^2x_{n+1}^2$$

és a dir,

$$A^2x_{n+1}^2 - (mAA_{n+1} + mA_{n+1}^2)x_{n+1} + m^2A_{n+1}^2 \geq 0.$$

El discriminant d'aquesta expressió és

$$\begin{aligned} \Delta &= m^2A_{n+1}^2(A + A_{n+1})^2 - 4m^2A^2A_{n+1}^2 \\ &= m^2A_{n+1}^2((A + A_{n+1})^2 - 4A^2) = \\ &= m^2A_{n+1}^2(2AA_{n+1} + A_{n+1}^2 - 3A^2) \end{aligned}$$

i, com que $A_{n+1} \leq A$, resulta $\Delta \leq 0$ i, per tant, és segur que

$$A^2x_{n+1}^2 - (mAA_{n+1} + mA_{n+1}^2)x_{n+1} + m^2A_{n+1}^2 \geq 0.$$

En conseqüència, també és segur que

$$\frac{A - A_{n+1}}{m - x_{n+1}} + \frac{A_{n+1}^2}{Ax_{n+1}} \geq \frac{A}{m}$$

i, finalment, queda establert que

$$B \geq \frac{A}{m}$$

i la desigualtat és vàlida per a $n + 1$ parcel·les.

La conclusió és que l'atribució

$$d_{i,j} = \frac{A_i}{x_i}$$

compleix la condició demanada.

A més, aquesta estratègia és única. En efecte, suposem que dels $m > 1$ pagesos, tots menys un, posem el m -èsim, apliquen l'estratègia ja presentada i que l'estratègia d'aquest consisteix a posar la quantitat $x_i = d_{i,m} \geq 0$ a la parcel·la i , $i = 1, \dots, n > 1$. Aleshores, com que el benefici de cadascun dels altres pagesos és, segur, més gran o igual que $\frac{A}{m}$, cal veure que el mínim d'aquest guany es produeix quan l' m -èsim pagès també fa servir l'estratègia dels altres. Per veure-ho, faré servir el mètode dels multiplicadors de Lagrange. Per a qualsevol dels $m - 1$ pagesos ortodoxos, el benefici és la funció de n variables

$$\begin{aligned} B(x_i) &= \sum_{i=1}^n A_i \frac{\frac{A_i}{A}}{(m-1)\frac{A_i}{A} + x_i} \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{m-1 + \frac{A_i}{A}x_i} \end{aligned}$$

amb la condició

$$g(x_1, x_2, \dots, x_n) = \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) - 1 = 0.$$

Aleshores cal resoldre les $n + 1$ equacions

$$\begin{cases} \frac{\partial B}{\partial x_i} = \lambda \frac{\partial g}{\partial x_i} \\ g(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0. \end{cases}$$

Tenim

$$\frac{\partial B}{\partial x_i} = -\frac{A}{\left(m-1 + \frac{A_i}{A}x_i\right)^2}$$

i

$$\frac{\partial g}{\partial x_i} = 1.$$

Aleshores, el sistema a resoldre és

$$\begin{cases} -\frac{A}{\left(m-1 + \frac{A_i}{A}x_i\right)^2} = \lambda \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1. \end{cases}$$

De les n primeres equacions en resulta

$$x_i = \left(\sqrt{-\frac{A}{\lambda}} + 1 - m \right) \frac{A_i}{A}$$

i, de la darrera,

$$1 = \sqrt{-\frac{A}{\lambda}} + 1 - m$$

o sigui,

$$\sqrt{-\frac{A}{\lambda}} = m$$

i, en conseqüència,

$$x_i = (m + 1 - m) \frac{A_i}{A} = \frac{A_i}{A}$$

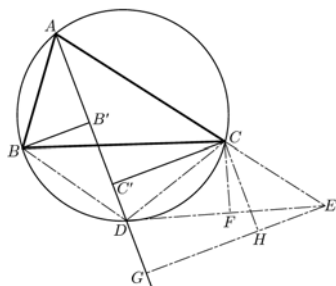
és un extrem de B que, per les condicions del problema, és un mínim: precisament allò que volia demostrar!

A78. (Proposat per Miquel Amengual Covas, Cala Figuera, Mallorca.) Sigui $\triangle ABC$ un triangle, sigui D el segon punt d'intersecció de la bisectriu de l'angle \widehat{BAC} amb el circumcercle del triangle $\triangle ABC$ i siguin B' y C' els respectius peus de les perpendiculars a la bisectriu AD tirades des dels vèrtexs B i C . Demostreu que

$$BB' + CC' \leq AD.$$

En quines condicions hi ha igualtat?

Solució: (Solució de Joaquim Nadal Vidal, IES de Cassà de la Selva.)



Tenim:

$$\sin \frac{\widehat{A}}{2} = \frac{CC'}{b} = \frac{BB'}{c}$$

o sigui,

$$BB' = c \sin \frac{\widehat{A}}{2}, \quad CC' = b \sin \frac{\widehat{A}}{2}.$$

Els angles $\widehat{C} = \widehat{ACB}$ i \widehat{ADB} són iguals perquè són angles inscrits que abasten el mateix arc. També ho són $\frac{\widehat{A}}{2} = \widehat{CAD}$ i \widehat{CBD} per la mateixa raó. Si ara apliquem el *teorema dels sinus* al triangle $\triangle ABD$ tenim:

$$AD = \frac{c \sin (\widehat{B} + \widehat{CBD})}{\sin \widehat{ADB}} = \frac{c \sin (\widehat{B} + \frac{\widehat{A}}{2})}{\sin \widehat{C}}.$$

Hem de provar, doncs, que

$$c \sin \frac{\widehat{A}}{2} + b \sin \frac{\widehat{A}}{2} \leq \frac{c \sin (\widehat{B} + \frac{\widehat{A}}{2})}{\sin \widehat{C}}.$$

Com que $\sin \widehat{A} \leq 1$,

$$\sin \widehat{A} \sin \left(\widehat{C} + \frac{\widehat{A}}{2} \right) \leq \sin \left(\widehat{C} + \frac{\widehat{A}}{2} \right) \quad (*)$$

i, per complementarietat, $\widehat{C} + \frac{\widehat{A}}{2} = \widehat{C} + \frac{180^\circ - \widehat{B} - \widehat{C}}{2} = 90^\circ - \frac{\widehat{B} - \widehat{C}}{2}$ i

$$\sin \widehat{A} \cos \frac{\widehat{B} - \widehat{C}}{2} \leq \sin \left(\widehat{C} + \frac{\widehat{A}}{2} \right).$$

Ara apliquem la fórmula de l'angle doble:

$$2 \sin \frac{\widehat{A}}{2} \cos \frac{\widehat{A}}{2} \cos \frac{\widehat{B} - \widehat{C}}{2} \leq \sin \left(\widehat{C} + \frac{\widehat{A}}{2} \right)$$

i tenim $90^\circ - \frac{\widehat{A}}{2} = 90^\circ - \frac{180^\circ - \widehat{B} - \widehat{C}}{2} = \frac{\widehat{B} + \widehat{C}}{2}$ i que $\widehat{C} + \frac{\widehat{A}}{2} = 180^\circ - \widehat{A} - \widehat{B} + \frac{\widehat{A}}{2} = 180^\circ - \widehat{B} - \frac{\widehat{A}}{2}$ i, per complementarietat i suplementarietat,

$$2 \sin \frac{\widehat{A}}{2} \sin \frac{\widehat{B} + \widehat{C}}{2} \cos \frac{\widehat{B} - \widehat{C}}{2} \leq \sin \left(\widehat{B} + \frac{\widehat{A}}{2} \right)$$

i ara, amb les fórmules d'addició d'angles, obtenim

$$\sin \frac{\widehat{A}}{2} (\sin \widehat{B} + \sin \widehat{C}) \leq \sin \left(\widehat{B} + \frac{\widehat{A}}{2} \right).$$

Ara multipliquem per $\frac{c}{\sin \widehat{C}}$:

$$\frac{c \sin \frac{\widehat{A}}{2} \sin \widehat{B}}{\sin \widehat{C}} + c \sin \frac{\widehat{A}}{2} \leq \frac{c \sin (\widehat{B} + \frac{\widehat{A}}{2})}{\sin \widehat{C}}$$

però, segons el *teorema dels sinus* aplicat al triangle $\triangle ABC$,

$$\frac{c \sin \widehat{B}}{\sin \widehat{C}} = b$$

i, finalment,

$$b \sin \frac{\widehat{A}}{2} + c \sin \frac{\widehat{A}}{2} \leq \frac{c \sin (\widehat{B} + \frac{\widehat{A}}{2})}{\sin \widehat{C}}$$

com volíem veure.

Situats a la posició inicial (*), és obvi que la igualtat es produirà quan $\sin \widehat{A} = 1$, és a dir, quan el triangle sigui rectangle en el vèrtex A .

A79. (D'una olimpíada universitària iberoamericana.) Els divisors positius d'un nombre enter positiu n estan escrits en ordre creixent a partir del nombre 1, i fins a n :

$$1 = d_1 < d_2 < d_3 < \dots < n.$$

S'ha de trobar la n que compleix:

- i) $n = d_{13} + d_{14} + d_{15}$
- ii) $(d_5 + 1)^3 = d_{15} + 1.$

Solució: (Solució de J. Monterde. Departament de Geometria i Topologia. Facultat de Matemàtiques. Universitat de València.) Dividim l'equació i) $n = d_{13} + d_{14} + d_{15}$ per n . El resultat és de la forma

$$1 = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$$

amb a, b i c nombres naturals que podem suposar $a > b > c > 1$. L'única possibilitat és $a = 6$, $b = 3$ i $c = 2$. Per tant,

$$n = 2d_{15} = 3d_{14} = 6d_{13}.$$

Així, els quatre primers divisors de n són 1, 2, 3 i 6.

La segona condició, ii) $(d_5 + 1)^3 = d_{15} + 1$ es pot reescriure com a

$$d_5(d_5^2 + 3d_5 + 3) = d_{15}$$

i, com que 3 és un divisor de $n = 2d_{15}$, també ho és de $d_{15} = d_5(d_5^2 + 3d_5 + 3)$, la qual cosa implica que 3 divideix d_5 . Això vol dir que, com que d_5 és el cinquè divisor de n , aleshores $d_5 = 9$.

La segona condició es pot llegir ara com a

$$10^3 = d_{15} + 1$$

és a dir, $d_{15} = 999$ i, per tant,

$$n = 1998$$

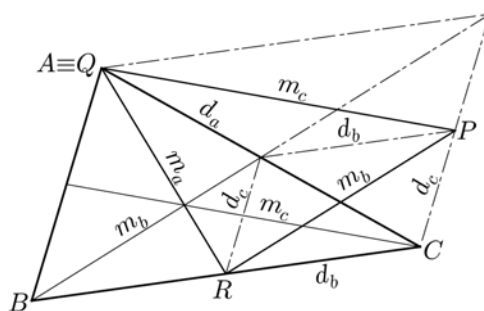
A80. (Proposat per Xavi Ros Otón, estudiant, FME (UPC).) Sigui $\triangle ABC$ un triangle amb medianes m_a, m_b i m_c . Sigui $\triangle PQR$ el triangle que té per costats m_a, m_b i m_c i siguin d_a, d_b i d_c les distàncies del baricentre d'aquest triangle als seus vèrtexs. Demostreu que:

$$a) \quad d_a + d_b + d_c = p$$

$$b) \quad [PQR] = \frac{3}{4}[ABC]$$

on p i $[ABC]$ denoten, respectivament, el semi-perímetre i l'àrea del $\triangle ABC$.

Solució: (Solució del proponent.) Vegeu!



Carles Romero
IES Manuel Blancafort, la Garriga

Tesis

- FRANCISCO PALACIOS QUIÑONERO va llegir la seva tesi, dirigida per Pere Rubió i Díaz, titulada *Contribució al problema d'interpolació de Birkhoff*, el dia 20 de desembre de 2004. La tesi correspon al Departament de Matemàtica Aplicada III de la Universitat Politècnica de Catalunya.



L'objectiu de la tesi és desenvolupar la interpolació de Birkhoff mitjançant polinomis llacunars. La interpolació algebraica de Birkhoff consisteix a determinar un polinomi de grau menor que n imposant n condicions que fixen el valor del polinomi o de les seves derivades en determinats punts. Els problemes clàssics de Lagrange, Taylor, Hermite, Hermite-Sylvester i Abel-Gontcharov són casos particulars de la interpolació algebraica de Birkhoff.

Un espai de polinomis llacunars de dimensió n és el conjunt de polinomis que es pot generar per combinació lineal de n potències diferents de graus, en general, no consecutius. En particular, quan prenem potències de graus $0, 1, \dots, n-1$, resulta l'espai de polinomis de grau menor que n , que és l'espai emprat en la interpolació algebraica clàssica.

En la interpolació algebraica clàssica, el nombre de condicions determina l'espai d'interpolació. Contràriament, en la interpolació mitjançant

polinomis llacunars, les condicions d'interpolació determinen únicament la dimensió de l'espai d'interpolació i pot existir una infinitat d'espais sobre els quals realitzar la interpolació. Això ens permet construir millors estratègies d'interpolació en determinades situacions com, per exemple, en la interpolació de funcions de gran creixement (interpolació d'exponencials i de branques asimptòtiques).

L'aportació de la tesi consisteix en la definició d'un marc teòric adequat per a la interpolació de Birkhoff mitjançant polinomis llacunars, i en l'extensió al nou marc dels principals elements de la interpolació algebraica de Birkhoff. En concret, es generalitza la condició de Pólya, es caracteritza la regularitat condicionada, s'estableixen condicions suficients de regularitat ordenada que generalitzen el teorema d'Atkinson-Sharma, s'estén la descomposició normal i s'estableixen condicions suficients de singularitat en els casos indescomponibles.

- JESÚS FERNÁNDEZ SÁNCHEZ va llegir la seva tesi, dirigida per Eduard Casas Alvero, titulada *On sandwiched surface singularities and complete ideals*, el dia 23 de febrer de 2005. La tesi correspon al Departament d'Àlgebra i Geometria de la Universitat de Barcelona.



L'interès original en les singularitats *sandwiched* prové d'una pregunta de J. Nash a H. Hironaka a principis dels anys seixanta: és possible resoldre les singularitats d'una varietat algebraica reduïda mitjançant una successió finita de transformacions de Nash? El 1983, Hironaka demostra que mitjançant una successió finita de transformacions de Nash normalitzades aplicades a una superfície s'obté una altra superfície X que domina biracionalment una superfície no singular. Per definició, les singularitats de la superfície X són singularitats *sandwiched*. El 1990 M. Spivakovsky demostra que les singularitats *sandwiched* també es poden resoldre mitjançant transformacions de Nash normalitzades, donant així una resposta afirmativa a la pregunta inicial de Nash per al cas de superfícies sobre \mathbb{C} .

Des de llavors, hi ha hagut un interès constant en les singularitats *sandwiched* des del punt de vista de la teoria de deformacions per de Jong i van Straten (1998), i també per Gustavsen (2003). També han rebut una atenció especial com a camp de proves per a la conjec-

tura de Nash i el problema dels wedges per part de Lejeune-Jalabert i Reguera (1999), en què la idea principal consisteix a estendre alguns arguments combinatoris propis de les singularitats de superfícies tòriques per les singularitats *sandwiched*.

Les singularitats *sandwiched* són aquelles singularitats que s'obtenen per l'explosió d'un ideal complet en l'anell local d'un punt regular en una superfície, i per tant, són singularitats racionals. Aquestes són singularitats aïllades la resolució de les quals no altera el gènere aritmètic de la superfície. Entre les singularitats *sandwiched* es troben els quocients cíclics i les singularitats minimalis i constitueixen, doncs, una àmplia classe de singularitats racionals. Les singularitats *sandwiched* són Cohen-Macaulay, però no són intersecció completa en general, i no existeixen equacions simples o fàcils per elles. L'objectiu d'aquesta tesi és estudiar les singularitats *sandwiched* a través de la geometria dels punts base infinitament propers dels ideals complets explotats per obtenir-les.

Els punts infinitament propers són una eina antiga per descriure singularitats, i ja apareixen en el treball de M. Noether. El seu ús i les seves propietats, com la proximitat, el satellitisme, etc. permeten una descripció entenedora del comportament de les singularitats de corbes planes i, en general, proporcionen un estudi molt acurat de les singularitats de varietats en un context més ampli.

Els ideals complets són introduïts per Oscar Zariski l'any 1938. Zariski desenvolupa una teoria aritmètica paral·lela a la teoria geomètrica de sistemes lineals de corbes planes a través d'un conjunt de punts amb multiplicitats assignades. Un fet clau d'aquesta teoria és que tot ideal complet en un anell local regular de dimensió dos té una factorització única en ideals complets irreductibles; aquests ideals irreductibles s'anomenen ideals simples.

Com a resultats base relacionant les singularitats *sandwiched* en una superfície X i els punts base de l'ideal complet I explotat per obtenir aquesta superfície, determinem els punts singulars de X , les seves multiplicitats i els seus cicles fonamentals en termes dels punts base de I , i donem una fórmula explícita per la multiplicitat de corbes en les singularitats de X també en funció d'aquests punts base.

Aquests fets ens permeten estudiar l'existència d'equacions locals per a les corbes de X . Deduïm conseqüències relatives als seus ordres de singularitat i fem càlculs explícits relatius a l'existència de divisors de Cartier sobre X i amb

propietats prefixades. En particular, provem que les tangents a les components excepcionals de X passant per una mateixa singularitat *sandwiched* són linealment independents. Tot això ens porta a l'estudi dels feixos d'ideals complets amb cosuport finit en X , i a deduir resultats relatius a la factorització i semifactorització d'ideals complets en l'anell local d'una singularitat *sandwiched*.

En una prepublicació de 1968, que va aparèixer el 1995, Nash introduïa l'estudi dels espais d'arcs com una nova via per entendre les singularitats. La principal qüestió, coneguda més endavant com la conjectura de Nash, estableix que hi ha una bijecció entre el conjunt de components irreductibles de l'espai d'arcs per a una singularitat i el conjunt de les seves components essencials. En un article aparegut recentment l'any 2004, Ishii i Kollár donen un contraexemple que la conjectura és falsa en general. Per la nostra banda, en el darrer capítol de la tesi, anunciem alguns dels resultats obtinguts en relació amb aquesta conjectura per al cas de singularitats *sandwiched*. Concretament, demostrem que per a aquestes singularitats, les components reduïdes del cicle fonamental estan efectivament associades a components irreductibles de l'espai d'arcs. També provem que per tal de demostrar la conjectura per les singularitats *sandwiched* és suficient provar-ho per les singularitats primitives (singularitats *sandwiched* que s'obtenen explotant un ideal complet irreductible).

- REMEI CALM PUIG va llegir la seva tesi, dirigida per : Ernest Gardeñes Martín, titulada *Anàlisi intervalar modal: la seva construcció teòrica, implementació i possibilitats d'aplicació a la simulació i al control*, el dia 22 d'abril de 2005. La tesi correspon al Departament de Matemàtica Aplicada III de la Universitat Politècnica de Catalunya.



Aquesta tesi contribueix al desenvolupament de la teoria intervalar modal. Conté una implementació de l'aritmètica intervalar modal i un estudi dels problemes semàntics que apareixen en l'estimació de paràmetres, simulació i regulació d'un model intervalar.

En el capítol introductor i es presenta un resum dels resultats bàsics de l'anàlisi intervalar modal que inclou un preliminar sobre les deficiències dels intervals clàssics, seguit de la construcció dels intervals modals, per finalit-

zar amb l'estudi de les extensions racionals i semàntiques de les funcions contínues.

En aquesta tesi s'estudia el problema de la interpretació i l'optimització de les funcions racionals modals. Per a les funcions racionals multiincidents es donen les condicions que ens permeten obtenir un càlcul interpretable i, a ser possible, òptim a partir d'un càlcul racional intervalar. Si no és possible obtenir un càlcul òptim, es mostra la possibilitat d'obtenir una optimització parcial a partir de noves funcions racionals. S'in-

trodueixen noves condicions per a l'estudi de l'optimització sintàctica de funcions racionals que depenen de les modalitats dels seus arguments. Per això, es donen els conceptes de modalitat partida i d'optimització lateral que ens portaran a la definició de c -arbre d'optimització, que permetrà ampliar el conjunt de funcions per a les quals es pot assegurar l'optimització.

La tesi també conté alguns detalls de la implementació de l'aritmètica intervalar modal en C++. En aquesta aritmètica s'implementen les operacions bàsiques de l'aritmètica intervalar, els operadors monaris i els de relació i permet realitzar un control de la truncació i de les excepcions de les operacions en punt flotant que s'ajusten a la filosofia intervalar. S'utilitzen els tres tipus de precisió intervalar: *float*, *double* i *long double*.

Una part important de la tesi està dedicada a l'aplicació dels intervals modals a l'estimació de paràmetres d'un model, a la simulació i a la regulació d'alguns sistemes físics. Es presenta un enfocament semàntic, atès que l'anàlisi intervalar modal permet la possibilitat de donar una formulació logicosemàntica a aquest tipus

de problemes. Així doncs, s'estudia l'estimació dels paràmetres desconeguts d'un model intervalar a partir de dades experimentals incertes. Es determina un interval de paràmetres que ens permeti assegurar que per a qualsevol valor d'aquest interval, s'obté una trajectòria admissible del model. També es fa un altre plantejament en el qual l'interval de paràmetres obtingut permet obtenir qualsevol sortida experimental. Una vegada obtinguts els paràmetres del model, s'estudia el problema de la simulació i la regulació per alguns models particulars.

Finalment la metodologia estudiada s'aplica a un model de qualitat d'aigües d'un riu, en particular a un tram del riu Ter. De les diferents variables que caracteritzen el model de qualitat, es centra l'atenció en les corresponents al cicle del nitrogen. Per aquest model es fa una estimació dels seus paràmetres de manera que permeti identificar el flux minimal de trajectòries que recobreixen totes les dades experimentals. Una vegada obtinguts aquests paràmetres es presenten resultats diversos sobre simulació i regulació del model intervalar.

- ANTONIO CAPELLA KORT va llegir la seva tesi, dirigida per Xavier Cabré, titulada *Stable solutions of nonlinear elliptic equations: qualitative and regularity properties*, el dia 16 de setembre de 2005. La tesi correspon al Departament de Matemàtica Aplicada I de la Universitat Politècnica de Catalunya.



La tesi tracta sobre les propietats d'estabilitat per a les solucions d'equacions el·líptiques semilineals. Són particularment interessants les relacions que hi ha entre aquesta estabilitat, la simetria, la regularitat i les propietats variacionals dels dominis acotats i no acotats. En aquest treball es consideren sobretot, però no exclusivament, les solucions amb simetria radial.

L'estudi sobre aquestes qüestions es basa en idees i mètodes desenvolupats per De Giorgi i Simons (entre d'altres) sobre l'existència i la regularitat de superfícies minimalis. Els mètodes desenvolupats per a demostrar la no existència de cons singulars minimalis en l'espai euclidià de dimensió menors o igual a set són de particular importància per al nostre treball. La connexió entre les equacions el·líptiques semilineals i les superfícies minimalis està relacionada amb els resultats de Modica i Mortola per a models se-

milineals per a transicions de fase.

La primera part d'aquesta tesi està dedicada a provar que les solucions radials i acotades de les equacions el·líptiques semilineals definides en tot l'espai són inestables per a dimensions $n \leq 10$. En dimensió $n = 11$ es presenta un exemple de solució sencera estable, la qual cosa mostra com el resultat anterior és òptim. A més, s'estudien algunes de les propietats geomètriques relacionades amb l'estabilitat i inestabilitat per a les solucions radials en tot l'espai.

En la segona part del treball es proven estimacions òptimes per al tipus de solucions estables quan el domini és una bola. Aquestes estimacions s'apliquen al problema, ben conegut, de la regularitat de les solucions extremals; problema que va ser proposat per Brezis i Vázquez i que és obert per a dominis generals. També es demostren resultats de regularitat per al cas de

l'operador p -laplacià, exhibint d'aquesta manera l'àmplia aplicabilitat dels mètodes desenvolupats en aquest treball.

A l'últim capítol, tot aplicant aquests mètodes, s'estudia l'estabilitat de les solucions

per a reaccions a la frontera d'un mig espai, amb condicions de Neumann no lineals, considerant la hipòtesi de la radialitat per a variables tangencials a la frontera.

- XAVIER MOLINERO ALBAREDA va llegir la seva tesi, dirigida per Conrado Martínez Parra, titulada *Generació ordenada de classes d'estructures combinatories*, el dia 10 d'octubre de 2005. La tesi correspon al Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics de la Universitat Politècnica de Catalunya.



Existeixen quatre problemes molt relacionats sobre la generació d'objectes combinatoris: *drawing* (donada una classe combinatoria i una talla, generar un objecte a l'atzar), *ranking* (calcular el rang d'un objecte donat a partir d'una classe combinatoria, segons un ordre prèviament establert), *unranking* (donada una classe combinatoria, generar un objecte de rang i talla donats, segons un ordre prèviament establert) i *iteració* o *generació exhaustiva* (generar tots els objectes d'una classe combinatoria i talla donades, segons un ordre prèviament establert). En aquesta tesi doctoral es combinen alguns principis coneguts amb noves idees en un àmbit genèric per solucionar eficientment els tres darrers problemes. Els algorismes són genèrics en el sentit que les entrades consideren una especificació finita de la classe combinatoria a la qual pertanyen els objectes combinatoris.

Es donen algorismes d'*unranking* i *ranking* d'objectes de talla n amb cost mitjà $O(n\sqrt{n})$ per l'ordre lexicogràfic i $O(n \log n)$ per l'ordre

bustrofèdic. En el cas de les classes iteratives (classes en què no hi ha recursió), el cost és $\Theta(n)$. També s'estudien diferents heurístiques per millorar l'execució dels algorismes d'*unranking*, i la distribució de probabilitat del cost de l'*unranking* de les classes etiquetades amb l'ordre lexicogràfic.

Per al problema de la iteració, s'han dissenyat algorismes amb cost amortitzat constant per a una àmplia família de classes admissibles, incloent les més rellevants (classes admissibles etiquetades superexponencials i classes admissibles no etiquetades superpolinòmiques). També es presenten diferents tècniques (com, per exemple, la utilització dels *punters de cerca*) per millorar l'eficiència dels algorismes.

La flexibilitat dels algorismes presentats en aquesta tesi permeten adaptar-los fàcilment a les biblioteques de programari combinatori, com per exemple el paquet *Construct* per *MAPLE* o el paquet *MUPAD-Combinat* per *MUPAD*.

- MARIA ROSA ESTELA CARBONELL va llegir la seva tesi, codirigida per Ernest Gardeñes Martín i Antonio Huerta Cerezuela, titulada *Aplicació de l'anàlisi interval modal a problemes en diferències*, el dia 28 d'octubre de 2005. La tesi correspon al Departament de Matemàtica Aplicada III de la Universitat Politècnica de Catalunya.



Aquesta tesi presenta aplicacions de l'anàlisi interval modal a l'estudi de problemes diferencials aplicats bàsicament a la resolució de problemes de l'àmbit de l'enginyeria, precedits d'una revisió de la teoria bàsica del sistema dels intervals modals i d'un estudi exhaustiu de l'optimalitat parcial de les funcions racionals, incorporant els conceptes d'optimalitat equivalent i optimalitat

condicionada, que representen una ampliació a la teoria de l'anàlisi interval modal ja existent.

Definim els intervals identificant-los amb el conjunt de predicats que accepten o bé rebutgen sobre la recta real, fet que permet corregir deficiències estructurals i semàntiques de l'anàlisi interval clàssic, però que sobretot crea la teoria interval en la funció bàsica dels intervals com a

referències al sistema dels nombres reals compatibles amb la inevitable necessitat de truncació que acompanya qualsevol valor numèric experimental.

Revisada la teoria bàsica de l'anàlisi interval modal, ens proposem aplicar-la a la resolució de problemes de l'àmbit de l'enginyeria. En plantejar-nos la resolució de problemes fins i tot elementals, com el de la propagació de la calor en una dimensió, ens trobem amb problemes de plantejament en l'aplicació de la teoria interval, a causa de les restriccions que imposa la possibilitat de càlculs optimals. Aquesta situació ens porta a l'estudi de l'optimalitat condicionada, que es presenta al tercer capítol de la tesi.

Imposant restriccions a les modalitats dels arguments de les funcions racionals apareixen nous conceptes, com ara el de modalitat partida o optimalitat lateral, que finalment permeten introduir el concepte de funció racional sintàcticament c -commutativa, que permet tenir un conjunt més ampli de funcions a les quals associar un càlcul optimal.

Sobre el conjunt dels intervals podem definir diferents sistemes d'operacions aconseguint, per exemple, el sistema dels intervals modals amb la seva aritmètica fonamental o bé, amb una aritmètica lineal o paral·lela. Aquesta darrera aritmètica s'introdueix al quart capítol de la tesi.

Des del punt de vista de l'anàlisi interval modal hem estudiat equacions en diferències definides com a solució numèrica a equacions diferencials. El model interval i els mètodes de càlcul numèric són objectivament diferents: mentre que el càlcul numèric calcula trajectòries singulars aproximades, el càlcul interval calcula feixos de trajectòries associades a una estratègia determinada per les modalitats dels intervals. A més, el càlcul intervalar està fonamentat en la inclusió de les solucions intervalars i és per això

que dona lloc essencialment a models exactes des del punt de vista de les semàntiques associades a la inclusió, a diferència del càlcul numèric, que es basa essencialment en el concepte d'aproximació.

Una propietat estructuralment bàsica de l'anàlisi interval es la no conveniència d'aprofitar els algorismes dels mètodes numèrics clàssics com a algorismes intervalars, atès que l'estructura interval és essencialment més gran que la dels nombres reals i, per tant, hem de plantejar cada problema interval sempre *ab initio*, a l'interior del mateix context interval. Fonamentalment això ve determinat pel fet que no té sentit plantejar les relacions d'inclusió al conjunt dels nombres reals i no té sentit prescindir-ne en el context intervalar.

Tres capítols de la tesi estudien els diferents problemes que sorgeixen amb les equacions en diferències intervalars, explicitant les situacions que requereixen un context lineal i, en conseqüència, el suport aritmètic dels intervals de marques.

També s'han estudiat problemes de contorn, que es plantegen al càlcul numèric clàssic, essencialment sobre un context geomètric lineal. Atès que les operacions aritmètiques bàsiques dels intervals modals no són operacions lineals, no seran les operacions adients per a models que demanin linealitat global. Els sistemes amb operacions lineals obliguen a un estudi més elaborat de la modalitat, però mantenen la geometria lineal que usualment està exigida pel plantejament experimental del problema. Apareix un problema lògic amb la truncació dels intervals, que ens porta inevitablement a l'aritmètica de marques.

A un dels apèndixs es presenta una biblioteca C++ que implementa l'aritmètica intervalar modal per coprocessadors Intel.

- ANTONIO GARIJO REAL va llegir la seva tesi, codirigida per Núria Fagella Rabionet i Xavier Jarque Ribera, titulada *Iteration of certain families of transcendental maps and phase portrait of complex differential equations*, el dia 19 de gener de 2006. La tesi correspon al Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi de la Universitat de Barcelona.



Aquesta tesi està organitzada en dues parts, i el fil conductor són les funcions complexes d'una variable complexa.

A la primera part estudiem la iteració de la família de funcions enteres transcendents

$$F_{\lambda,m}(z) = \lambda z^m \exp(z), \quad \text{on } m \geq 2 \text{ i } \lambda \in \mathbb{C}.$$

Per a tots els valors del paràmetre λ l'origen és un punt fix superatractor i $z = -m$ és un punt crític.

En el context de la dinàmica complexa el pla dinàmic es divideix en dos conjunts invariants, el conjunt de Fatou i el conjunt de Julia, segons que els iterats de la funció formin una successió de funcions normals o no. D'altra banda en el pla de paràmetres es poden estudiar tant els fenòmens hiperbòlics com els de bifurcació.

En el pla dinàmic investiguem la topologia de la conca d'atracció de l'origen i en el pla de paràmetres concentrarem el nostre interès en els fenòmens de captura, és a dir, valors del

paràmetre tal que el punt crític sigui atret per l'origen.

A la segona part ens interessem per l'equació diferencial ordinària

$$\frac{dz}{dt} = f(z), \quad z \in \mathbb{C}, \quad t \in \mathbb{R},$$

on f és una funció meromorfa. El primer problema és la recerca de la forma normal d'aquesta edo prop d'un punt singular, però imposant que l'equivalència vingui donada per una funció conforme. També estem interessats en l'estudi dels continus d'òrbites periòdiques d'aquests sistemes. Finalment, en la funció de període dels sistemes del tipus

$$\frac{dz}{dt} = f(z)g(\bar{z})$$

en particular podem provar que aquests sistemes tenen com a molt un període crític.

- MARÍA JESÚS ÁLVAREZ TORRES va llegir la seva tesi, dirigida per Armengol Gasull Embid, titulada *Critical points and periodic orbits in planar differential equations*, el dia 13 de juny de 2006. La tesi correspon al Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona.



En aquesta tesi treballam amb un sistema d'equacions diferencials ordinàries al pla de la forma

$$\begin{cases} \dot{x} = P(x, y), \\ \dot{y} = Q(x, y), \end{cases} \quad (2)$$

on $P(x, y)$ i $Q(x, y)$ són funcions analítiques.

Pel teorema de Poincaré-Bendixson és ben conegut que l'estructura topològica del sistema anterior està completament determinada per la configuració de les seves solucions singulars, és a dir, els punts crítics, les òrbites periòdiques i els policicles (conjunt de solucions format per punts crítics i òrbites que uneixen aquests punts crítics). En aquest treball ens centram a estudiar els primers dos tipus de solucions singulars.

En relació amb els punts crítics, estudiem principalment els nilpotents i el problema centre-focus. També estudiem com bifurcar òrbites periòdiques a partir d'un punt crític monodròmic nilpotent. Aquest estudi el realitzam mitjançant dues tècniques diferents: el càlcul de constants de Lyapunov generalitzades i les formes normals.

Com a conseqüència dels resultats obtinguts podem caracteritzar els centres d'algunes famílies de camps al pla amb l'origen com a punt nilpotent i donar fites inferiors pel nombre de cicles límits (òrbites periòdiques aïllades) d'aquestes famílies. En la tesi també estudiem els punts crítics completament degenerats (o linealment zero) i donam un algorisme basat en *k-blow ups* per a la seva dessingularització.

Relatiu a les òrbites periòdiques, el problema obert més important a l'àrea és el problema 16 de Hilbert. Aquest problema pregunta si existeix una fita uniforme, $H(n)$, pel nombre de cicles límits de tots els camps vectorials polinomials de grau n . Els nostres resultats s'emmarquen en aquest difícil problema. Treballam amb equacions d'Abel i altres sistemes al cilindre i donam fites inferiors pel nombre d'òrbites periòdiques que poden tenir. També donam nous criteris per fitar superiorment el nombre d'òrbites periòdiques.

- CARLOS ALONSO INFANTE VARGAS va llegir la seva tesi, dirigida per Xavier Xarles i Ribas, titulada *Cicles algebraics y reducció semiestable*, el dia 11 de juliol de 2006. La tesi correspon al Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona.

En aquesta memòria s'estudien els *grups de Chow* d'una varietat llisa i projectiva sobre un cos complet, mitjançant l'estudi del morfisme cicle. Concretament, es construeix un morfisme, anomenat *morfisme reducció* que té com a domini els grups de Chow de la varietat i la seva imatge cau dins d'un quocient del grup de Chow de la reducció. A diferència del morfisme cicle l -àdic, aquest morfisme té l'avantatge de no dependre del nombre primer l , i de permetre'ns descriure la imatge del morfisme cicle l -àdic en el cas de varietats amb reducció totalment degenerada.

Les idees principals de fons que es fan servir en aquesta memòria són dues. La primera consisteix en restringir les varietats amb reducció estrictament semiestable i, a partir de combi-

nacions dels grups de Chow dels components de la reducció, construir estructures enteres i operadors sobre elles, de manera que es puguin reconstruir els grups de Chow de la varietat inicial. La segona idea consisteix en relacionar aquests operadors sobre les estructures enteres amb la monodromia associada a la cohomologia de la varietat. L'existència d'una monodromia no trivial és una particularitat de les varietats amb reducció totalment degenerada. Es dona també la descomposició de l'operador de monodromia sobre la cohomologia de De Rham.

Finalment, la memòria acaba amb un capítol dedicat a l'aplicació de la teoria desenvolupada per al cas de tors analítics i productes de corbes de Mumford.

- JORDI PUJOLÀS BOIX va llegir la seva tesi, dirigida per Steven D. Galbraith i Paz Morillo Bosch, titulada *On the decisional diffie-hellman problem in genus 2*, el dia 29 de setembre de 2006. La tesi correspon a la Facultat de Matemàtica i Estadística de la Universitat Politècnica de Catalunya.



En aquesta tesi tractem el problema *decisional de Diffie-Hellman* en el grup de punts de la varietat jacobiana de corbes supersingulars de gènere dos sobre cossos finits. La solució a aquest problema és interessant per a criptografia de clau pública, especialment en signatures digitals i en sistemes de criptografia basats en la identitat. L'existència d'un aparellament bilineal i no degenerat en aquests grups redueix

la solució del problema DDH a l'existència de prou funcions de distorsió. Aquestes funcions es troben a l'anell d'endomorfismes de la varietat jacobiana. Mostrem exemples de corbes supersingulars, sobre cossos finits de característica parell i de característica senar, tals que l'àlgebra d'endomorfismes té dimensió 16 sobre els racionals i solucionem el problema DDH en alguns d'aquests exemples.

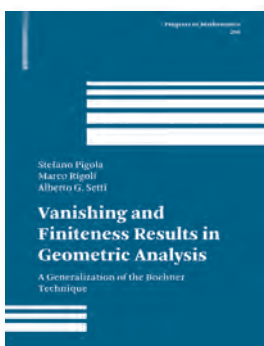


Suites de Sturm, indice de Maslov et périodicité de Bott

Barge, J. / Lannes, J.,
École Polytechnique, Paris, France

The classical theory of Sturm sequences provides an algorithm for determining the number of roots of a polynomial with real coefficients contained in an open interval. The main purpose of this monograph is to show that a suitable generalization of the theory of Sturm sequences provides, among others: a notion of Maslov index for an algebraic loop of lagrangians defined over a commutative ring; a proof of the fundamental theorem of (algebraic) hermitian K-theory (theorem due to M. Karoubi); a proof of the theorems of (topological) Bott periodicity (in the spirit of the work of F. Latour); the computation of the relative K_2 -group, symplectic-linear, for all commutative ring (in the spirit of the work of R. Sharpe).

2008. Env. 210 p. Hardcover
ISBN-13 978-3-7643-8709-9
Progress in Mathematics, tome 267
Due in 05.2008



Vanishing and Finiteness Results in Geometric Analysis

A Generalization of the
Bochner Technique

Pigola, S., Università dell'Insubria,
Como, Italia / **Rigoli, M.**, Università di
Milano, Italia / **Setti, A.G.**, Università
dell'Insubria, Como, Italia

This book presents very recent results involving an extensive use of analytical tools in the study of geometrical and topological properties of complete Riemannian manifolds. It analyzes in detail an extension of the Bochner technique to the non compact setting, yielding conditions which ensure that solutions of geometrically significant differential equations either are trivial (vanishing results) or give rise to finite dimensional vector spaces (finiteness results). The book develops a range of methods from spectral theory and qualitative properties of solutions of PDEs to comparison theorems in Riemannian geometry and potential theory. All needed tools are described in detail, often with an original approach. Some of the applications presented concern the topology at infinity of submanifolds, L_p cohomology, metric rigidity of manifolds with positive spectrum, and structure theorems for Kähler manifolds. The book is essentially self-contained and supplies in an original presentation the necessary background material not easily available in book form.

2008. Approx. 295 p. Hardcover
ISBN 978-3-7643-8641-2
Progress in Mathematics, Vol. 266



Determinantal Ideals

Miró-Roig, R.M., Universitat de
Barcelona, Spain

Winner of the
Ferran Sunyer i Balaguer Prize 2007.

Determinantal ideals are ideals generated by minors of a homogeneous polynomial matrix. Some classical ideals that can be generated in this way are the ideal of the Veronese varieties, of the Segre varieties, and of the rational normal scrolls. Determinantal ideals are a central topic in both commutative algebra and algebraic geometry, and they also have numerous connections with invariant theory, representation theory, and combinatorics. Due to their important role, their study has attracted many researchers and has received considerable attention in the literature. In this book three crucial problems are addressed: CI-liaison class and G-liaison class of standard determinantal ideals; the multiplicity conjecture for standard determinantal ideals; and unobstructedness and dimension of families of standard determinantal ideals.

2008. XVI, 138 p. Hardcover
ISBN-13 978-3-7643-8534-7
Progress in Mathematics, Vol. 264



European Mathematical Society
Publishing House

EMS Textbooks in Mathematics

Oleg Bogopolski

Technical University of Dortmund, Germany

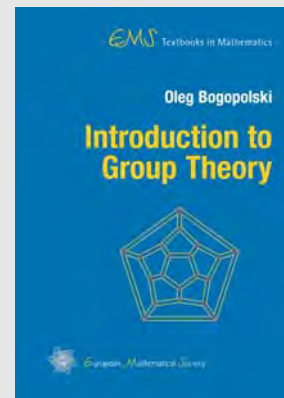
Introduction to Group Theory

2008. 16.5 x 23.5 cm. X, 177 pages.

Hardcover € 38.00

For the Americas: US\$ 48.00

ISBN 978-3-03719-041-8



This book quickly introduces beginners to general group theory and then focuses on three main themes:

- finite group theory, including sporadic groups;
- combinatorial and geometric group theory, including the Bass–Serre theory of groups acting on trees;
- the theory of train tracks by Bestvina and Handel for automorphisms of free groups.

With its many examples, exercises, and full solutions to selected exercises, this text provides a gentle introduction that is ideal for self-study and an excellent preparation for applications. A distinguished feature of the presentation is that algebraic and geometric techniques are balanced. The beautiful theory of train tracks is illustrated by two nontrivial examples.

Presupposing only a basic knowledge of algebra, the book is addressed to anyone interested in group theory: from advanced undergraduate and graduate students to specialists.

EMS Publishing House
ETH-Zentrum FLI C4

Fliederstrasse 23
CH-8092 Zürich, Switzerland

orders@ems-ph.org
www.ems-ph.org



SOCIETAT CATALANA DE MATEMÀTIQUES
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

Carrer del Carme, 47, 08001 Barcelona

c/e: scm@iec.cat Adreça web: <http://scm.iec.cat>

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

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

Desitjo fer-me soci en reciprocitat de: EMS RSME

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

Butlleta per a la domiciliació bancària

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

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

Titular del compte: _____

Entitat bancària: _____

Codi de l'entitat bancària: _____

Adreça de l'oficina: _____

Codi de l'oficina i dígit de control: _____

Número del compte o llibreta: _____

Targeta de crèdit: _____

Vàlida fins al: _____

Data: _____ DNI: _____

Signat: _____

Signatura

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

* Cal adjuntar fotocòpia del comprovant de la matrícula.



SCM / Notícies / 25
Edita la Societat Catalana de Matemàtiques
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

