



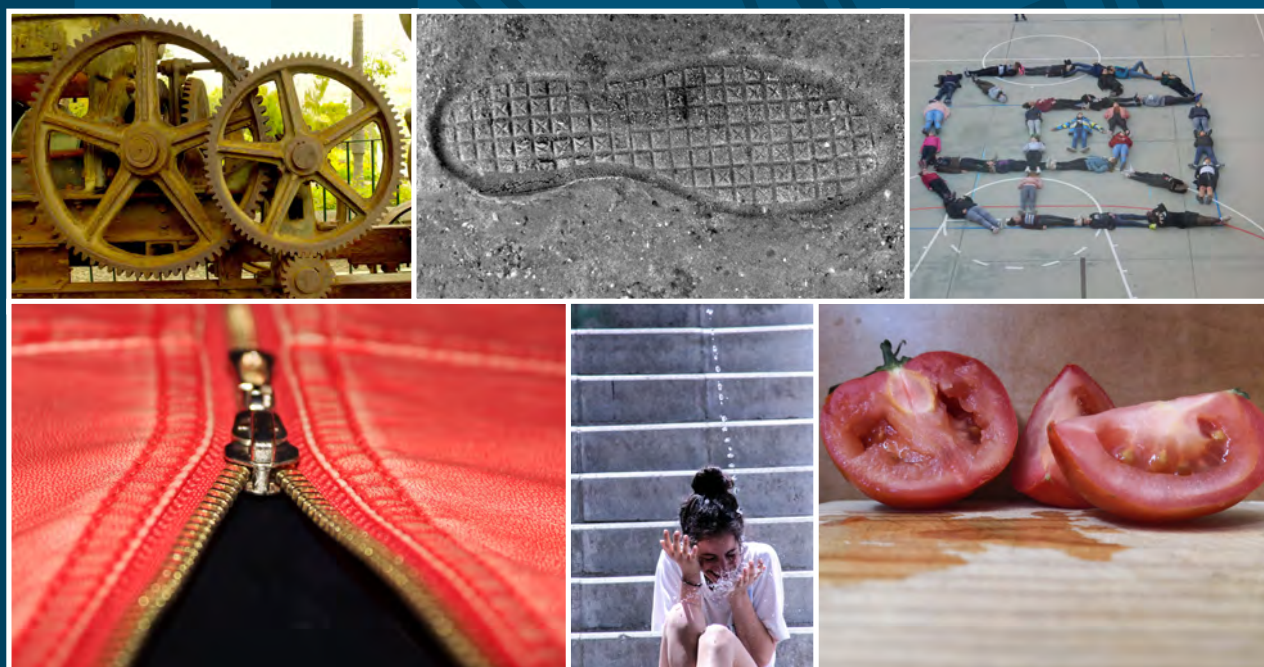
SCM

Notícies

43

Juliol 2018

- Noves seccions: «Empresa» i «Bits»
- «Robert P. Langlands, premi Abel 2018», per Pilar Bayer
- Conversa entre Joan Elias i Enric Fossas
- Per què els graduats actuals en Matemàtiques no opten per ser professors en etapes no universitàries?



XIX concurs de Fotografia Matemàtica ABEAM 2018



Institut
d'Estudis
Catalans



SOCIETAT CATALANA DE MATEMÀTIQUES

President: Xavier Jarque i Ribera
Vicepres.: Enric Ventura i Capell
Vicepres. adj.: Iolanda Guevara
i Casanova
Secretari: Albert Ruiz i Cirera
Tresorera: Natàlia Castellana i Vila
Vocals: Albert Avinyó i Andrés
Marta Berini i López-Lara
Abraham De la Fuente i Pérez
Núria Fagella i Rabionet
Josep Grané i Manlleu
Carles Romero i Chesa
Manuel Udina i Abelló

Delegat
de l'IEC: Pilar Bayer i Isant

Comunicacions:

Carrer del Carne, 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
Juliol 2018. Número 43

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

Editor en cap: Albert Avinyó i Andrés
albert.avinyo@udg.edu

Disseny: Teresa Sabater

Foto de portada:

Guanyadors de XIXè concurs de
Fotografia Matemàtica ABEAM
2018. Més informació a la pàgina 94

ISSN: 1696-8247

Dipòsit Legal: B.9480-2003

Índex

La Junta informa	1
Editorial	2
Internacional	3
La columna de l'EMS	3
Reunió de presidents de les filials de l'EMS	5
Council de l'EMS	8
Noticiari	10
Les universitats informen	10
Exposició del MMACA a Mataró	18
Creació de la Càtedra Mir-Puig	20
Comissió del Meridià	21
«Contes per no descomptar-se»	22
Activitats	23
VII Jornadas de Teoría de Números, Lleida	23
DITMAE	24
Final de la Copa Cangur	25
Premis Noether 2017	26
Contextualització de les matemàtiques	28
School on Mathematical Modelling of Tumour Growth and Therapy	30
Activitats amb ajut de la Societat	32
Premis	36
Contribucions	38
Catalunya i la lògica borrosa	38
Robert P. Langlands, premi Abel 2018	42
Sobre el Cangur 2018	50
Converses a dues bandes	55
Joan Elias i Enric Fossas	55
La pregunta de la SCM/Notícies	58
Per què els graduats actuals en Matemàtiques no opten per ser professors en etapes no universitàries i com es pot pal·liar aquest problema?	58
Empresa	66
Integració dels matemàtics a l'empresa	66
Entrevista a Aleix Valls, CEO de LiquiD	69
Bits	73
Bits de matemàtiques	73
Cultura	75
Fermat torna al teatre	75
<i>Inside Interesting Integrals</i> , de Paul Nahin	80
<i>El sistema d'eixos de coordenades</i> , de Nil Puiggròs	82
Racó biogràfic	84
Möbius	84
Problemes	89
Matemots	93
XIXè concurs de Fotografia Matemàtica ABEAM 2018	94

Report de la Junta

Albert Ruiz
Secretari de la SCM

Comencem aquest report informant d'un canvi a la junta de la Societat Catalana de Matemàtiques: la professora Pilar Bayer, catedràtica emèrita a la Universitat de Barcelona, ha substituït el professor Joan Girbau, catedràtic emèrit a la Universitat Autònoma de Barcelona, com a delegat de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC) a la junta de la SCM. Des de la junta, volem donar la benvinguda a la professora Pilar Bayer i agrair la feina feta al professor Joan Girbau.

L'assemblea del 22 de novembre de 2017 va autoritzar la junta a actualitzar les quotes de soci, que s'han mantingut durant deu anys. La junta va acordar fixar en 40 euros/any la quota de soci ordinari (prèviament 36 euros/any), 20 euros/any la quota d'estudiant i 80 euros/any la institucional. Seguint també els acords de l'assemblea, s'oferirà la possibilitat de fer quotes distingides i donacions.

Continuem amb les accions dutes a terme des de l'anterior informe:

El 9 de febrer es va celebrar el Dia Internacional de la Dona i la Nena a la Ciència 2018. Dins aquest marc, la BGSMath i la SCM van organitzar una jornada especial amb xerrades de Roser Homs, Giulia Binotto i Ana Freire, tallers a càrrec de Jessica de Armas, Enric Brasó, Alejandra Cabaña, Clara Florensa, Rosario Delgado, Gemma Colldefons, Núria Folguera, Patricia Paredes, Marina Vegué i Marina Garrote, i un monòleg d'Eduardo Saénz de Cabezón.

Entre les activitats dirigides a estudiants d'ensenyament secundari, cal destacar la realització el 15 de març passat de la 23a edició de les proves Cangur, amb la participació de més d'onze mil tres-cents alumnes entre Catalunya i Andorra. Actualment hi ha tres modalitats a les proves Cangur: primària (5è i 6è), entre primer i tercer d'ESO, i quart d'ESO i secundària postobligatòria. De les tres modalitats, les dues primeres es fan als centres d'estudi, mentre que a la tercera es desplacen a les seues oficials.

L'entrega dels premis es va fer el 15 de maig al Teatre Poliorama.

El 15 de març es va fer el lliurament del premi Emmy Noether a Jaume de Dios pel treball «Oscillatory integrals and Kayeka conjecture». Així mateix, es va atorgar una menció honorífica Martí Salat pel treball «Lefschetz properties in algebra and geometry». L'acte de lliurament va ser a la seu de l'IEC, després del debat «El futur professional dels matemàtics», amb la intervenció de Joana Cirici (investigadora postdoctoral de la Universitat de Barcelona), Toni Lozano (grup AIA) i Núria Mira (professora de l'institut Maristes de Rubí).

Encara en el mateix apartat, el 20 d'abril es van entregar a la seu de l'IEC els premis Sant Jordi 2018, dels quals destaquem el que correspon a la nostra societat: el premi Évariste Galois va ser concedit a Oscar Rivero Salgado pel treball «Punts i unitats de Stark», i un accèssit al treball «Stable solutions to nonlinear equations with fractional diffusion», presentat per Tomas Sanz Perela.

En l'apartat institucional, el 14 de maig passat la professora Marta Sanz-Solé va pronunciar el discurs de presentació com a membre numerària de la Secció de Ciències i Tecnologia de l'IEC, titulat «L'indeterminisme en el càlcul i en la modelització matemàtica».

En l'apartat de comunicació, destacar l'actualització de la pàgina web de la SCM. En aquesta nova versió es mostra la informació de manera més clara i adaptada als diferents dispositius des dels quals s'accedeix. Es manté l'adreça <http://scm.iec.cat> i es prioritzen els anuncis i notícies actuals i futurs, alhora que s'estan traspasant els continguts de l'antiga pàgina.

Dins el mateix àmbit, l'IEC permet als socis accedir i editar les seves dades mitjançant la pàgina web de la mateixa institució. El contingut és el mateix per a tots els membres de l'IEC i la SCM està adaptant el contingut

d'aquest apartat a les necessitats de la societat filial.

Després de resumir les activitats realitzades, cal destacar que la SCM ha donat suport a les activitats següents amb el fons de promoció d'activitats: Dia Internacional de la Dona i la Nena a la Ciència 2018, Encuentro de Topología i Encuentro de Jóvenes Topólogos, Geogebra, Group Theory Weekend, Planter Sondejós i Experiments i Tallers de 7 de Mates.

Finalment, en referència a les activitats programades, destaquem la trobada de les societats txeca, eslovena, austríaca, eslovaca i catalana de Matemàtiques, que se celebrarà entre el 11 i el 14 de setembre a Bratislava (Eslovàquia). També hi ha prevista la trobada d'Ensenyament Matemàtic organitzat per les societats SCM, FEEMCAT i al-Khwarizmi-XEIX, que enguany es farà al setembre a Mallorca.

Editorial

Editorial

Albert Avinyó

Editor de la *SCM/Notícies*

Benvolguts socis i lectors,

Ahir va ser el solstici d'estiu i demà serà la revetlla de Sant Joan. Tot sovint, en el món mediterrani, aquest cap de setmana representa la fi de moltes activitats regulars dutes a terme durant les tres estacions anteriors i l'inici d'algunes altres amb un marcat caràcter festiu.

Us escric aquest editorial des del tren, tot tornant de València, on he assistit a un congrés internacional sobre noves metodologies en l'ensenyament universitari. Paraules com *flipped classes*, *quizzes*, *gamification*, *vídeos* ens indiquen quin és el camí que actualment s'està seguint en moltes universitats a l'hora de plantejar com s'han de transmetre els coneixements a aquests nous estudiants que, com ara està tant de moda dir, ja són absoluts «nadius digitals». Que algunes d'aquestes tècniques o estratègies metodològiques noves siguin proposades de llarg recorregut o bé modes passatgeres, només el temps ho dirà.

En aquest editorial voldria donar la benvinguda a tres joves col·laboradors que coordinaran, a partir d'aquest número, dues noves seccions de la *SCM/Notícies*: Martí Prats, Aleix Ruiz i Sara Riera. A tots tres, només els vull donar les gràcies per acceptar els encàrrecs demanats i que la seva tasca sigui duradora en el temps i interessant per a les lectores i els lectors d'aquesta revista.

En aquest punt, voldria destacar la paraula joves del paràgraf anterior ja que, com us he anat repetint en altres editorials, un dels objectius que ens vam imposar en arribar al càrrec d'editor va ser intentar reduir la mitjana d'edat dels col·laboradors habituals, alta o molt alta, depèn de com es miri. A poc a poc, i no sense esforços, ho anem aconseguint.

Així, a partir d'ara trobareu una nova secció anomenada *Bits*, escrita pel professor Martí Prats de la UAB i que vol ser una continuació, però actualitzada als temps d'ara, de la secció «Webs de Matemàtiques» que el professor Pep Burillo va coordinar de manera excel·lent fins al número 35 d'aquesta revista.

L'altra secció que inicia el seu recorregut en aquest número, és la que hem anomenat *Empresa*. Alguns socis de la SCM, i en particular Xavier Jarque, el seu president actual, m'havien comentat repetidament que el món de l'ensenyament i la recerca estaven molt ben representats en les seccions actuals de la revista, però no pas un col·lectiu cada cop més nombrós i important: els graduats o doctorats en matemàtiques que treballen en el món empresarial. El naixement d'aquesta secció vol ser, en certa mesura, una primera solució a aquesta mancança. L'Aleix Ruiz, doctor en Anàlisi per la UAB i actualment cap de *data science* en una *start-up* portarà una subsecció d'opinió i reflexió, mentre que la Sara Riera, matemàtica

i enginyera industrial i actual mànager d'Es-
tratègia Corporativa a Seat, serà l'encarregada
d'entrevistar matemàtiques i matemàtics cata-
lans que treballen en empreses d'àmbits diver-
sos. En el cas de la Sara, cal destacar també que
ella, la Maria Alberich i la Maria Rosa Massa
són les úniques dones col·laboradores habituals
de la revista. No cal dir-vos que un altre dels ob-
jectius d'aquest editor serà intentar augmentar
aquesta xifra, que, ara per ara, és veritablement
vergonyosa.

Des fa dos o tres anys, la SCM aprofita
l'entrega dels premis Noether per organitzar
un acte adreçat especialment als alumnes que
cursen el darrer any del grau en Matemàtiques
i en què tres matemàtics joves (un que treballa
en una empresa, un altre en l'ensenyament
secundari i un altre que fa recerca) expliquen
les seves experiències laborals. En acabar les
seves explicacions, s'obre un torn de preguntes
en què els futurs graduats els plantegen dubtes

o qüestions sobre el camí professional que molt
aviat han de triar. En les dues edicions que he
assistit s'ha produït la situació següent: després
de diverses preguntes adreçades a la persona
que treballa en una empresa o bé a la persona
que està fent recerca, un alumne (en tots dos
casos, una noia) demana, i no sense certa vergo-
nya, a la persona que treballa a l'ensenyament
mitjà si paga la pena tots els esforços fets
durant la carrera per després dedicar-se a donar
classe als instituts. En acabar l'acte, i després
de parlar amb la Iolanda Guevara sobre aquest
tema, vam decidir que la qüestió de la secció
«La pregunta de la *SCM/Notícies*» seria en
aquest número «Per què els graduats actuals
en Matemàtiques no opten per ser professors
en etapes no universitàries i com es pot pal·liar
aquest problema?».

I ja només em resta, ara que estic a punt de
rebre l'estiu, desitjar-vos un bon inici de curs el
proper setembre. . .

Internacional

La columna de l'EMS

Martí Lahoz

Universitat de Barcelona – Université Paris 7

Membre corresponsal EMS-SCM

En aquesta edició destaquem:

- **Reunió del Comitè Executiu**

El Comitè Executiu de l'EMS es va reunir
del 5 al 7 de gener de 2018 a l'estació
finlandesa de Koli per debatre l'estratègia a
llarg termini.

- **De cara el pròxim Consell**

El màxim òrgan de l'EMS, el Consell, es
convocarà del 23 al 24 de juny de 2018
a Praga. A mitjan març es van presentar
els candidats a ser delegats, que represen-
ten tant els membres corporatius com els
membres individuals. Entre altres tasques,
la reunió del Consell renovarà la Comissió
Executiva, escollirà el nou president i un
vicepresident. [http://euro-math-soc.eu/
ems-council-2018-prague-june-23-24](http://euro-math-soc.eu/ems-council-2018-prague-june-23-24)

- **Trobada de presidents**

La reunió tradicional dels presidents de les
societats membres de l'EMS fou organit-
zada per la Societat Matemàtica Irlan-
desa a Maynooth, del 14 al 15 d'abril
de 2018. [http://archive.maths.nuim.ie/
staff/sbuckley/18EMS/index.html](http://archive.maths.nuim.ie/staff/sbuckley/18EMS/index.html)

- **8ECM i EWM**

Després d'una reunió amb representants de
la European Women in Mathematics network
(EWM), el comitè organitzador del congrés
8ECM ha reconegut la importància de
reforçar les polítiques de no-discriminació i
ha constituït un subcomitè per la igualtat
d'oportunitats, presidit per Karin Cvetko
Vah. El format final del compromís de
l'EWM amb el 8ECM es concretarà el
setembre del 2018 durant la pròxima trobada

general de l'EWM. <https://sites.google.com/site/ewngm18/>

- **2018 any de la Biologia Matemàtica**

L'EMS, en col·laboració amb la European Society for Mathematical and Theoretical Biology, va declarar el 2018 Any de la Biologia Matemàtica.

El programa va començar a principis de gener amb un trobada conjunta a Joensuu (Finlàndia) i inclourà la conferència sobre biologia teòrica i matemàtica (European Conference on Mathematical and Theoretical Biology – ECMTB) que se celebrarà a finals de juliol a Lisboa (Portugal) i el programa temàtic al Mittag-Leffler institute. Trobareu més informació a <http://www.euro-math-soc.eu/year-mathematical-biology-2018/>

- **Activitats especials de l'EMS**

- 7è Congrés Iberoamericà de Geometria, a Valladolid del 22 al 26 de gener de 2018.
- 12a Conferència Internacional de Teoria de Probabilitat i Estadística Matemàtica, a Vïlnius del 2 al 6 de juliol de 2018.
- Conferència Internacional Emil Artin, a Erevan del 27 de maig al 2 de juny de 2018.

- **Escoles d'estiu de l'EMS**

- New Results in Combinatorial & Discrete Geometry, al CRM del 7 al 11 de maig de 2018.
- Escola d'estiu IAMP-EMS, «Universality in probability theory and statistical mechanics» a Nàpols de l'11 al 15 de juny de 2018.
- La 4a Barcelona Summer School on Stochastic Analysis al CRM del 9 al 13 de juliol de 2018.
- L'escola d'estiu de l'EWM Nonlocal Interactions in Partial Differential Equations and Geometry al Mittag-Leffler Institute del 13 d'agost a l'1 de setembre de 2018.

- **Premi Abel 2018: R.P. Langlands**

L'acadèmia noruega de les ciències i les lletres ha concedit el premi Abel 2018 a Robert P. Langlands de l'Institute for Advanced Study

(Princeton, EUA) «pel seu programa visionari que connecta la teoria de representacions i la teoria de nombres». La cerimònia d'entrega del premi va tenir lloc a Oslo el 22 de maig de 2018.

- **Distincions de l'EMS**

André Arroja Neves (U. Chicago) va ser designat *EMS Distinguished Speaker* al 7è Congrés Iberoamericà de Geometria a Valladolid.

Gigliola Staffilani (MIT) va ser designada *EMS Lecturer* i oferirà xerrades a la Universitat di Roma Tor Vergata, al KTH d'Estocolm i a la trobada de l'EWM a Graz.

- **Convocatòria de propostes**

- Beques individuals Marie Sklodowska-Curie (H2020-MSCA-IF-2018). Termini: 12 de setembre de 2018. <https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/calls/h2020-msca-if-2018.html>
- Convocatòria per al cofinançament de programes regionals, nacionals i internacionals (H2020-MSCA-COFUND-2018). Termini: 27 de setembre de 2018. <https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/calls/h2020-msca-cofund-2018.html>
- Convocatòria per a xarxes de formació innovadores (H2020-MSCA-ITN-2019). Termini: 15 de gener de 2019. <https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/calls/h2020-msca-itn-2019.html>
- Convocatòria ERC *Proof of Concept Grant* (ERC-2018-PoC). Termini: 11 de setembre 2018. <https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/calls/erc-2018-poc.html>

- **Ajudes de viatge solidàries**

L'any passat l'EMS va adjudicar deu ajudes per viatjar especialment reservades a investigadors en institucions europees, amb especial

prioritat en els països on les ajudes de viatge poden ser més difícils d'obtenir. Hi ha dos períodes de candidatura amb terminis: 31 de març i 30 de setembre. Més informació a: <http://euro-math-soc.eu/committee/european-solidarity>

- **Escoles d'estiu de l'EMS**

L'EMS convida a proposar escoles d'estiu en matemàtiques. El prototip és una escola

d'una setmana de durada en una àrea específica de les matemàtiques, amb dos cursos de 10 hores cadascun com a mínim. El finançament de l'EMS només es podrà utilitzar per cobrir les despeses dels conferencians i dels participants. Terminis: 30 de setembre de l'any $N - 1$ per escoles d'estiu de l'any N . <http://euro-math-soc.eu/form/submit-proposal-ems-summer-schools-mathematics>

Reunió de presidents de les societats filials de l'EMS

Xavier Jarque
President de la SCM

El divendres 13 d'abril a la tarda vaig agafar el tren des de Sant Sadurn d'Anoia fins a Cornellà de Llobregat, i després un taxi de Cornellà fins a l'aeroport del Prat. De camí a l'aeroport vaig tenir l'oportunitat de fer propaganda a la taxista (que era del poble) sobre el Palau Mercader on hi ha el Museu de Matemàtiques de Catalunya, el MMACA. Em va prometre que hi portaria el seu fill –molt interessat en matemàtiques i informàtica– em va dir. No cal perdre mai l'opció de parlar bé de matemàtiques (fins i tot piular un tuit), sobretot si és per parlar bé del museu, una referència.

A l'aeroport agafava un vol cap a Dublín i des d'allà un bus que em va portar a un petit poblet a uns 30 quilòmetres, Maynooth (ull que es pronuncia «miniuth»), on hi ha la universitat que porta el seu nom. L'arquitectura gòtica dels edificis antics és força espectacular i em va agradar molt passejar-hi una estona i fer algunes fotografies que vaig compartir amb la SCM via Twitter. El campus està dividit en dues parts: l'antiga amb els edificis gòtics i la nova (North Campus) amb edificis moderns.

Amb tot això no he dit què hi vaig anar a fer, a Maynooth. Com cada any, la Societat Matemàtica Europea fa una trobada amb tots els presidents de les seves societats, inclosa la nostra. En aquest cas va ser la Irish Mathematical Society que va fer d'amfitriona i la reunió es va celebrar a la universitat esmentada. Aquesta trobada va ser una mica especial per a mi, ja que va ser la meva darrera trobada.

A la propera, hi assistirà el/la proper/a president/a de la SCM, o qui es designi en la seva representació.

La reunió va començar el dissabte al migdia, amb una petita recepció, i es va acabar el diumenge, també al migdia, justament abans de dinar. De fet, vaig aprofitar l'hora de dinar per fer-ho amb Francisco Marcellán, president de la Real Sociedad Matemática Española, i parlar, entre altres coses, de la representació de les nostres societats al congrés ICM2018 (International Congress of Mathematics). Al vespre de dissabte es va fer un sopar organitzat per la societat que acull la trobada al campus mateix de la universitat. Durant el sopar vaig compartir taula i conversa amb el president de la Danish Mathematical Society, Steen Thorbjørnsen (seguidor incondicional del Barça), i el president de la Croazian Mathematical Society, Kraljevic Hrvoje.

Després de sopar, uns quants vam anar a un pub irlandès a fer una (de fet, dues) Guinness. Vaig conversar una bona estona amb Stanislav Smirnov, representant de la Societat de Matemàtiques de Sant Petersburg (més endavant faré cinc cèntims de la seva intervenció a la reunió defensant la candidatura de Sant Petersburg com a seu organitzadora del proper ICM2022, enfront de l'altra candidatura: París). Em va explicar que Pere el Gran (1672–1725) va voler impulsar la ciència i la matemàtica a la Rússia del moment, fins aleshores erma científicament. Per això, personalment, va viatjar a Europa i va demanar ajuda a Johann Bernoulli (1667–1748)

i Gottfried Wilhelm Leibnitz (1648–1716). El primer li va donar algunes indicacions i li va recomanar que *fitxés* un alumne seu, ni més ni menys que Leonhard Euler (1707–1783). Aquest va arribar a Sant Petersburg quan tenia 22 anys i s’hi va estar 15 anys en la seva primera estada. L’altíssima influència d’un personatge com Euler va deixar petjada a la ciutat que el va acollir i actualment Euler és el nom de l’institut de matemàtiques de Sant Petersburg (<http://www.pdmi.ras.ru/EIMI/>).

Diumenge a la tarda agafava un avió de tornada cap a Barcelona i, aplicant la funció inversa, pels volts de les onze de la nit ja tornava a ser a Sant Sadurní d’Anoia.

Anem a la reunió. A la pàgina web de l’EMS <http://euro-math-soc.eu/meetings-presidents> podeu consultar tots els documents (a l’hora d’escriure aquesta ressenya encara no hi ha l’acta de la reunió). Per tant, jo només explicaré aquí allò que em va cridar més l’atenció, sense pretendre fer un recull exhaustiu. Si voleu detalls sobre algun dels temes que vam tractar, podeu consultar els documents públics i accessibles <http://archive.maths.nuim.ie/staff/sbuckley/18EMS/index.html>.

Potser, abans de fer aquest recull, cal avisar que el format és una mica feixuc. L’informe per part de la presidència de tots els temes que es volen tractar fa difícil la discussió, com passa en moltes de les reunions que tenim en les comissions en què participem, especialment les que tenen un gran nombre de participants (en aquesta potser érem uns 40). És una reflexió, no pas una crítica, que m’aplico a mi mateix en les reunions que coordino. Cal buscar un equilibri entre tractar els temes pendents i aprofitar l’estona on hi som tots per debatre qüestions rellevants de futur.



La primera presentació va anar a càrrec del president de la Irish Mathematical Society (és tradició de la trobada de presidents que

la societat que organitza l’acte expliqui la seva història i situació present). En termes cronològics, la IMS és força semblant a la SCM. Va néixer el 1976 i va tenir el primer *Newsletter* (actualment en diuen *Bulletin*). L’any 1988 van organitzar el primer congrés científic (aquí nosaltres anem endarrerits, ja que la primera edició del Barcelona Mathematical Days és del 2014) i l’any 2016 van celebrar el 40è aniversari. La societat està formada bàsicament per professors universitaris i tenen 135 membres ordinaris i 160 membres externs (estudiants, professors de secundària i altres professionals). La IMS té una relació intensa tant amb la Royal Irish Academy com amb la IMSEC, que és la societat de professors de secundària de matemàtiques.

Un cop trencat el gel, el president va exposar el seu informe. Destacaré els punts que em van cridar l’atenció.

- Cal insistir als joves matemàtics europeus, alguns membres de les societats nacionals, que es facin membres (també) de l’EMS. Actualment, les condicions per a joves i estudiants són molt bones, ja que gaudeixen d’avantatges significatius en trobades científiques diverses. Al mateix temps, en la propera assemblea general de l’EMS es presentarà la possibilitat de fer-se soci de l’EMS de per vida, amb una única quota.
- A poc a poc, l’EMS guanya alguns membres institucionals. Per exemple, darrerament se n’ha fet soci l’Institut de Matemàtiques d’Oxford.
- (Quan llegiu aquest article l’acte al qual faig esment aquí ja haurà passat!) Els dies 23–24 de juny 2018 es farà la propera assemblea general de l’EMS a Praga. La SCM estarà representada institucionalment per Enric Ventura i jo mateix. Hi ha temes d’agenda importants: l’elecció d’un nou president i vicepresident, discussió sobre temes del ECM2018 de Portoroz (Eslovènia), possibles aplicacions per al ECM2022, organització de la reunió del comitè executiu de l’EMS a Barcelona, presentació de la feina feta per les diferents comissions de l’EMS, etc.
- Es fa un repàs a les activitats científiques (co)finançades per l’EMS. En particular, es fa notar que de les sis escoles d’estiu que han

rebut finançament per part de l'EMS, quatre són al Centre de Recerca Matemàtica. Hi ha fonts per destinar al cofinançament tant d'escoles, com d'EMS *lecturers*, etc. S'anima tothom a participar-hi i demanar els ajuts. Novament, tota la informació la podeu trobar al web de l'EMS. Com a regla general, per als actes de l'any N, el termini per demanar ajuts és el 30 de setembre de l'any N-1.

- Es fa un repàs a les activitats de les diferents comissions de l'EMS i es donen detalls d'aquelles comissions que demanen un nombre més elevat de renovacions a la propera assemblea de Praga. No entraré en detalls; és una mica feixuc. La informació és al web de l'EMS. En tot cas, podem dir que s'està estudiant fer una comissió de l'EMS per a joves.
- S'estan fent els passos necessaris per demanar a la UNESCO que proposi el dia 14 de març (el dia «pi») com a Dia Mundial de la Matemàtica. La IMU (International Mathematical Union) és la que coordina la proposta, però tot va molt (massa) lent.
- L'any 2015, a la ciutat de Porto (Portugal), l'EMS va fer un congrés conjuntament amb l'AMS (Societat de Matemàtiques Americana) i la PMS (Societat de Matemàtiques Portuguesa). L'experiència es va considerar molt positiva. L'EMS està considerant obrir aquestes col·laboracions a societats de matemàtiques asiàtiques, com l'australiana, la japonesa o la xinesa. S'han iniciat converses que també inclouen alguns possibles acords de reciprocitat dels socis.
- A l'EU (parlaments, comissions, executius, etc.) s'està discutint sobre el proper pla marc de recerca de l'EU (el que substituirà l'Horizon 2020). Encara està tot molt verd i la previsió és molt incerta.
- Hi haurà canvis en la direcció de l'EMS Publishing House, ja que la persona que se n'encarrega actualment es jubila. Es farà una proposta l'assemblea general de l'EMS de Praga.

Fins aquí el resum de l'informe del president. Certament, vam parlar de molts altres temes però aquests van ser els que vaig anotar

com a més rellevants. Posteriorment, vam iniciar el cicle de presentacions de diferents societats o actes.

La primera presentació, defensada per Stanislav Smirnov, va ser la de la Societat Matemàtica de Sant Petersburg (l'altra gran societat russa és la de Moscou). La societat té uns quatre-cents membres i té caràcter de recerca. Va donar alguns detalls històrics (inclosos alguns apunts sobre la conversa que he explicat anteriorment) sobre el seu naixement i va destacar que en els darrers anys la societat ha incrementat la seva internacionalització després d'anys on el focus principal era de caràcter local. L'instrument bàsic per a aquest canvi és l'institut Euler, que esperen convertir en un centre de recerca amb projecció internacional.

Després d'aquesta introducció, la resta de la presentació va ser la defensa de la candidatura de Sant Petersburg per organitzar l'ICM2022. Va exposar les novetats de la candidatura i la forta aposta per la participació de joves amb un gran nombre de beques i preus especials. També va explicar un acord amb les autoritats per poder facilitar al màxim l'obtenció de visats per als participants.

La tercera (salto la segona, de la Societat Matemàtica Portuguesa) presentació, sobre la Societat Europea Matemàtica de Dones (EWM, <http://www.europeanwomeninmaths.org>), va anar a càrrec de Caroline Series i Barbara Kaltenbacher, presidentes de la Societat Matemàtica de Londres i de la Societat Matemàtica Austríaca, respectivament. L'EWM va néixer al 1986, i va ser inspirada per la mateixa associació als Estats Units d'Amèrica. Celebra un congrés cada dos anys i fa poc ha format un comitè científic de 12 dones amb l'objectiu de cuidar la representació de les dones en els actes matemàtics d'arreu, així com ajudar en la proposta de candidatures (comitès, conferenciants, etcètera) de dones matemàtiques. Té un acord de reciprocitat amb l'EMS però és una associació diferent (per ser-ne membre cal pagar una quota) de la comissió de dones dins de l'EMS.

La quarta presentació va anar a càrrec de Catalin Gherghe, representant de la Societat Matemàtica Romanesa. La raó de la presentació va ser informar de la celebració de la propera Olimpíada Matemàtica Internacional. De fet, aquesta serà la 59è edició i es dona

la circumstància que la primera edició de l'Olimpíada, l'any 1959, també es va fer a Romania.

La sisena (salto la cinquena presentació de la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles) va anar a càrrec de Carlos Vázquez, de la Sociedad Española de Matemática Aplicada, que va presentar el congrés ICIAM 2019 (International Council for Industrial and Applied Mathematics) que es farà a València. Podeu trobar tota la informació a la seva pàgina web (<http://www.iciam.org/event/iciam-2019-?-valencia>).

Council de l'EMS

Xavier Jarque
President de la SCM

El darrer cap de setmana de juny, és a dir dissabte 23 i diumenge 24 de juny, va tenir lloc l'assemblea general (Council) de l'EMS a Praga. Com us podeu imaginar, és un cap de setmana molt complicat per a la delegació catalana, ja que coincideix amb la revetlla de Sant Joan. Això va fer que aquest cop la nostra delegació estigués formada exclusivament pels representats de la SCM: Enric Ventura (vice-president) i jo mateix.

Potser podem recordar que són membres de ple dret de l'assemblea de l'EMS una representació de cada una de les societats que la formen. Així, la SCM té dos representants i dos vots. També hi tenen representació alguns instituts de recerca i institucions catalanes, com són el CRM i alguns departaments de matemàtiques. I, finalment, hi ha una representació dels membres individuals. En total, d'aproximadament 3.000 membres institucionals, uns 50 són de la SCM. Deixeu-me afegir que l'actual junta de la SCM està treballant per poder posar el dia la informació que tenim de tots els socis. Una de les raons, però no l'única, serà fer publicitat dels avantatges de formar part també de l'EMS.

L'assemblea general de l'EMS es fa cada dos anys, i es coordina perquè cada quatre anys coincideixi amb l'inici del Congrés Europeu de Matemàtiques. Així doncs, la darrera assemblea va ser a Berlín, el juliol del 2016, coincidint amb l'ECM2016 de Berlín, i la propera serà el juliol

Finalment, va tancar aquesta sèrie de presentacions Stéphane Seuret de la Société Mathématique de France per defensar la candidatura de París a l'ICM2022. Va explicar els suports polítics que han aconseguit de diferents personalitats del país, inclòs el president de França, i l'experiència de París com a seu d'esdeveniments d'aquesta magnitud. Podeu veure més informació al web (<https://www.icm2022-paris.com>) de la candidatura.

Bé, fins aquí aquest informe. Insisteixo: la reunió de presidents és una molt bona decisió de l'EMS.

del 2020 a prop de Ljubljana (Eslovènia) amb motiu del ECM2020 que es farà a Portoroz, a la costa adriàtica. Així doncs, el Council que ha tingut lloc a Praga ha estat una reunió entre congressos, però no falta d'interès, ja que entre altres decisions importants s'havia d'elegir el nou president.

Com sempre, la reunió va començar el dissabte a les dues de la tarda i es va acabar el diumenge a quarts d'una. Totes les sessions van tenir lloc a la Biblioteca Nacional Tecnològica. El dissabte, després d'una sessió de quatre hores (amb un petit descans), vam anar a sopar convidats per la Societat Matemàtica Txeca. Va ser un sopar agradable on l'Enric i jo vam compartir taula amb Antonio Campillo (RSME i SCM), Iain Stewart i Martin Mathieu (Societat Matemàtica de London) i Jorge Buescu (Societat Matemàtica Portuguesa). Vam parlar del Brexit i del procés català (poc), del nivell dels estudiants de matemàtiques en els diferents països i del finançament de la recerca. La conversa va ser amable i el sopar va ser correcte.

El Council va girar principalment sobre quatre grans eixos. L'informe del president, l'elecció del nou president i del comitè executiu (vicepresident, tresorer, secretari i vocal), l'aprovació dels pressupostos de l'EMS, i els informes bianuals de tots els comitès de l'EMS. A més, hi va haver un parell de temes que comentaré breument al final d'aquest resum.

Informe del president

En l'article anterior d'aquesta *SCM/Notícies* ja he fet un resum força extens de l'informe que el president va exposar en la reunió de presidents de l'EMS de Maynooth, tot just un mes abans de l'assemblea general. Com que l'informe de Praga va ser molt semblant, no em repetiré aquí. En tot cas, voldria posar de manifest altre cop que Barcelona i la comunitat catalana matemàtica tenen un lloc de privilegi en les activitats científiques de l'EMS.

Nou president i renovació de la junta executiva de l'EMS

L'actual president, Pavel Exner, deixava el càrrec després del seu torn. Va resultar escollit (única candidatura) el vicepresident de la junta sortint, l'alemany Volker Mehrmann, que va presidir el comitè organitzador del 7ECM a Berlín. Volker és professor de l'institut de matemàtiques de TU-Berlin i la seva àrea d'expertesa inclou anàlisi numèrica, modelització matemàtica i teoria del control. Ha tingut moltes responsabilitats en gestió, tant a l'EMS com als congressos de l'ICIAM, i en diverses institucions alemanyes. En el període 2011–16 es va beneficiar d'una Advanced Grant ERC. El fet que Volker esdevingués president de l'EMS obligava a escollir un/a vicepresident/a de la nova junta. L'única candidatura presentada va ser la de l'expresidenta de la Societat Matemàtica Turca, Betül Tanbay. Actualment, és professora a la Universitat de Bogaziçi (Istanbul), on ha estat cap de departament fa poc. Es va llicenciar a Estrasburg (França) i va obtenir el doctorat a Berkeley (EUA). Les seves publicacions són de l'àmbit de les àlgebres d'operadors. Un cop configurats aquests dos llocs a la nova junta, la votació va ser conjunta per a les posicions de tresorer i secretari. Aquí les candidatures repetien els membres actuals de la junta: Mats Gyllenberg (tresorer) i Verduyn Lunel (secretari). Un cop configurats tots aquests càrrecs, quedava la posició de vocal. Aquí s'hi van presentar dues candidatures: Jorge Biescu (Societat Matemàtica Portuguesa) i Martin Mathieu (Societat Matemàtica de Londres). La votació va donar com a guanyador en Jorge per un marge prou ampli.

Aprovació dels pressupostos de l'EMS

El tresorer sortint i entrant Mats Gyllenberg va presentar els números globals de l'EMS dels anys 2017 i 2018, però només es va aprovar el del 2017. En general, l'EMS té uns números positius i sanejats per la seva política austera i la dificultat de fer efectius els fons destinats a les activitats de recerca. Val la pena dir, com ja he fet abans, que Barcelona representa una quantitat molt alta de les activitats de recerca finançades.

Informes bianuals de tots els comitès de l'EMS

L'EMS té els comitès següents: Matemàtica Aplicada, Països en desenvolupament, Educació, ERCOM, Ètica, Solidaritat europea, Comitè executiu, Meetings, Publicacions i disseminació electrònica, Millora de la visibilitat EMS i Dones. Cadascun d'ells va presentar les diverses accions portades a terme en els darrers dos anys; alguns són molt actius, com per exemple el de Matemàtica Aplicada, amb l'any internacional de la Biologia Matemàtica o el de Països en desenvolupament, en què l'EMS té uns fons provinents de la Simon's Foundation per fer projectes a l'Àfrica. Més informació la podeu trobar a <http://euro-math-soc.eu/committees>.

Consideracions finals

L'EMS té relacions estretes amb zbMATH, responsable dels *reviews* des de l'espai europeu (i, per tant, el contrapunt natural dels *Reviews AMS*). De fet, els socis de l'EMS hi tenim accés gratuït, així com els països en vies de desenvolupament. En aquest moments té uns quatre milions de documents, i un milió d'autors indexats. Rep unes 40 milions de visites d'investigadors en matemàtiques. En els darrers anys s'ha fet una feina intensa de millorar la presentació de la pàgina web, així com de millorar les seves funcionalitats. És una bona eina de treball.

En el seu torn de rèplica com a nou president de l'EMS, el professor Volker Mehrmann va posar un gran èmfasi a com fer arribar a la troica (Brussel·les) la importància de la matemàtica en la carrera científica. Certament,

la matemàtica té el seu paper en el programa de l'ERC (del qual parlarem després), però cal posar la matemàtica al centre dels projectes de recerca finançats més enllà de l'ERC. Va posar de manifest que els arguments del tipus «les matemàtiques són molt importants i tenen moltes aplicacions» són ignorades pels polítics quan prenen les decisions i cal, per tant, que la comunitat es visualitzi amb arguments molt més sòlids. Aquesta serà una feina important de l'EMS durant la seva presidència. Un primer pas en aquesta direcció va ser presentar el projecte MSO (*mathematical modelling, simulation and optimization*) i l'organització d'un *workshop* a Amsterdam amb la col·laboració d'un gran nombre d'empreses. Però es va constatar que, tot i que MSO era una eina positiva, no era la millor. Sembla que ara MSO evolucionarà al projecte Digital Twins, en què els models amb els quals es treballa volen ser més acurats (bessons) i prou flexibles per adaptar-se a les evolucions del germà real.

Just abans de tancar el Council, el president sortint, Pavel Exner, va presentar un document (del seu president, Jean Pierre Bourguignon) amb dades del funcionament de l'ERC. Dues consideracions:

Quins són els grans números de l'ERC (en totes les àrees del coneixement)?

Deu anys d'història, vuit mil investigadors finançats, i cinquanta mil predocs i postdocs, cent mil articles de recerca, vuit-centes institu-

cions implicades i setanta quatre nacionalitats, trenta per cent (mitjana) de dones en els comitès ERC. Un pressupost per al període 2014-2020 (Horizon 2020) d'uns 13 bilions d'euros.

Pel que fa a matemàtiques i al programa ERC. Hi ha un únic comitè de matemàtiques (en el grup ciències físiques i enginyeries) que en el període 2007-2017 ha finançat un total de 377 projectes per imports que van del milió d'euros (*starting/consolidator grants*) als dos milions d'euros (*advanced grants*).

Pel que fa a l'Estat, s'han finançat 20 projectes (10 *starting*, 4 *consolidator* i 6 *advanced*) vuit dels quals han anat a parar al CSIC.

Observem també institucions molt ben posicionades

CNRS (32 projectes), Hebrew University of Jerusalem (16 projectes), Tel Aviv University (14 projectes), University of Warwick (11 projectes) i Imperial College (10 projectes).

Pel que fa a les àrees, tenim des dels 40 projectes en probabilitat i estadística o els 37 en EDP fins als 5 de lògica, els 8 de topologia o els 17 en ODE.

Com era d'esperar, alguns dels finançats han obtingut reconeixement en forma de premis i medalles Field (Stanislas Smirnov, Artur Avila i Martin Hairer).

S'està treballant pel pressupost del nou període, però de moment encara tot és molt incert.

Noticiari

Les universitats informen

Activitats divulgatives del Departament de Matemàtiques de la UAB

Armengol Gasull

Coordinador de Relacions amb Secundària
Departament de Matemàtiques de la UAB

Durant aquest curs, des del nostre departament hem fet les activitats següents de popularització i divulgació de les matemàtiques: Dissabtes de les Matemàtiques; participació en el programa Argó: IX Jornada «les matemàtiques entre

la secundària i la universitat», assessorament en la direcció de treballs de recerca i estades d'estiu Argó; activitats de preparació per a les olimpíades matemàtiques i per les proves Cangur. Estem convençuts que aquest

tipus d'activitats són molt beneficioses per a la Ciència del nostre país. A continuació en detallem algunes.

Dissabtes de les Matemàtiques

Com cada curs des del 2003–04 hem organitzat els Dissabtes de les Matemàtiques. Pensem que aquesta activitat és una de les més esperades pels alumnes i professors de secundària i és un repte enriquidor mantenir aquest interès. Enguany les xerrades que s'han ofert han estat:

- «Quina dosi de radiació has rebut?: mètodes matemàtics en biosimetria», a càrrec de Pere Puig.
- «Les matemàtiques de les poblacions», a càrrec de Sílvia Cuadrado.
- «Simetries i transformacions», a càrrec d'Albert Ruiz.
- «Matemàtiques d'una càmera digital», a càrrec de Juan Jesús Donaire.

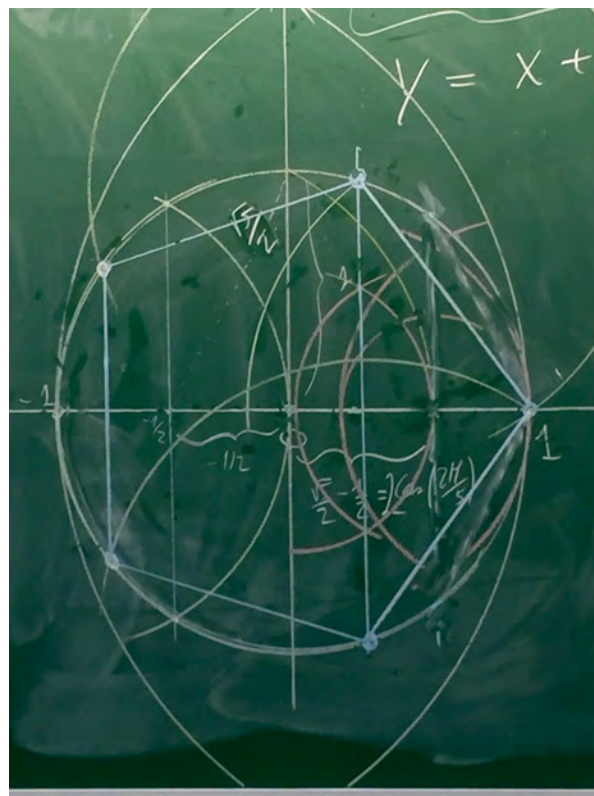


Podeu accedir-hi a <http://www.uab.cat/web/divulgacio-1194422462322.html>. La primera d'elles va coincidir amb un Dissabte de la Física, i el mateix dia es va pronunciar la conferència: «Bateries i piles de combustible de paper: l'energia neta del futur», a càrrec de Neus Sabaté, del Centre Nacional de Microelectrònica. Les dos següents es van complementar amb els seus corresponents tallers, dels quals adjuntem una fotografia. La quarta xerrada va continuar amb una interessant visita al Centre de Visió per Computador, institut d'investigació situat al mateix campus de la UAB.

Olimpiada Matemàtica

Com ja sabeu, l'Olimpiada Matemàtica és un concurs internacional que se celebra anualment des de l'any 1965, i en què es competeix resolent problemes d'alta dificultat però en els quals només s'utilitzen tècniques de nivell de batxillerat. En general, va adreçat a alumnes de batxillerat, tot i que també hi pot participar alumnat de l'ESO.

Aquest concurs té tres fases: la catalana, l'espanyola i la internacional.



Des de fa anys el nostre departament col·labora en la preparació dels alumnes catalans a través del programa RePMat (sessions de resolució de problemes matemàtics). De fet, l'objectiu principal és que els assistents a les sessions (adreçades majoritàriament a alumnes de batxillerat i últim cicle de l'ESO) gaudeixin pensant problemes de matemàtiques, i, a més, aprenguin a desenvolupar estratègies i incorporin noves tècniques per resoldre'ls.

Durant aquest curs, les sessions han tingut lloc des d'octubre fins a maig, cada dijous lectiu de 17.30 a 20.30 hores, a les aules de la Facultat de Ciències i Biociències. Han estat coordinades per la professora Dolors Herbera, juntament amb els predoctors Odí Soler i Joan Claramunt.

Cada sessió s'inicia plantejant algun problema per discutir a classe, en què es dona màxima prioritat a la intervenció de l'alumnat en la seva resolució. Tot seguit, s'introdueix una mica de teoria segons el programa establert (aritmètica, geometria, combinatòria, etc.), per acabar la sessió amb exemples de la seva aplicació i, si escau, amb la resolució d'alguns problemes relacionats amb la teoria explicada.

A més, durant el transcurs d'algunes sessions es realitzen altres activitats relacionades amb el món de les matemàtiques. Per exemple, aquest curs les activitats han estat:

- Xerrada sobre criptografia i la màquina Enigma, a càrrec de la professora Rosa Camps;
- Estudi del cub de Rubik, per comprendre'l des d'un punt de vista matemàtic, i veure com les eines desenvolupades al llarg del curs ajuden a entendre'l millor, i fins i tot arribar a deduir-ne la resolució! També s'han impartit dues xerrades relacionades, una a càrrec del professor Albert Ruiz i l'altra a càrrec de l'alumne de segon any del grau en Matemàtiques de la nostra universitat, Sergi Sàbat.

Sessions d'aprofundiment en matemàtiques i proves Cangur

Aquestes sessions es fan des d'octubre fins a març a les aules de la Facultat de Ciències i Biociències, s'adrecen als alumnes del segon cicle d'ESO i el seu responsable és el professor Josep Gascón.

En aquestes sessions es porten a terme dos tipus d'activitats que els participants treballen en petits grups:

- La primera part de cada sessió es dedica a estudiar un problema matemàtic que és el germen d'un petit camp de problemes. En particular, s'han estudiat petits camps de problemes sobre: compatibilitat entre l'àrea i el volum d'un cos, construccions amb regla i compàs, sistemes de numeració, aproximacions del nombre pi, tipus de simetria d'una figura, la inducció matemàtica, poliedres regulars, justificació dels criteris de divisibilitat, la raó àuria, paradoxes matemàtiques, etc.

- En la segona part de cada sessió els participants resolen problemes de l'estil de les proves Cangur. En les primeres sessions es presenten problemes estructurats en tipus obtinguts d'una anàlisi prèvia dels problemes apareguts en les proves Cangur dels últims anys (divisibilitat, nombres reals, proporcionalitat, reconstrucció geomètrica, problemes de comptar, llenguatge algebraic, etc.) per tal de no presentar-los com a problemes aïllats i descontextualitzats. En una segona fase, els alumnes s'enfronten als problemes tal com apareixen en les proves Cangur (completament aïllats). En definitiva, les sessions no estan concebudes exclusivament com a preparació de les proves Cangur, malgrat que alguns dels participants es presenten a aquestes proves. Es pretén que els alumnes portin a terme una activitat matemàtica flexible en què la modelització tingui un paper important i no quedi reduïda a la selecció (quasi instantània) de la resposta més probable.

IX Jornada «Les matemàtiques entre la secundària i la universitat: matemàtiques i història»

Aquesta trobada va tenir lloc el 5 d'abril a la tarda. Va ser organitzada com sempre en el marc de programa Argó de l'Institut de Ciències de l'Educació, amb un doble objectiu: en primer lloc, parlar de matemàtiques a través de retalls de la seva història i, en segon lloc, discutir sobre la millor manera d'introduir la història de les matemàtiques a les aules. La jornada va ser un èxit de participació, amb l'assistència de professors tant de secundària com d'universitat.

L'activitat va començar amb les tres interessants xerrades:

- «Evolutes», a càrrec d'Agustí Reventós, del Departament de Matemàtiques de la UAB.
- «Història sense contorns», a càrrec de Xavier Roqué, del Centre d'Història de la Ciència de la UAB.
- «La història com a enriquiment de l'activitat matemàtica», a càrrec de Xavi Vilella, professor de l'INS Vilatzara de Vilassar de Mar.

Va continuar amb una taula rodona, moderada per Xavier Roqué, en què van participar Josep Pla (professor emèrit de la UB), Ferran Cedó (professor de la UAB), Sergi del Moral (professor de l'INS Les Vinyes

de Castellbisbal) i Marina Vegué (Centre de Recerca Matemàtica). Per a més informació <http://www.uab.cat/web/programa-argo/programa-argo-professorat/professorat/2017-2018-1345748753542.html>

Activitats de la Facultat de Matemàtiques de la UB el curs 2017–2018

Antoni Benseny i Xavier Massaneda
Coordinadors d'activitats per a secundària
Facultat de Matemàtiques, UB

Aquest semestre farcit d'activitats començà amb una exposició original. Com a cloenda de la Jornada de Didàctica de les Matemàtiques, celebrada a la Facultat el novembre del 2017, la Biblioteca de Matemàtiques i Informàtica va publicar l'exposició virtual «Pere Puig Adam (1900-1960), matemàtic barceloní i alumne de la Universitat de Barcelona». L'exposició contenia diversos apartats, amb l'aproximació biogràfica a Puig Adam, il·lustrada amb documents procedents de l'Arxiu Històric de la Universitat de Barcelona, el recull bibliogràfic de la seva obra, una relació d'obres sobre la seva vida i obra, i altres recursos com el Decàleg de la matemàtica mitjana i un repertori de cites que destaquen especialment la seva vessant pedagògica.

Continuant amb les activitats de divulgació, la Unitat de Cultura Científica i Innovació de la UB va organitzar l'11 de maig, a l'Edifici Històric, la quarta Festa de la Ciència UB. Aquesta jornada de divulgació científica, la més festiva de la UB, té com a objectiu fer accessible a tots els públics la recerca que es duu a terme a la universitat. Durant tot el matí van fer diverses activitats –des d'una gimcana fins a tallers, xerrades i jocs– en què es va destacar la feina dels investigadors de tots els camps del coneixement i es va explicar de quina manera repercuteix la recerca en el progrés de la societat.

Amb la intenció de donar a conèixer als nostres alumnes les possibles sortides laborals del estudis que s'imparteixen a la facultat el dia 2 de maig tingué lloc la xerrada «Big Data y Machine Learning aplicados a la empresa», a càrrec de la Sra. Àngeles Ferrer, de Management Solutions.

Ens plau també informar de la sessió de presentació de la membre numerària de la

Secció de Ciències i Tecnologia de l'Institut d'Estudis Catalans, Dra. Marta Sanz-Solé, que se celebrà el dia 14 de maig, a la seu de l'Institut d'Estudis Catalans. El discurs de recepció es titulà «L'indeterminisme en el càlcul i en la modelització matemàtica».

Com en els darrers anys, continuem reforçant el suport acadèmic i econòmic a la presència d'alumnes de la nostra facultat a diverses competicions matemàtiques. Els dies 15 i 16 de desembre de 2017 vam participar a la 54a Olimpíada Matemàtica. El 15 de novembre va tenir lloc el Torneig de Tardor, especialment preparat per als alumnes de primer i segon any, i el 25 del mateix mes s'inicià el Tauler de Problemes. També, i en vista de l'èxit de les tres edicions anteriors, hem repetit la Competició Universitària de Matemàtiques Lluís Santaló, una prova en memòria del matemàtic gironí, duta a terme el dia de la Matefest-Infefest (vegeu ressenya més avall). Aquesta competició també serví per triar els membres de l'equip que representarà la facultat a la 25a Competició Internacional per a Estudiants Universitaris de Matemàtiques, a Bulgària.

Activitats per a estudiants i professors de secundària

La facultat segueix posant especial atenció a diverses activitats de divulgació científica destinades, principalment, a l'alumnat d'ensenyament secundari. Aquestes activitats es complementen amb altres iniciatives d'orientació científica i/o professional adreçades a l'alumnat de la facultat. Les detallem tot seguit.

- *Xerrades taller.* Els dies 17 i 24 de gener es va portar a terme la xerrada taller titulada «Sistemes de recomanació i la seva integració

en interfícies 2D i 3D», preparada per les doctores Inma Rodríguez i Maria Salamó. Al llarg de la darrera dècada, aquests tipus de sistemes estan rebent una considerable atenció en sistemes en línia i, en particular, en el context de comerç electrònic.

Aquesta xerrada taller completà, pel que fa al curs 2017-2018, la que es va celebrar els dies 15 i 22 de novembre, titulada «Amuntgant pilotes», en la qual el Dr. Joaquim Ortega Cerdà ens mostrà com el problema de disposar boles de manera òptima ocupant el mínim espai possible té aplicacions, entre altres, en les comunicacions wifi.

- *Acolliment de les proves Cangur.* Com cada any, la nostra facultat ha estat una de les seus de les proves Cangur organitzades per la SCM el dia 14 de març. La majoria de participants, uns dos-cents, aprofitaren aquesta ocasió per tenir el primer contacte amb el nostre centre.
- *Matefest-Infofest.* Aquesta jornada lúdica, celebrada aquest curs el 18 d'abril, pretén presentar una imatge positiva de les matemàtiques i la informàtica davant tota la societat. Amb aquesta finalitat, volem captar l'atenció i la curiositat no només dels alumnes de secundària, que estan convidats a través dels seus centres educatius, sinó també de qualsevol persona que hi estigui interessada.

Un tret a destacar d'aquesta festa és que és organitzada enterament per estudiants de la facultat. Els mateixos estudiants preparen estands, amb exposicions dinàmiques perquè tothom hi pugui participar, i programen conferències amb temes d'interès. Les conferències d'enguany han estat: «Criptografia: des de l'escriptura secreta fins al Bitcoin», a càrrec de Zaira Pindado; «Fem un fractal!», de Ricard Bagué; «Les matemàtiques de la música», a càrrec de Roser Homs; «Les millors anècdotes de la història de les matemàtiques», de Claudi Alsina; «Matemàtiques i l'evolució de les espècies», de Marta Casanelles; «Pensar, imaginar, sentir i gaudir», a càrrec de Santi Vilches i Maite Górriz, i «Rodes, cicloides, moviment relatiu i efectes malabars», de Josep Rey.

Enguany hem continuat amb les activitats destinades específicament als estudiants de grau iniciades l'any passat amb tant amb d'èxit: HackAGame (competició per equips de programació de jocs), premi Santaló esmentat més amunt, i diverses xerrades de temes d'interès. També hem fet coincidir la Matefest-Infofest amb el final del Tauler de Problemes iniciat a la tardor.

Podeu trobar tota la informació referent a la Matefest-Infofest a <http://mat.ub.edu/matapps/matefest/>.

- *Jornada de portes obertes.* El mateix dia 18 d'abril, coincidint amb la Matefest-Infofest, es va celebrar la Jornada de Portes Obertes, adreçada a alumnes de batxillerat i cicles formatius de grau superior i altres persones interessades a cursar qualsevol dels graus que s'imparteixen a la facultat. A més, es van donar a conèixer els diversos serveis universitaris de què poden disposar els alumnes de la UB.
- *Trobada anual amb professorat de secundària.* Aprofitant un cop més la Matefest-Infofest, es va celebrar també la trobada anual amb professorat de secundària, en la qual hi va haver un intercanvi d'opinions sobre l'oferta d'activitats de la facultat, així com altres qüestions referents a l'enllaç entre secundària i la universitat.
- *Support a treballs de recerca de secundària.* L'objectiu d'aquest programa, iniciat ja fa deu anys, és oferir suport des de la facultat tant al professorat tutor interessat a dirigir els treballs com a l'alumnat que els porta a terme.
- *Preparació de l'Olimpiada Matemàtica.* Per vuitè any consecutiu, la Facultat de Matemàtiques i Informàtica de la UB ha ofert unes sessions de preparació de resolució de problemes per a les proves de l'Olimpiada Matemàtica. Aquestes sessions, coordinades per primer cop pel Dr. Jordi Marzo, van adreçades a tots els estudiants interessats a participar en la fase catalana de l'Olimpiada Matemàtica. Les proves de la fase catalana de la 54a Olimpiada Matemàtica, emmarcada en la 59th International Mathematical Olympiad (IMO 2018), tingueren lloc els dies 15 i 16 de desembre de 2017.

- Participació al programa *Escolab*. Per tercer any consecutiu, la nostra facultat ha col·laborat en el programa Escolab, creat per l'Ajuntament de Barcelona i destinat a acostar el món de la recerca als estudiants de secundària. Les activitats de l'Escolab consisteixen en tallers o visites que permeten veure la gran diversitat de laboratoris que existeixen avui i entrar en contacte directe amb els seus equips i les seves línies de recerca. La Dra. Laura Igual va oferir el taller «Com serà la medicina del futur? Anàlisi automàtica d'imatges mèdiques» i la Dra. Maite López va oferir el taller «1+1: programant formigues».
- Participació al programa *Bojos per les Matemàtiques*. Dins el marc del programa Bojos per la Ciència creat per la Fundació

La Pedrera, la FEEMCAT i la SCM ha renovat aquesta proposta conjunta iniciada l'any passat, adreçada als estudiants del primer any de batxillerat de la modalitat de Ciències i Tecnologia. El programa Bojos per les Matemàtiques té com a objectiu bàsic fomentar la vocació científica d'aquests joves i, en especial, el seu entusiasme per les matemàtiques. Cinc de les sessions d'aquest programa s'han dut a terme a la UB i, majoritàriament, a càrrec de professorat de la UB.

Trobareu informació sobre totes aquestes activitats, la forma de participar-hi i els terminis per a cadascuna d'elles a la pàgina de la facultat a http://www.mat.ub.es/futurs_ub/activitats.

Activitats de primavera de la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC

Jaume Soler

Vicedegà de Relacions Internacionals i Promoció de l'FME

Vida acadèmica

El curs 2017–2018 de la Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME) de la UPC ha estat dedicat a la figura de David Hilbert. El curs es va inaugurar el setembre del 2017 i al llarg del segon quadrimestre han tingut lloc la Jornada Hilbert i la cloenda del curs. La Jornada Hilbert del mes de febrer va constar de tres conferències: «Hilbert i els mètodes de l'anàlisi funcional. Història, context i evolució», a càrrec de Joan Solà-Morales i Rubió, professor del Departament de Matemàtiques de la UPC; «Vincles conceptuals entre els tres problemes metalògics de Hilbert», a càrrec de Josep Pla i Carrera, professor emèrit de la Universitat de Barcelona i *magister honoris causa* per l'FME, i «¿Por qué lo llaman física cuando quieren decir geometría?», pronunciada per Clara Grima, professora del Departamento de Matemática Aplicada I de la Universidad de Sevilla. A més, es va celebrar el lliurament de premis als guanyadors del Concurs Hilbert, activitat conjunta de l'assignatura Història de la Matemàtica i la Biblioteca FME.

La cloenda del curs va incloure la conferència «David Hilbert: la formació del geni (1888–1900)», a càrrec de José María Almira, professor del Departament d'Enginyeria i Tecnologia de Computadors de la Universitat de Múrcia.

Des de principis d'any, s'han pronunciat altres conferències a l'FME. La primera, amb el títol «Quantitative Methods in Sports: Evolution and Application», coorganitzada amb la FIB i l'ETSETB en el marc del grau en Ciència i Enginyeria de Dades de la UPC. El conferenciant va ser Sergi Oliva, enginyer i doctor en Informàtica per la UPC, que actualment ocupa el càrrec de *Director of Analytics & Strategy* dels Philadelphia 76ers.

A principis de maig es va fer la xerrada-esmorzar «Història de la matemàtica: resultat, textos i contextos», a càrrec de Josep Pla i Carrera. Aquesta ha estat una nova activitat proposada per l'FME, per parlar de manera distesa i informal sobre història de la matemàtica. L'objectiu de l'exposició era veure com la lectura dels textos matemàtics ens ensenya de primera mà què sabien exactament els nostres

avantpassats (egipcis, mesopotàmics i grecs del segle VI al IV). I, potser tan important com el que sabien, com ho sabien: quines qüestions es plantejaven i a quina mena de respostes arribaven.

En el marc del Col·loqui FME-UPC, s'han celebrat dues conferències. «Regularity of free boundaries in obstacle problems», a càrrec de Xavier Ros Oton, exestudiant de l'FME i doctor en Matemàtiques per la UPC. Xavier Ros ha treballat a la University of Texas a Austin, i actualment treballa a la Universitat de Zurich. L'objectiu de la xerrada va ser presentar i motivar diversos problemes de frontera lliure en equacions en derivades parcials, explicar resultats coneguts i presentar una idea general de la recerca actual i dels problemes oberts en aquest context.



L'altra conferència va ser «The level set method for motion by mean curvature», a càrrec de Tobias Holding. Tobias Holding és professor del MIT, ha estat professor al Courant Institute i el 2010 va rebre el premi Oswald Veblen, juntament amb William Minicozzi, pel seu treball sobre superfícies mínimes.

Activitats socials

En el context actual de visibilització i impuls de la dona en l'àmbit de la ciència i la tecnologia (celebració del Dia Internacional de la Dona i la Nena en la Ciència l'11 de febrer passat), l'FME ha volgut contribuir al debat posant el focus en les dones matemàtiques a la UPC. A tal efecte es va convidar especialment professores i estudiants de l'FME de grau, màster i doctorat per posar en comú reflexions, temes i propostes relacionades amb les Matemàtiques i les «matemàtiques», en un ambient distès, mentre

prenien un aperitiu. L'activitat «El vermut de les matemàtiques» va tenir lloc el 7 de març i l'endemà es va projectar a la sala d'actes de l'FME la pel·lícula *North Country*, amb motiu del Dia Internacional de la Dona.

FME i Empresa

Des de fa un temps l'FME organitza, cap a finals de curs, el Fòrum FME-Empresa per posar en contacte empreses amb estudiants de la facultat. Enguany hi havia 32 empreses, xifra que va obligar a reestructurar el format del fòrum. Es va habilitar el vestíbul de la facultat, on es van instal·lar els estands de les empreses durant tot el matí. També hi va haver unes micropresentacions individuals de les empreses d'uns cinc minuts de durada i de manera simultània al fòrum.

Activitats relacionades amb la docència

El 10 d'abril es va inaugurar el seminari «Contextualització de les matemàtiques a les carreres tecnològiques de la UPC», amb una conferència del professor Claudi Alsina. Aquest seminari pretén tenir una periodicitat quinzenal i vol impulsar el debat i la reflexió sobre els continguts de les assignatures de matemàtiques i la seva docència en estudis tecnològics. De moment s'han dut a terme tres xerrades: «Fluxos en xarxes», a càrrec del professor Josep Ferrer (Departament de Matemàtiques UPC), «Les matemàtiques de Google», a càrrec de Rafael Bru (Universitat Politècnica de València) i «Numerical Factory: un tast numèric sobre l'ensenyament de les matemàtiques a les enginyeries», a càrrec d'Antoni Susín (Departament de Matemàtiques UPC).

Teatre

Cada any, el grup de teatre grup Fem Teatre FME ofereix alguna representació. Aquest mes de maig han posat en escena dues obres clàssiques: *La Sirena varada*, d'Alejandro Casona, i *Melocotón en almíbar*, de Miguel Mihura. Tot i la proximitat dels exàmens, els estudiants de l'FME han trobat temps per assajar i interpretar aquestes dues obres, amb resultat excel·lent.



Activitats relacionades amb secundària i competicions

Des del començament del curs actual han estat en marxa les activitats de preparació per a les olimpíades matemàtiques i per a la prova Cangur, els tallers per a secundària i batxillerat que ofereix l'FME i les activitats que acull els dissabtes: Anem x + Matemàtiques i el projecte Estalmat-Catalunya. La cloenda del curs Estalmat es va fer el 26 de maig a l'FME.

El 13 de gener, el professor Claudi Alsina va inaugurar les sessions del programa Bojos per les Matemàtiques 2018 amb la sessió «Antoni Gaudí: Boig per la Geometria». Les 21 sessions que segueixen estan repartides entre la UPC, la UAB i la UB, i hi col·laboren professors de les tres universitats i també professors de secundària.

El dia 11 de maig va tenir lloc l'acte de lliurament del premi de la 15a edició del premi Poincaré, que convoca anualment l'FME. Enguany s'hi van presentar una seixantena de treballs, tots ells de molt nivell. El jurat va concedir tres premis i vuit accèssits. Els treballs guanyadors són: «La funció factorial: divisibilitat de coeficients binomials i convergència de sèries p-àdiques», de Sílvia Casacuberta Puig, alumna d'Aula Escola Europea (Barcelona); «Anàlisi matemàtica del sistema dinàmic consistent a aplicar el mètode de Newton a la funció sinus», de Mariona Sánchez Alcázar, alumna de La Salle Montcada (Montcada i

Reixac), i «Sobre la resolució de les equacions algebraïques», de David Arribas Viera, alumne de l'INS Santa Eugènia (Girona). El premi Poincaré compta amb la col·laboració de la Fundació Cellex.

A mitjan febrer l'FME va acollir la 5a edició del concurs BarcelonaTech-MathContest, liderat pel professor José Luís Díaz Barrero i que va aplegar prop de 40 alumnes de secundària d'arreu de l'Estat. En aquesta competició es convida a participar els nois i noies que han quedat ben classificats a les fases locals de les diferents comunitats autònomes de l'Olimpíada Matemàtica Espanyola. La prova conté problemes del camp de les matemàtiques elementals i temes d'àlgebra, combinatòria, geometria i teoria de nombres. Es va aprofitar el concurs per seleccionar l'equip femení que va representar Espanya a l'European Girl's Mathematical Olympiad, que es disputar a Florència el mes d'abril d'enguany. Aquesta activitat compta amb la col·laboració del CFIS i de la Fundació Cellex.

El mes de maig es va celebrar la 4a edició de la BarcelonaTech Mathematics Competition for University Students. Aquesta competició s'adreça a estudiants d'universitat que estiguin interessats per les matemàtiques i que estiguin completant el seu primer, segon, tercer o quart any d'educació universitària. Consisteix en una sessió de cinc hores, amb cinc problemes dels camps de l'àlgebra, anàlisi (real i complex), combinatòria, geometria i teoria de nombres.

Pel que fa a la programació, a finals de maig els estudiants preuniversitaris que prenen part a l'Olimpíada Informàtica de Catalunya i que van resultar classificats en dues proves anteriors van participar a la final que acull l'FME. A més de participar a la competició final, van assistir a la conferència «Informàtica i biologia», pronunciada per Víctor López, llicenciat en Matemàtiques i enginyer en Informàtica per la UPC i finalment es van poder relaxar una mica amb la gimcana organitzada pels estudiants de l'FME.

Exposició MMACA «Experiències matemàtiques: prohibit no tocar!»

Lluís Mora

Coordinació APaMMs-MMACA

A l'Ateneu de la Fundació Iluro de Mataró es va inaugurar el 17 de gener passat l'exposició «Experiències matemàtiques: prohibit no tocar!». En aquest acte hi van participar representants de totes les entitats que han treballat conjuntament per poder portar aquesta mostra a la ciutat de Mataró: APaMMs, Tecnocampus, Fundació Iluro, els Serveis Territorials d'Ensenyament Maresme-Vallès Oriental, Ajuntament de Mataró i, evidentment, el MMACA.



L'acte d'inauguració va constar de dues parts. La primera va consistir en una breu visita amb explicació d'alguns dels mòduls que formen l'exposició als representants de les entitats esmentades, i la segona va ser la conferència «Geometria amb bombolles de sabó», a càrrec d'Anton Aubanell, oberta a tot el públic matoroní que va omplir l'espai. Podeu veure el vídeo d'aquesta inauguració a l'adreça web: <https://www.youtube.com/watch?v=NjdBIC3c4cQ>.



Ara bé, l'activitat en l'exposició ja havia començat un parell de dies abans, el dilluns

dia 15, amb la visita dels docents dels centres que havien inscrit els seus grups d'estudiants per visitar l'exposició, formada per 41 mòduls matemàtics, i participar en els tallers que l'acompanyaven: les cúpules de Leonardo i els jocs d'estratègia.

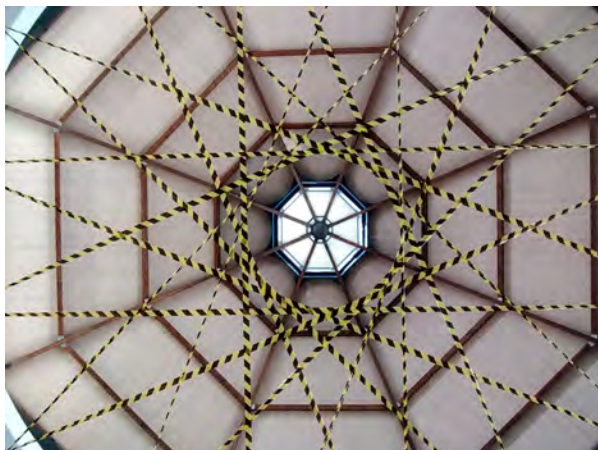


L'exposició va ser visitada per un total de 70 grups de 18 centres d'ESO i 101 grups de 23 centres d'educació primària de Mataró i rodalia. En total, van manipular els mòduls de l'exposició i van participar en els tallers uns cinc mil estudiants. En les visites els van acompanyar vuit monitors, formats pel MMACA, tots estudiants de diferents graus del Tecnocampus.



Aquest èxit de públic va fer que l'exposició, que inicialment havia de tancar les portes el 9 de març, ho acabés fent el dia 18 del mateix mes.

Com ja hem dit abans, l'exposició estava formada per 41 mòduls: 16 de geometria, miralls i poliedres, 10 de topologia i combinatòria, 11 de càlcul i 4 d'estadística. Amb tot aquest material s'oferia una visió molt completa de la majoria dels blocs de contingut matemàtic que es treballen als centres educatius i es facilitava la introducció de materials manipulables en el treball matemàtic ordinari a l'aula.



Un dels complements de l'exposició van ser cinc xerrades conferència, adreçades a tothom que tingués interès a ampliar el seu bagatge matemàtic i que també eren útils als docents per certificar unes hores de formació.



La primera va ser impartida per Lluís Mora i es titulava «Les dades suggereixen...», frase amb la qual és recomanable començar qualsevol conclusió que s'hagi obtingut d'un treball amb dades, atès que aquestes poden canviar segons el context i el lloc on s'han obtingut. La utilitat d'aquestes dades és que ens ajuden a prendre decisions per resoldre problemes o a respondre preguntes, mai a l'inrevés, amb la idea de confirmar idees preestablertes.

La segona, «Les matemàtiques a la màgia i viceversa» va ser impartida per Sergio Belmonte, en què va mostrar la relació entre la manera de treballar de les matemàtiques i dels màgics. La màgia es converteix, així, en una aplicació lúdica de les matemàtiques i en una altra manera creativa de gaudir-ne.

En «Una mà de contes matemàtics», Carme Aymerich va mostrar la relació que s'estableix entre la literatura i les matemàtiques, de manera semblant a la que hi ha entre les paraules *contar* i *comptar*. En moltes històries, els personatges que hi apareixen han de resoldre problemes i plantejar-se preguntes. A més, ens va mostrar com es pot aliar amb la TV per mostrar contes matemàtics.



La quarta conferència estava relacionada amb la música, «Còctel matemàtic: $2/3$ de fraccions + $1/3$ d'harmonia», a càrrec de Joan Jareño i Francina Turón. En aquesta conferència, a partir del càlcul amb fraccions i amb unes gotes d'harmonia, van mostrar com podem construir l'escala musical. I tot plegat amb una mica d'acompanyament musical.

Xavier Vilella va tancar el cicle amb la xerrada «Matemàtiques per entendre el món? i millorar-lo». En aquesta xerrada va donar una possible resposta a la pregunta: per a què serveixen les matemàtiques? A més, ens

va parlar del moment de la història en què moltes persones s'ho van preguntar durant anys mentre aprenien els números, els polígons, les operacions, els canvis d'unitats, de decàmetres a centímetres. A més, ens va presentar idees sobre com cal ensenyar-les perquè siguin útils a qui les aprèn.

Gairebé cinc mil persones van visitar-la. Moltes venien acompanyades pels infants, nois i noies que havien visitat l'exposició amb l'escola. L'efecte crida va ser important. I a fi de

complementar l'exposició, i donar-li una mica més de visibilitat, els monitors que feien les visites guiades de les escoles també van poder oferir-ne algunes a famílies i públic en general.

Ja per acabar, podem dir que un gran nombre de docents van qualificar l'experiència de molt positiva. En concret, van posar en relleu que l'exposició era una gran oportunitat per als seus estudiants per complementar les classes i que l'estructura de la mostra (visita més taller) estava ben equilibrada.

Creació de la Càtedra Mir-Puig (UPC) per al foment de les matemàtiques

Pere Pascual i Gainza
Director de la Càtedra

El dia 3 de febrer de 2018 la Fundació Privada Cellex i la Universitat Politècnica de Catalunya van signar un conveni de col·laboració pel qual es feia efectiva la creació de la Càtedra Mir-Puig. L'objectiu de la càtedra és impulsar i donar suport a activitats per al foment i la difusió de les matemàtiques dirigides a joves estudiants de tots els nivells i a la societat en general.



El Dr. Pere Mir Puig ha estat un entusiasta i reconegut mecenes de les ciències del país, molt particularment en el camp de la medicina però també, per exemple, de la física; sempre des de la discreció més absoluta. Va canalitzar bona part d'aquest patrocini mitjançant la Fundació Privada Cellex.

Des de fa més de quinze anys, el Dr. Mir va establir una estreta col·laboració amb la UPC al voltant de les matemàtiques i el suport a joves talents interessats per aquesta matèria. Citaré, com exemple recent, la creació del Barcelona Tech Math Summer Camp, que el proper juliol celebrarà la quarta edició.

Amb les interessants propostes de Josep Grané, aquesta col·laboració s'ha anat estenent a la creació i desenvolupament del programa CiMs+Cellex, del qual vam parlar en el número anterior de la *SCM/Notícies*, i al suport de nombroses iniciatives de la Societat Catalana de Matemàtiques i entitats afins (des del Cangur o l'Olimpiada Matemàtica Catalana fins als concursos de fotografia matemàtica, Bojos per les Matemàtiques, Estalmat o el MMACA, per esmentar-ne algunes), com de ben segur coneixeu bona part dels membres de la comunitat.



Amb el traspàs del Dr. Mir l'any 2017, la Fundació Cellex va proposar a la UPC la creació d'una càtedra que honorés el seu record, i així reconèixer el mecenatge exercit en aquests anys i, sobretot i crear un instrument que permeti assegurar la continuïtat de les accions impulsades a mitjà termini, tant a la UPC com en col·laboració amb la SCM i la comunitat matemàtica catalana.

Crec que aquesta és una molt bona notícia per a tots els que treballem en la difusió

de les matemàtiques més enllà de l'entorn curricular, i per a les noies i nois del país que hi estan interessats. La voluntat del Dr. Mir va ser donar suport als joves talents

interessats en aquesta disciplina, amb la seguretat que això redundarà en el bé comú. Des de la càtedra treballarem per assolir aquests objectius.

La Comissió del Meridià

Anton Aubanell, Maria García,
Josep Maria Cors, Josep Lluís Pol

El meridià de París

Francesc Aragó, nascut a Estagell, un poble del Rosselló, va ser l'encarregat, juntament amb Jean Baptiste Biot, de l'expedició (1806–1808) que continuà el mesurament del meridià que passant per París va de Dunkerke a Barcelona, utilitzat l'any 1791 per l'Acadèmia Francesa de les Ciències per establir la longitud del metre com a unitat de mesura.

El metre va ser definit com la deumilionèsima part del quadrant d'un meridià terrestre; concretament, la distància a través de la superfície de la Terra des del pol Nord fins a l'Equador passant pel meridià de París, més precisament passant per l'observatori de París.

Els treballs de l'amidament del meridià els havien començat Jean-Baptiste Joseph Delambre i Pierre Méchain. Arribats a Barcelona, Méchain va decidir continuar el meridià més avall per perfeccionar-ne els mesuraments, però la seva mort a Castelló de la Plana, l'any 1804, amb només 5 de les 17 triangulacions addicionals previstes realitzades, va interrompre l'expedició.

Méchain volia fer arribar el meridià de París, de longitud $2^{\circ} 20' 14''$ est fins a Mallorca. Per això calia continuar la triangulació fins a València, per poder enllaçar els mesuraments cap a Eivissa, Formentera i finalment Mallorca. Després de la platja d'Ocata, al Masnou, el proper punt on el meridià de París toca terra és l'illa de Sa Dragonera (Mallorca).

Amb tota aquesta història al darrere, va néixer la Comissió del Meridià a partir d'un acord pres en la trobada de les juntes de les societats matemàtiques dels territoris de parla catalana (FEEMCAT, SBM-Xeix, SEMCV Al-Khwarizmi i SCM) celebrada el març del 2016 a la Vall d'en Bas, si bé ja s'havia posat sobre la taula en una trobada a Mallorca l'any 2013.



El web *meridia.cat*

El web pretén documentar i recollir en un mateix espai tota la informació relativa a la mesura del meridià: documents (textos, fotografies, ...), mapes de situació interactius, l'inventari detallat de vèrtexs geodèsics i punts elevats que es van fer servir per a la triangulació a tot el territori de parla catalana, des del Canigó fins a la mola de s'Esclop a Mallorca, biografies, propostes didàctiques, bibliografia... També es volen recollir les mesures tradicionals als territoris de parla catalana. Tot amb una finalitat molt plural: vol ser atractiu tant al món de l'educació com al públic general.

El portal tindrà aquests quatre grans apartats:

- Presentació
- Documentació
- Educació
- Divulgació

Per exemple, en l'apartat de Educació i Divulgació s'hi podrà trobar l'itinerari per Barcelona a l'entorn de l'amidament del meridià presentat durant el C2EM (Congrés Català d'Educació Matemàtica). A set llocs geolocalitzats s'hi han introduït un total de deu activitats, com ara descobrir que la Torre del Relotge del port de Barcelona és el

punt on es tallarien l'avinguda Meridiana i el Paral·lel, si els perllonguéssim. Per què creieu que aquestes dues avingudes porten aquests noms?

D'altra banda, es vol que el portal sigui un catalitzador a l'hora de generar activitats comunes de les quatre societats. Algunes

d'aquestes activitats podrien ser: un homenatge a Méchain, la recreació de la triangulació o la reproducció dels instruments originals.

El portal es construirà sense terminis pre-establerts per intentar posar a l'abast del professorat i del públic en general el màxim d'informació i de propostes.

«Contes per no descomptar-se» d'Urbano Lorenzo Seva

Xavier Roca

Institut Ramon Berenguer IV, Cambrils

El tradicional aïllament que pateixen els diversos àmbits del coneixement —la seva classificació en departaments— és un recurs que ens resulta pràctic. Enrere queden els anys del Renaixement, quan una sola persona podia publicar avenços significatius en disciplines molt diverses, i avui en dia el volum i les direccions on es produeixen publicacions és tan gran i profund que amb prou feines es pot destacar en una sola branca d'un mateix camp acadèmic.

les unions i interseccions, les delimitacions— siguin l'essència de la teoria de conjunts, el fonament teòric de les matemàtiques.

Res en contra d'aquesta inèrcia de tants segles —la de classificar i separar, la de compartimentar— però és també sabut que, quan s'arriba a un determinat estadi, cal desaprendre tot el que s'ha après. De la mateixa manera que els músics de jazz s'obliden de les exigències de la partitura només després de dominar-les, o multitud d'artistes es desfan dels aprenentatges tradicionals per crear universos propis i experimentals a partir d'ells, tots hem de ser capaços d'alliberar-nos d'etiquetes, de separacions i fronteres que només ens impedeixen créixer.

Però trencar delimitacions no només és una qüestió de rebel·lia creativa, o de fer-ho, simplement, perquè ho podem fer. La pedagogia fa temps que sosté que la connexió entre conceptes —dins de la mateixa o entre diverses matèries— és un dels processos que indica un assoliment més alt en una determinada competència. Connectar és un senyal que hem comprès, que podem trobar paral·lelismes, que sabem aplicar i enllaçar.

Aquest exercici de riquesa —de connexió entre disciplines— és el que ha fet Urbano amb el seu llibre, i és el que suggereix als lectors. La literatura i les matemàtiques són dos dels àmbits que més sovint es consideren contraris o impossibles de relacionar, i Urbano s'ha proposat contradir aquesta creença errònia, convidant-nos a viatjar entre aquests dos mons fantàstics, cadascun a la seva manera.

La literatura matemàtica té també diferents estadis: des de la simple presència de fets o anècdotes matemàtiques a la literatura, fins a la presentació més o menys literària d'idees



Va bé, doncs, classificar; potser inclús és necessari. Posar etiquetes, ordenar i estructurar són accions que intervenen en qualsevol procés de comprensió i creació d'idees, i no és casualitat que els seus conceptes —els agrupaments,

matemàtiques. *Contes per no descomptar-se* pertany a un tercer bloc, més interessant que els altres dos, en què la barreja es presenta, afortunadament, més difosa. Urbano situa les

matemàtiques en el nucli de la seva creació, i la publicació dels seus contes (tendres i creatius, pedagògics i també divulgatius) és una bona notícia per als amants de les dues disciplines.

Activitats

VII Jornadas de Teoría de Números, Lleida

Josep Conde, Josep M. Miret i Jordi Pujolàs
Universitat de Lleida

Del 26 al 29 de juny de 2017 es van celebrar a Lleida les VII Jornadas de Teoría de Números, dedicades a la memòria del professor Javier Cilleruelo i organitzades pel grup de Criptografia i Grafs de la Universitat de Lleida. Les Jornades van néixer l'any 2005 amb l'objectiu de mostrar, d'una banda, els avenços dels grups de recerca en aquest àmbit de la matemàtica i de fomentar, d'altra, la participació dels joves investigadors perquè tinguin un punt de trobada on exposar els resultats dels seus primers treballs.

Les edicions anteriors van tenir lloc a Vilanova i la Geltrú (2005), Madrid (2007), Salamanca (2009), Bilbao (2011), Sevilla (2013) i Valladolid (2015). Aquestes jornades s'han consolidat com un espai de difusió de resultats científics en aquest camp de la matemàtica i de col·laboració entre els participants.



En aquesta edició vam comptar amb l'assistència de 55 participants, 42 d'universitats espanyoles i la resta d'universitats d'altres països, com Austràlia, el Canadà, Colòmbia, Hongria i Xile. En l'acte inaugural, Josep González-Rovira i Adolfo Quirós, membres del comitè científic, van glossar la trajectòria de Javier Cilleruelo, i en van destacar la vàlua com a matemàtic i la seva qualitat humana, i

també van animar els participants a seguir el seu exemple.

El programa científic es va estructurar en vuit conferències plenàries i vint comunicacions distribuïdes en diverses sessions. En les plenàries s'hi van presentar joves investigadors amb treballs de reconegut prestigi: J. Achter (Colorado State University, EUA), F. Castellà (Princeton University, EUA), N. García-Fritz (University of Toronto, Canadà), X. Guittart (Universitat de Barcelona), A. Pizarro-Madariaga (Universidad de Valparaíso, Xile), R. Pries (Colorado State University, EUA), J.M. Tornero (Universidad de Sevilla) i A. Zumalacárregui (University of New South Wales, Austràlia), que va ser doctorand de Javier Cilleruelo i en la conferència inaugural va fer un entranyable repàs dels seus principals treballs.

Els *abstracts* de totes les xerrades i comunicacions es poden baixar del web del congrés <http://www.jtn2017.udl.cat>, on també es pot trobar entre d'altres, la llista dels participants i una galeria de fotos de la trobada.

Del programa social cal destacar la recepció que va oferir la Paeria de Lleida, així com la visita a la Seu Vella, actes que van contribuir a donar a conèixer la ciutat en una atmosfera de cordialitat.

Aquests actes, juntament amb la qualitat de les ponències, van fer d'aquesta trobada un congrés interessant i profitós. Per acabar, hem d'agrair el suport i l'ajut del Departament de Matemàtica, de l'Escola Politècnica Superior i de l'Institut de Recerca InsPIReS de la Universitat de Lleida, així com de la Diputació de Lleida. I molt especialment a tots els participants que, amb el seu entusiasme, van aconseguir que gaudíssim d'unes agradables VII Jornadas de Teoría de Números.

Dissabte Transfronterer de les Matemàtiques a l'Alt Empordà

Jaume Agudé
UAB

L'edició d'aquest any del Dissabte Transfronterer de les Matemàtiques a l'Alt Empordà (DITMAE) —que ja és la setena— es va celebrar, malgrat les circumstàncies que van fer témer per la seva continuïtat, el primer dissabte de febrer al Centre de Formació Integrat Ferran Sunyer i Balaguer de Figueres.

Aquesta activitat de difusió de les matemàtiques en l'àmbit de l'ensenyament pre-universitari va néixer el 2012 impulsada per la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer, amb la voluntat d'incidir en la promoció de les vocacions matemàtiques entre els estudiants joves.

Fins l'any passat, el DITMAE era possible per un conveni entre la FFSB, la Fundació Princesa de Girona i l'Ajuntament de Figueres, però enguany aquest conveni no ha estat possible perquè la FFSB i l'Ajuntament van decidir posar fi a qualsevol cooperació amb la FPGi. Aquestes són les «circumstàncies» que hem esmentat abans i que, afortunadament, es van poder superar.



El Dissabte d'enguany

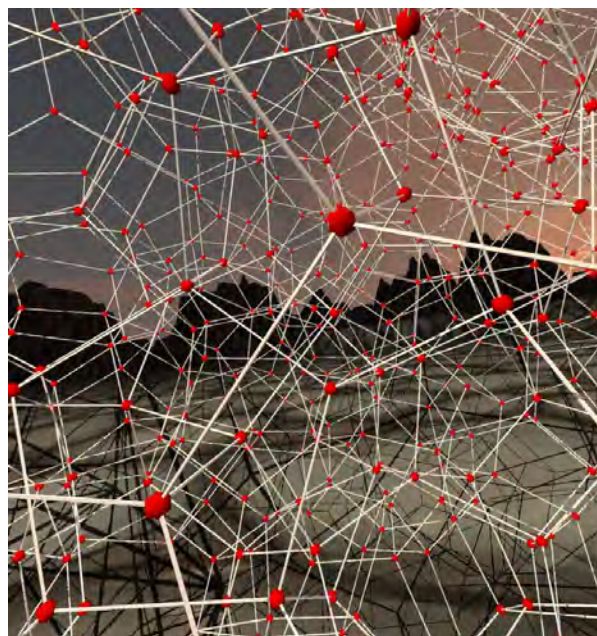
Es van oferir als estudiants quatre tallers —tres de batxillerat i un de quart d'ESO— amb una presència total de 120 alumnes i 30 professors de 20 centres. Cada taller consistia en una xerrada introductòria seguida d'un taller competitiu —molt competitiu!— que declarava uns guanyadors. Simultàniament, els professors que acompanyaven els seus alumnes van poder participar en una xerrada taller que va presentar Marc Guinjoan (UAB i Explorium) que es

titulava «La Copa Cangur, un concurs i una eina per a l'aula».

Marta Casanellas (UPC) va impartir el taller «Les matemàtiques de la teoria de l'evolució», en el qual els alumnes van aprendre la relació que hi ha entre les seqüències de nucleòtids i els arbres filogenètics i van aplicar aquest coneixement a la tasca de reconstruir l'arbre filogenètic d'un grup d'espècies.

«Equacions per al canvi climàtic» és el títol que va escollir Eric Galbraith (ICTA, UAB i ICREA) per al seu taller, en el qual els alumnes van aprendre com les matemàtiques ens ajuden a entendre què pot passar en un futur amb el CO_2 que produïm els humans.

Un tercer taller —«El camí més curt i estratègies per trobar-lo»— va girar al voltant dels anomenats «problemes de viatjants» i els alumnes van treballar amb algunes tècniques que s'utilitzen per atacar aquests problemes. El disseny del Buff d'enguany —que reben tots els participants— explotava l'ús que es pot fer d'aquestes tècniques amb finalitats artístiques.



El taller per a alumnes de quart d'ESO va ser, possiblement, un dels més espectaculars que hem fet. Els creadors del programari de geometria 3D amb realitat

virtual **NeoTrie** van ensenyar als alumnes com es poden utilitzar aquestes eines per fer construccions geomètriques 3D d'una manera que fins fa poc només podíem

imaginar. El taller el van desenvolupar José Luis Rodríguez (UAL) i el seu col·laborador Diego Cangas.

La pàgina del DITMAE és ditmae.cat.

Final de la Copa Cangur

Miguel Caireta, Valeria Darnell i Laura Morera
Oak House School i eXplorium

Quan ens van proposar l'oportunitat de participar en la fase final de la Copa Cangur 2018, no vam dubtar a dir que sí. Es tracta d'un concurs de matemàtiques entre les diferents escoles, en què participen grups de set alumnes de segon i tercer d'ESO. No era la primera vegada per a la nostra escola, Oak House School, ja que ja havíem participat quatre anys en la primera fase de la competició. En totes les edicions l'experiència ha sigut increïble i única, i per això teníem tantes ganes d'anar-hi.



Estàvem molt emocionats, però ens havíem d'entrenar, perquè els problemes d'aquest concurs són bastant diferents dels que nosaltres estem acostumats a fer i no quedava gaire temps per al dia de la competició. Havíem participat en la primera fase els de segon amb els de tercer, però encara volíem relacionar-nos més entre nosaltres i conèixer el que cadascú trobava més difícil i el que sabia fer amb més facilitat.

El dia definitiu

Finalment, va arribar el 5 de març, el gran dia, la final de la Copa Cangur. Estàvem molt nerviosos però llestos per resoldre problemes de

la millor manera que sabíem. Vam sortir de l'escola aquell matí per anar a Mataró, on se celebrava la final. Encara que estàvem bastant nerviosos, estàvem molt contents i excitats de poder participar i competir contra 22 equips de tot Catalunya i del País Valencià. La veritat és que volíem arribar allà com més possible aviat millor per començar a resoldre problemes immediatament!

Quan vam arribar, l'atmosfera ja era diferent de la que hi havia en la primera fase. Es notaven els nervis de la gent a l'aire i hi havia una tensió entre els equips considerable, tot i que ningú no ho volia admetre. Érem 154 alumnes preparats per resoldre problemes matemàtics estratègicament!



Després de fer l'esmorzar, la competició va començar. Tots ens vam posar en «mode matemàtic» i vam llegir tots els enunciats. A mesura que n'acabàvem un, continuàvem resolent els altres, quan veïem que ens anaven sortint, ens sentíem com genis! Els nervis ja predominaven a la sala i els constants crits de «Vinga, Oak!» o «Vinga...!» només ens donaven més ganes de seguir resolent problemes. Com sempre, vam començar fallant problemes

fàcils per culpa de no revisar les respostes, cosa que ens posava encara més nerviosos, i passats 20 minuts ens vam espavilar, vam resoldre el nostre comodí i altres problemes de gran puntuació, i així vam arribar a la cinquena posició. Desafortunadament, els altres equips també continuaven resolent, i quan ja només quedaven 10 minuts, la histèria ens va bloquejar i no vam poder solucionar més problemes perquè ens vam quedar en blanc. Com en totes les competicions de qualsevol tipus, ens vam començar a culpar entre nosaltres, però vam aconseguir refer-nos i continuar lluitant pel Top 10.

Finalment, ens vam posar a resoldre amb intensitat i vam acabar resolent un altre problema per aconseguir la 8a plaça; i en l'últim minut, quan la pantalla s'apagava, ens vam arriscar en-

tregant dos problemes. Desgraciadament, tots dos estaven malament i vam caure a la 11a plaça, que no estava gens malament però no era el que hauríem volgut. Havia sigut una hora intensa de resoldre problemes i creiem que ho vam fer força bé. Vam resoldre 10 problemes dels 15 que hi havia, estàvem molt contents i orgullosos del que havíem fet.

No vam saber que ens havíem classificat per a la fase internacional fins uns dies més tard, quan vam rebre una trucada per comunicar-nos-ho. Els 15 primers grups passarien a la fase següent contra Itàlia i Eslovènia. Nosaltres ho veiem com una nova experiència per demostrar el que sabem i estem eufòrics per començar. Se celebra el dia 30 de maig i sabem que n'hem d'aprendre molt més però estem preparats.


Segona edició dels premis Noether (2017)

Enric Ventura

Vicepresident de la SCM

El 15 de març de 2018 passat va tenir lloc, a la sala Pi i Sunyer de la seu de l'Institut d'Estudis Catalans, l'acte de lliurament de la segona edició del premi Noether de la Societat Catalana de Matemàtiques.

com demostra la quantitat i qualitat dels treballs presentats. El premi està patrocinat per la Fundació CELLEX, a la qual agraïm la seva col·laboració un any més.



Fundació Privada
CELLEX

Acte de lliurament del premi
EMMY NOETHER 2018

dijous 15 de març de 2018 a les 17:30 hores a la sala Pi i Sunyer de la seu de l'Institut d'Estudis Catalans al C. Carme 47, Barcelona [mapa](#).

17.30-17.45	Presentació de l'acte i de la Societat Catalana de Matemàtiques.
	Debat: El futur professional dels matemàtics.
17.45-19.15	Joana Cirici (Universitat de Barcelona) Toni Lozano (Grup AIA) Núria Mira (Maristes Rubí)
19.15-20.00	Lliurament dels premis EMMY NOETHER 2018 <small>Exposició Dels Treballs Premiats</small>
20.00-21.00	Refrigeri (Pati de l'IEC)

Els premiats

A l'edició d'enguany, s'hi han presentat disset treballs de fi de grau, defensats a les respectives universitats durant la passada primavera i tardor del 2017. El jurat del premi, format pels professors Pilar Bayer (presidenta, UB), Carles Broto (UAB), Marta Casanellas (UPC), Carme Cascante (UB) i Pere Puig (UAB) va decidir atorgar el premi al treball «Oscillatory integrals and the Kakeya Conjecture», presentat per l'estudiant de la UAB **Jaume de Dios** i dirigit pels professors John B. Garnett (UCLA) i Joan Verdera (UAB); el treball relaciona diverses conjectures de l'àrea de l'anàlisi harmònica i dona certs resultats parcials que requereixen tècniques força elaborades, la comprensió i la presentació de les quals ha estat valorada molt positivament pels membres del jurat. Entre les seves consideracions destaca la frase «el treball fa palès un esforç considerable de l'autor per

familiaritzar-se amb treballs nous i resultats molt actuals». Així mateix, el jurat decidí atorgar també una menció per al treball «Lefschetz properties in algebra and geometry», presentat per l'estudiant de la UB **Martí Salat Moltó** i dirigit per la professora Rosa Maria Miró-Roig (UB); en aquest cas, el treball aporta resultats nous sobre la classificació de sistemes de Togliatti i estudi del seu nombre minimal de generadors.

Durant l'acte d'entrega de premis, el president de la Societat Catalana de Matemàtiques, Xavier Jarque, va lliurar els guardons, i els dos premiats ens van fer una breu presentació dels seus respectius treballs. En nom de la Societat Catalana de Matemàtiques, felicitem efusivament els dos premiats per l'obtenció dels premis i per l'alta qualitat dels treballs, a l'hora que els desitgem tot el millor en la seva nova etapa professional.



Debat sobre sortides professionals

Com ja s'ha fet en edicions anteriors, s'aprofita l'acte d'entrega d'aquests premis i la presència d'un nombre considerable d'estudiants del grau per fer un debat sobre un dels temes que més els preocupa en aquesta etapa de la vida: les sortides professionals. Vam convidar tres ponents joves perquè il·lustressin, amb les seves experiències personals, les diverses sortides professionals típiques de la carrera de matemàtiques. Van fer una breu presentació sobre les experiències personals i professionals viscudes en l'etapa des que van abandonar la universitat com a estudiants fins a l'actualitat:

- **Joana Cirici** va acabar el doctorat el 2012 a la Universitat de Barcelona, va fer estades postdoctorals a la Universitat de Münster i a la Freie Universität de Berlín, i actualment treballa com a investigadora en topologia algebraica a la Universitat de Barcelona; amb un to molt fresc i proper, va explicar als assistents el seu periple pel món de la recerca matemàtica i per diferents universitats d'arreu, exemplificant de manera clara que en aquest món pots planificar el trajecte que vols seguir i decidir en què, amb qui i on vols treballar, però també cal estar obert i considerar les possibilitats, de vegades inesperades, que el mateix trajecte et va oferint. Aquesta capacitat d'adaptació a les circumstàncies amb naturalitat és cada vegada més important en els temps que vivim.

- **Toni Lozano** va estar un temps de becari fent el doctorat a la UAB en temes de topologia algebraica, i després va decidir fer el salt al món empresarial i va entrar a treballar com a científic de dades a l'empresa Aplicaciones en Informática Avanzada; fa poc que també torna a treballar a la UAB com a professor associat. Va explicar les motivacions que el van portar a fer aquest gir en la seva carrera professional, i els canvis que això li ha suposat pel que fa a estil de vida, responsabilitat, horari, feina, etc. El que més destacaria dels seus comentaris és que aquesta empresa va valorar positivament que fos doctor en matemàtiques, i ho va remarcar especialment en les seves condicions laborals, encara que la temàtica del doctorat que va cursar no tingués directament res a veure amb la feina que l'empresa li encomana. Efectivament, fer un doctorat, a banda dels coneixements que t'aporta en un camp molt concret de la recerca matemàtica, també t'aporta més maduresa i flexibilitat a l'hora d'afrontar problemes i reptes nous; i aquesta habilitat és clau a l'hora de tenir èxit en qualsevol feina. Les empreses es van adonant d'aquest fet i valoren cada cop millor el plus que els poden aportar els doctors en matemàtiques en els equips de treball. Desgraciadament, però, en altres països això es valora més que no pas al nostre; encara hi ha molt per recórrer en aquest sentit.

- **Núria Mira**, que és professora de matemàtiques de secundària als Maristes de Rubí, va fer un elogi de la professió de mestre: sentint-la parlar quedava ben palès que, per qui sent la vocació de mestre i la passió per ensenyar i transmetre les matemàtiques, estar cada dia davant una classe de nois i noies amb ganes d'aprendre'n és tot un privilegi, que va molt més enllà de tenir una feina i un sou. Amb un entusiasme encomanadís, va trencar una llança en contra de la tendència social dels últims anys de valorar poc la feina dels mestres i va demostrar que, per a molts docents, aquesta és la millor feina del món. La comunitat educativa catalana en general, i les matemàtiques en particular, necessitem de persones amb la joventut, l'entusiasme i l'empenta de la Núria per continuar oferint més i millor formació als nostres joves, els futurs ciutadans del nostre país.

A continuació, es va obrir un debat d'una hora aproximadament entre el públic assistent i els tres ponents. Els estudiants mostraven les preocupacions i els neguits que tenien sobre com orientar el futur professional que els espera en el futur immediat: com puc triar una feina que m'agradi realment? I si no la trobo? I si no estic segur de què vull fer? Val la pena fer un màster? He de marxar a l'estranger? He de seguir fent més currículum? Què coi hi fa un matemàtic en una empresa? Què se'n valora més? I si encamino el meu futur professional cap una direcció i després m'adono que no m'agrada tant com em pensava? Molts dubtes, moltes preguntes... És normal quan un s'enfronta per primer cop a un canvi d'etapa tan important i que marcarà el seu propi futur professional.

No sé si el debat va servir per resoldre dubtes concrets, però el que va quedar ben clar va ser l'optimisme dels tres ponents. Crec que no m'equivoco si afirmo que reflecteix de manera força fidelment la realitat en què ens trobem: els matemàtics catalans continuem sent un col·lectiu molt i molt ben format i preparat, i gaudim, en general, de més habilitats i capacitats d'adaptació a noves situacions que molts altres col·lectius; per això, el mercat laboral valora molt les qualitats d'un matemàtic i, malgrat l'època de crisi, l'atur, i les dificultats econòmiques que es resisteixen a desaparèixer, en general no tenim gaires problemes per trobar feina i progressar professionalment. Afortunadament, avui dia podem dir, bastant satisfets, que l'atur entre matemàtics a Catalunya és més petit que èpsilon.



Havent acabat aquest interessant debat i l'acte de lliurament de premis pròpiament dit, a les vuit toques, es va oferir un petit refrigeri per a tots els assistents al pati de l'IEC.

Contextualització de les matemàtiques en les carreres tecnològiques de la Universitat Politècnica de Catalunya

Marta Peña Carrera
Sotsdirectora de l'ICE de la UPC

És ben conegut que per aconseguir una millor motivació i aprofitament de l'estudiantat convé contextualitzar les ciències (matemàtiques, física, química...) mitjançant aplicacions immediates en les disciplines de la

carrera. En altres paraules, cal promoure l'anomenat *student engagement*, en particular que els estudiants se sentin identificats amb la professió que han escollit i que trobin que tot el que aprenen és útil per al seu futur professional.

El projecte que es presenta té com a principal objectiu millorar la docència de les ciències a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i il·lustrar l'ensenyament d'aquestes disciplines a través de diferents problemes tecnològics. En una primera fase el projecte se centrarà en matemàtiques. Per exemple, es modelitzaran matricialment problemes d'enginyeria i a continuació s'aplicaran tècniques de càlcul matricial per estudiar-los i resoldre'ls. Això requereix per part del professorat, no només el coneixement dels conceptes i tècniques de matemàtiques o de física, sinó també tenir nocions de les diferents àrees de l'enginyeria en què s'apliquen.

Aquesta iniciativa s'organitza amb la col·laboració de l'Institut de Ciències de l'Educació, la Facultat de Matemàtiques i Estadística i el Departament de Matemàtiques de la UPC.



La metodologia d'aquest projecte consisteix a impartir conferències de periodicitat quinzenal, a partir d'abril del 2018, que il·lustrin l'ús de les matemàtiques en diverses àrees tecnològiques. La intenció és recopilar el material que sorgeixi d'aquest projecte per introduir-lo i utilitzar-lo en la comunitat universitària. En particular, exercicis contextualitzats en el grau on s'imparteixen, motivadors per a l'estudiantat, i guies amb nocions de les diferents àrees

de l'enginyeria en què s'apliquen, que serveixin de suport per al professorat de matemàtiques.

La sessió inaugural va tenir lloc el 10 d'abril de 2018, i va comptar amb la presència del rector de la UPC, Francesc Torres, i del secretari d'Universitats i Recerca de la Generalitat de Catalunya, Arcadi Navarro. La conferència inaugural va anar a càrrec del professor de la UPC Claudi Alsina, que es titulava "Invitació a la renovació educativa de les matemàtiques a les carreres tècniques".

La resta de conferències programades per a aquest curs 2017–18 han estat les següents:

- «Fluxos en xarxes», a càrrec del professor Josep Ferrer (Departament de Matemàtiques de la UPC).
- «*Engagement* amb els estudiants de primer d'Enginyeria Civil», a càrrec de la professora M. Rosa Estela (Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental de la UPC).
- «Les matemàtiques de Google», a càrrec del professor Rafael Bru (Universitat Politècnica de València).
- «*Numerical Factory*: un tast numèric sobre l'ensenyament de les matemàtiques a les enginyeries», a càrrec del professor Antoni Susín (Departament de Matemàtiques de la UPC).

La informació d'aquest projecte es pot trobar al web <https://fme.upc.edu/ca/la-facultat/activitats/2017-2018>

El projecte es reprendrà el curs 2018–19, amb la impartició de conferències que representin el nombre més ampli de titulacions possibles de la UPC.

Un programa similar es podria plantejar en el futur per a la contextualització d'altres ciències (física, química...) en les carreres tecnològiques de la UPC.

School on Mathematical Modelling of Tumour Growth and Therapy

Toni Guillamón
Comitè Organitzador

Del 3 al 6 d'abril es va celebrar al CRM el curs avançat «School on Mathematical Modelling of Tumour Growth and Therapy» (vegeu http://www.crm.cat/en/Activities/Curs_2017-2018/Pages/IRP-Biology-AC.aspx), dins del programa intensiu de recerca en biologia matemàtica, que hi ha tingut lloc d'abril a juny de 2018. L'objectiu de l'activitat era mostrar els darrers avenços en modelització matemàtica del creixement de tumors i les seves teràpies. Si bé la base d'aquests models s'ha utilitzat profusament en biologia matemàtica en les darreres dècades, recentment ha experimentat un notable impuls provocat tant per l'accés massiu a dades com per l'aparició de nous avenços en la modelització i tractament analític de models de múltiples escales. El curs va ser impartit per quatre reconeguts especialistes en el tema: Helen Byrne (University of Oxford), amb el títol «Multiphase modelling in cancer», Vincent Calvez (École Normale Supérieure de Lyon), sobre «Mesoscopic modelling of propagation phenomena», Jean Clairambault (INRIA Paris-Rocquencourt Research Centre), sobre «From single-cell molecular to cell-populational phenotypically structured models to optimise cancer therapeutics», i Anna Marciniak-Czochra (Heidelberg University), sobre «Mathematical modelling of stem cell based systems: Hierarchical structures, clonal heterogeneity and mutation-selection processes». Van participar-hi una trentena d'investigadors, majoritàriament estudiants de doctorat. A continuació fem un breu resum dels seus continguts bàsics.

Modelització multifase en càncer

La professora Helen Byrne va obrir el seu curs parlant de problemes de frontera mòbil per modelar el creixement de tumors, tenint en compte les densitats i dinàmiques de nutrients i cèl·lules tumorals. Va presentar models simples que permeten la seva anàlisi matemàtica i, a més, una identificació clara dels factors de creixement. En una segona sessió, va dedicar l'atenció a estudiar el rol

dels macròfags en l'evolució dels processos cancerosos, a través de models més complexos en què es modelen concentracions de cèl·lules tumorals, substàncies residuals, macròfags nutrients i quimioatracients. Els models resultants, expressats en equacions en derivades parcials, ja no són tractables analíticament, però ofereixen resultats numèrics prou interessants. Per exemple, permeten entendre les variacions de macròfags en diferents tipus de tumors o estudiar l'efectivitat de combinar la teràpia per macròfags amb la radioteràpia. Els models explicats per Helen Byrne també són útils per formular hipòtesis sobre les qualitats materials dels tumors i establir un marc multifàsic per investigar els efectes bioquímics, que es podria utilitzar en bioenginyeria de teixits. En la tercera sessió, el tema es va centrar en la influència de factors mecànics en el creixement tumoral, per mitjà de models bifàsics, estudiant la influència d'un flux en el moviment de les cèl·lules, amb l'objectiu d'identificar mecanismes que milloren l'agregació cel·lular. La darrera sessió es va dedicar a problemes oberts: estudi de l'aparició o desaparició de tumors (per reducció d'espai, emergència de noves subpoblacions, arribada de nutrients, etc.), mètodes numèrics eficients, creixement vascular de tumors, bioenginyeria de teixits (amb la intenció de desenvolupar estratègies de cultiu cel·lular *in vitro*), incorporació de les teràpies als models o eliminació i agregació de fases als models.

Models estructurats a diferents escales per optimitzar teràpies contra el càncer

El curs del professor Jean Clairambault va girar a l'entorn de la resistència als medicaments en poblacions de cèl·lules tumorals induïda per l'administració dels mateixos medicaments. Clairambault insereix el problema en un marc dinàmic adaptatiu que representa l'evolució fenotípica de les poblacions cel·lulars, i que permet seguir la distribució instantània i el comportament asimptòtic dels fenotips resistents als medicaments. La primera sessió es va dedicar a fer un repàs exhaustiu de models

d'evolució que han servit per entendre les teràpies contra el càncer en els darrers vint anys. Es va centrar especialment en models de cronoteràpia en poblacions cel·lulars estructurades per l'edat; és a dir, en problemes de control òptim amb l'objectiu de dissenyar l'administració de fàrmacs per reduir al màxim el nombre de cèl·lules tumorals. La segona sessió es va endinsar en problemes més concrets, com ara com controlar la divisió cel·lular mitjançant cronoteràpia amb medicaments contra el càncer, per entrar, en la tercera part, a presentar una perspectiva evolutiva del càncer i entrar de ple en el tema de la resistència (autoinduída) als medicaments, tant pel que fa a la seva modelització com a les possibilitats d'optimitzar-ne el control terapèutic. Finalment, va presentar alguns reptes transdisciplinaris, però amb forta component matemàtica, en la modelització del càncer; qüestions que interessin a oncòlegs i a biòlegs cel·lulars i evolucionistes, i que ens donen una idea de quines matemàtiques caldria desenvolupar per entendre i predir el control del càncer.

Modelització de sistemes basats en cèl·lules mare

La professora Anna Marciniak-Czochra va dividir el seu curs en tres parts fonamentals: (1) models d'hematopoesi (formació, maduració i pas a la sang dels diferents tipus de cèl·lules sanguínies) i emergència de leucèmies; (2) selecció i mutació en models d'evolució clonal; i, (3) discussió d'estructures discretes *versus* contínues. En la primera part, mostrà models que preveuen els mecanismes biològics involucrats en certs tipus de leucèmies: l'auto-renovació de les cèl·lules mare, les transicions entre diferents estadis de diferenciació cel·lular, l'heterogeneïtat clonal dels càncers, les mutacions, l'acoblament de dinàmiques de cèl·lules sanes i cèl·lules cancerígenes, etc. En la segona part, es presentaren models bicompartimentals per estudiar l'emergència de l'heterogeneïtat clonal, l'impacte de teràpies clíniques i els processos de selecció. Els models confirmen la coexistència de diversos mecanismes de regulació. En aquest punt, Marciniak-Czochra va incidir en la influència dels mètodes bioinformàtics usats per tractar les dades que després s'utilitzen per modelitzar, un tema que deixa molt d'espai per al debat. En la darrera part, va confrontar els models com-

partimentals (equacions diferencials ordinàries) amb els models continus (equacions en derivades parcials) de diferenciació cel·lular. Com a conclusions generals, els models es poden usar per estudiar competició clonal i selecció en leucèmies i, a més, suggereixen que una autoregeneració creixent de les cèl·lules mare leucèmiques és un factor clau per explicar la resistència a les teràpies i una prognosi pobre.



Modelització mesoscòpica de fenòmens de propagació

El professor Vincent Calvez va encaminar la seva exposició cap a models mesoscòpics. El curs es va iniciar amb un model de quimiotaxi, seguint les equacions de Keller-Segel, en què es modela el moviment esbiaixat de cèl·lules cap a una font química. Amb aquesta formulació es vol abordar la qüestió de si les cèl·lules arribaran a formar agregacions i fins a quin punt. En aquest context, Calvez també va revisar models simplificats amb moviment no esbiaixat més creixement poblacional, que donen lloc a l'equació de Fisher. La segona part del curs es va dedicar a explicar teoremes d'existència local per a models de percepció d'espai i de percepció de temps (és a dir, on se suposa que les cèl·lules «noten» les variacions de concentracions químiques, bé en l'espai o en el temps, respectivament). En casos especials de models de percepció de temps, es pot demostrar l'absència de solucions que explotin en temps finit, així com la fitació i definició per a tot temps de les solucions. Queden obertes qüestions com el decaïment exponencial en el supòsit de percepció d'espai i l'existència d'estats estacionaris en el cas de percepció de temps. Finalment, la darrera sessió es va dedicar a models cinètics de propagació i a l'estudi de l'evolució de la dispersió en fronts invariants.

Activitats amb ajut de la Societat

6a Jornada d'Investigadors Predoctorals Interdisciplinària (JIPI 2018)

Equip organitzador

La sisena edició de la JIPI es va celebrar el dia 19 de febrer de 2018 a l'Edifici Històric de la Universitat de Barcelona. Aquest dia es van aplegar investigadors predoctorals provinents de diferents universitats i centres de recerca catalans.



Crònica

La inauguració de la jornada va comptar amb la presència del Dr. Xavier Roigé, vicerector d'Estudis de Doctorat i Promoció de Recerca de la Universitat de Barcelona; el Dr. Gabriel Bugeda, vicerector de Polítiques Científiques de la Universitat Politècnica de Catalunya, i Xavier R. Hoffmann, membre del comitè organitzador.

L'eix vertebral de la JIPI van ser les *flash talks*, en què els investigadors presenten la seva recerca en format de xerrades de curta durada i de tipus dinàmic i amè. En total hi va haver 45 ponents en 39 xerrades, agrupades en sessions temàtiques: tecnologies, humanitats, ciències naturals i ciències socials. L'idioma vehicular de la jornada va ser l'anglès.¹

Aquest any es van dur a terme **debats** i **workshops** relacionats d'alguna manera amb l'àmbit investigador. Com a novetat, es van fer dues sèries de sessions paral·leles, cadascuna amb un debat i un *workshop*.

¹La totalitat de xerrades van ser enregistrades i estan disponibles al canal de la Universitat de Barcelona, i al canal de Youtube de les JIPI.

- **Debat I - Let's make research great again**, sobre l'impacte que té la ciència tant en els mateixos investigadors com en la gent de carrer. Hem comptat amb la presència de la Dra. Marina Hervás, doctora en Filosofia per la Universitat Autònoma de Barcelona i directora del magazín digital *Cultural Resuena*, i el Dr. Alexandre Dauphin, doctor en Física Teòrica per la Universitat de Brussel·les i coordinador de l'equip de Pint of Science Barcelona.
- **Debat II - Keep calm! Mental health in researchers**, on es va parlar dels problemes psicològics que habitualment tenen els investigadors. Amb la participació de Núria Suñé Soler, investigadora predoctoral en Psicologia de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona, el Dr. Robert Sewell, coordinador de Programes Acadèmics de l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO), i Nello Lampo, investigador predoctoral a l'ICFO.
- **Workshop I: PhD Labour Nightmares, navigating the legal limbo**: sobre la situació laboral dels doctorands. Hem comptat amb la Dra. Vera Sacristán, presidenta de l'Observatori del Sistema Universitari, i amb Lydia Yepes i Daniel Barrientos, investigadors predoctorals de l'Institut d'Estudis del Treball.



- **Workshop II: Women in Research**: debat al voltant dels principals problemes

que pateixen les dones a STEM, amb la Dra. Sònia Estradé, membre de la Comissió d'Igualtat de la Facultat de Física de la UB.

La sessió de *speed networking* va continuar sent un dels trets significatius de les JIPI, en què els participants formen parelles, i disposen de cinc minuts per presentar-se i per explicar-se els interessos en un entorn íntim, relaxat i distret; després d'aquests cinc minuts, canvien de parella.

Gràcies a la bona acollida de la **sessió de pòsters** de les edicions passades, aquest any s'ha decidit mantenir-la. Hem comptat amb un total de 39 pòsters, i s'ha creat un espai per a la interacció directa entre els participants.

Per acabar, a la taula de **cloenda** hi van assistir de nou el Dr. Xavier Roigè, el Dr. Robert Sewell, coordinador de Programes Acadèmics de l'ICFO, el Dr. Robert Castelo, coordinador de Doctorat en Biomedicina de la UPC, la Dra. M. Victòria Nogués, secretària acadèmica de l'Escola de Doctorat de la

UAB, i Lucía Villamañán, membre del comitè organitzador.

Valoració

La jornada ha estat tot un èxit. La participació s'ha mantingut respecte a la de l'any anterior, amb un nombre lleugerament superior a les quatre-centes inscripcions. La interdisciplinarietat continua sent la marca d'identitat de l'acte. Un any més hem rebut *abstracts* de totes les disciplines, amb una proporció entre blocs temàtics cada vegada més equilibrada. A més a més, el nombre d'institucions col·laboradores ha superat qualsevol xifra anterior, i això posa de manifest el bon funcionament de la jornada de cara a l'exterior.

Els organitzadors volem expressar la valoració positiva de la jornada i reivindicar de nou la necessitat d'un espai com les JIPI, on es pot discutir i donar a conèixer la investigació que duen a terme els investigadors predoctorals, que al cap i a la fi representa una gran part de la ciència que es produeix a Catalunya.

X Jornada de l'Associació Catalana de GeoGebra. Gaudim una vegada més amb el GeoGebra

Pep Bujosa

Associació Catalana de GeoGebra

El dissabte 17 de febrer de 2018, vam celebrar al campus de la Ciutadella de la Universitat Pompeu Fabra la nostra X Jornada de GeoGebra, amb el suport de la UPF i de la Societat Catalana de Matemàtiques. Aquest any, hem volgut concentrar tots les activitats en un sol dia, matí i tarda i, d'aquesta manera, afavorir els participants que venen de més lluny. Hem conservat l'estructura dels dos darrers anys, de tallers paral·lels i que va ser tan ben valorada en les enquestes. El programa va ser el següent:

Dissabte 18, matí

- Conferència: «Investigaciones en clase de matemáticas», per José Antonio Mora (Institut GeoGebra Valencià).
- Comunicació: «Les matemàtiques Vedes. Desconegudes i fins i tot oblidades. Una

lectura dels Sulva-Sutres acompanyada pel GeoGebra», per Jaume Bartrolí.

- Comunicació: «Matemàtiques, disseny, GeoGebra», per Jordi Guàrdia.
- Comunicació: «Momatre y GeoGebra», per Tomás Recio.
- Taller: «Matemàtiques amb GeoGebra (I)», per Pep Bujosa.
- Taller: «Iniciació al GeoGebra 3D», per Isabel Sorigué i Bernat Ancochea.
- Taller: «CAS i gràfics», per Carlos Giménez.
- Taller: «La probabilitat per interpretar dades estadístiques», per Toni Gomà.
- Taller: «L'ús del GeoGebra en la resolució de problemes», per Jordi Font.



Dissabte 18, tarda

- Conferència: «La volta catalana», per Jordi Domènech (Red Nacional de Maestros de la Construcción Tradicional) i Bernat Ancochea (Associació Catalana de GeoGebra).
- Presentació de treballs de recerca: «Mates a la natura», per Emma Valdés i Rut Herrero (Institut Juan Manuel Zafra, Barcelona).
- Presentació de treballs de recerca: «Es pot aprendre geometria amb un joc del mòbil?»,

per Nacho Blázquez (La Salle Bonanova, Barcelona).

- Comunicació: «Vivim la realitat a través del GeoGebra», per Antònia Morató i Theo Santiago.
- Taller: «Matemàtiques amb GeoGebra (II)», per Pep Bujosa.
- Taller: «Fins a on podem arribar amb el GeoGebra 3D?», per Bernat Ancochea.
- Taller: «Disseny d'activitats d'aprenentatge», per Manel Martínez.
- Taller: «Geometria urbana», per Isabel Sorigué i Albert Garcia Giménez.
- Taller: «Simulacions amb GeoGebra», per Jordi Font.

Els comentaris que ens han fet arribar els participants han estat molt bons i valoren ben positivament el canvi d'horari i la impartició de tallers de nivells i temàtica diferents, de manera que tothom ha pogut trobar el que li anava millor per les seves expectatives.

Matemàtiques com tu

Natàlia Castellana
UAB i Junta de la SCM

L'any 2015, l'ONU va declarar el dia 11 de febrer el Dia Internacional de la Dona i la Nena en la Ciència. Moltes iniciatives van tenir lloc entre l'1 i el 15 de gener a moltes seus i que es van recollir al web 11febrero.org. Aquest any, en una iniciativa conjunta de la BGSMath i la SCM, es va fer una jornada especial a l'Institut d'Estudis Catalans a Barcelona amb l'objectiu de visualitzar la feina d'algunes de les dones matemàtiques de la nostra comunitat i la seva recerca, que en alguns casos té un impacte a la nostra societat. La jornada va ser pensada per a un públic en general i en especial per a estudiants de batxillerat. Totes les participants tant a les xerrades com als tallers van fer una feina excel·lent per mostrar d'una manera molt propera la seva feina als nois i noies que hi van assistir.

La jornada va ser inaugurada pel director de la BGSMath, Marc Noy. Al llarg del matí es van alternar xerrades amb tallers interactius per als participants. Les xerrades van cobrir tot tipus de temàtiques, des de les més lúdiques fins a les més aplicades tant en altres ciències com en la nostra societat.



Roser Homs (UB), amb el títol «La música també compta», va començar la jornada parlant de la relació de matemàtiques i música a través de les escales musicals, i tot seguit, «Escalaes aèries, què hi ha al darrera dels preus del bitllets d'avió?» Giulia Binotto (UB) ens va explicar les tècniques que fan servir les companyies per fixar els preus dels vols i dels mètodes de previsió d'ocupació, a través de la seva experiència treballant en una companyia aèria. En una línia diferent, Marina Garrote (UPC) amb el títol «Matemàtiques i Filognètica», va fer una xerrada sobre el paper de les matemàtiques en l'estudi de les línies evolutives de les espècies.

No hi ha dubte de l'impacte que tenen les xarxes socials en la nostra societat, com les podem fer servir per ajudar les persones? Ana Freire (UPF) ens va explicar el projecte en el qual treballa en equips multidisciplinaris per detectar usuaris amb tendències suïcides a les xarxes socials. I des del punt de vista de projectes socials, quines són les eines que poden ajudar la policia a investigar un delictes? Rosario Delgado (UAB) ens va parlar de les eines probabilístiques per a la perfilació criminal, i en particular de la seva contribució al perfil d'incendis forestals.



I, per descomptat, una mica d'història a càrrec de Clara Florensa (UAB), que amb el títol «Dones matemàtiques en la història» va tancar aquesta part de la jornada amb algunes reflexions sobre qüestions de gènere en el camp de les matemàtiques.

Els tallers van tenir molt d'èxit i es van intercalar amb les xerrades. Al pati, el Museu

de les Matemàtiques de Catalunya va aportar el seu gra de sorra amb un taller en què els participants muntaven cúpules amb fustes, les cúpules de Leonardo; i les investigadores del CRM Núria Folguera, Gemma Colldeforns, Marina Vegué, Patricia Paredes van portar a term una sèrie d'activitats lúdiques, Xperimentant Matemàtiques.

Dins les aules es van desenvolupar dos tallers més de tipus tecnològic. «El repte d'Amazon», portat per Jèssica de Armas i Helena Ramalinho de la UPF, no era gens fàcil... Quins algorismes hi ha al darrera dels enviaments per correu d'Amazon que permeten millorar les rutes de repartiment i estalviar molts diners a les empreses? Tot un descobriment del que hi ha al darrera de la logística de distribució que mou milers i milers de paquets en un dia a Barcelona!

I no ens podíem deixar l'estadística en un joc ben original: Star Wars, el despertar de les dades. Aquest és un projecte de divulgació d'estadística que es basa en la idea d'aprendre jugant. Veient com es dissenya un experiment i participant en un concurs de preguntes en què els guanyadors s'emporten un petit premi. Parteix d'una idea original de la professora Rosa Lillo, del Departament d'Estadística de la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) i s'ha fet extensiva a tot Espanya. Es posa en marxa amb la coordinació de Biostatnet, i la col·laboració de la Societat Catalana d'Estadística, GRBIO, UAB-Programa Argó, UPC-Planter d'Estadística, UAB i UPC. Aquell va ser coordinat per Alejandra Cabaña i Amanda Fernández Fontelo (UAB), Anabel Blasco (SEA) i Núria Pérez Álvarez (UPC).

Una jornada ben especial i festiva, organitzada per Luca Tancredi (BGSMath), que es va acabar amb l'actuació del monologuista del grup Big Van Ciencia Eduardo Saénz de Cabezón.

Un gran dia en què vam poder comptar amb una gran participació tant de membres de la nostra comunitat com d'escoles de Barcelona que van omplir la sala i van donar a conèixer la recerca interdisciplinària d'algunes matemàtiques de la nostra comunitat.

Albert Avinyó
Editor de la *SCM/Notícies*

Societat Catalana de Matemàtiques (IEC)

- El **premi Évariste Galois 2018**, concedit a un treball d'investigació, bibliogràfic o d'assaig sobre matemàtiques, es va atorgar a **Oscar Rivero Salgado** pel treball que porta per títol «Punts i unitats de Stark». El jurat, format per Teresa Crespo, Àngel Calsina i Antoni Guillamon, va valorar la complexitat del tema, l'originalitat dels resultats i la qualitat expositiva de la memòria.



El jurat també va decidir atorgar un accèssit a **Tomas Sanz Parela** pel treball titulat «Stable solutions to nonlinear equations with fractional diffusion».

Aquest dos premis foren lliurats el 20 d'abril passat a la seu de l'IEC en l'acte d'entrega dels premis Sant Jordi 2018.

- El **premi Emmy Noether 2018**, destinat a premiar els millors treballs de fi de grau dels estudiants de matemàtiques de les universitats catalanes, es va concedir al treball «Oscillatory integrals and the Kakeya Conjecture» de **Jaume de Dios**, estudiant del grau en Matemàtiques de la UAB i amb els professors John B. Garnett (UCLA) i Joan Verdera (UAB) com a tutors. El jurat també va decidir concedir una menció al treball «Lefschetz properties in algebra and geometry» de l'estudiant **Martí Salat Moltó**, del grau en

Matemàtiques de la UAB amb la professora Rosa Maria Miró-Roig (UB) com a tutora.

Aquest premi fou lliurat el 15 de març passat a la seu de l'IEC en l'Acte Noether, del qual podeu trobar més informació en la secció «Activitats» d'aquesta mateixa *SCM/Notícies*.

Convocatòria 2019

- La SCM ha convocat la tercera edició del **premi Emmy Noether** que es dona als estudiants del grau en Matemàtiques que defensin el treball de fi de grau (TFG) entre l'1 de gener i el 31 d'octubre de 2018. L'import total dels premis, dotats per la Fundació Cellex, és de mil sis-cents euros repartits entre premi i menció. El termini de presentació de candidatures es tancarà el 30 de novembre de 2018, a les 13.00 hores. Més informació a https://premis.iec.cat/premis/premis_un.asp?id=36.
- La SCM ha convocat una nova edició del **premi Évariste Galois**, instituït l'any 1962 i ofert a un treball d'investigació o d'assaig sobre matemàtiques. La dotació del premi és de mil euros i es poden concedir fins a dos accèssits. En aquesta convocatòria hi poden prendre part estudiants universitaris i titulats a partir de l'1 de febrer de 2014. Els treballs han de ser inèdits i redactats en llengua catalana o anglesa, amb un ampli resum en català en la versió anglesa. El termini d'admissió de candidatures es tancarà el 30 de novembre de 2018, a les 13.00 hores. Més informació a https://premis.iec.cat/premis/premis_un.asp?id=35.
- La SCM ha convocat una nova edició del **premi Albert Dou**, instituït l'any 2010 i ofert a l'autor o als autors d'un treball publicat o realitzat en els darrers dos anys (2016 i 2017) que contribueixi a fer visible la importància de la matemàtica en el nostre món, a transmetre el coneixement matemàtic

a un públic més ampli que els mateixos especialistes i a promoure tot el que pugui ajudar a l'extensió del prestigi de la matemàtica en la nostra societat. La dotació del premi és de dos mil cinc-cents euros. El termini d'admissió de candidatures es tancarà el 30 de novembre de 2018, a les 13.00 hores. Més informació a https://premis.iec.cat/premis/premis_un.asp?id=34?

Fundació Ferran Sunyer i Balaguer

El Patronat de la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer, en la reunió del dia 12 de març de 2018, va acordar concedir els premis i les borses d'estudi següents:

- **El premi Ferran Sunyer i Balaguer 2018** a la monografia titulada «Hardy inequalities on homogeneous groups (100 years of Hardy inequalities)» del professor **Michael Ruzhansky**, de l'Imperial College de Londres i **Durvudkhan Suragan**, de la Nazzarbayev University.



En paraules del jurat: «El lloc on es troben les desigualtats de Hardy i els grups homogènis és una bella àrea de les matemàtiques que no havia estat tractada de manera consistent en forma de llibre. Els autors han pres la iniciativa d'escriure aquesta monografia per recollir i aprofundir en el coneixement de les desigualtats de Hardy i d'altres temes estretament lligats, seguint el punt de vista sobre els grups homogènis de Folland i Stein». Aquesta monografia serà publicada per Birkhäuser a la sèrie «Progress in Mathematics».

- **Les borses Ferran Sunyer i Balaguer 2018 a:**

- **Marc Calvo Schwarzwälder**, de la Universitat Politècnica de Catalunya, per fer una estada d'un mes a la University of Oxford (Regne Unit).
- **Joan Claramunt Carós**, de la Universitat Autònoma de Barcelona, per fer una estada d'un mes a la Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil).
- **Ariel Duarte López**, de la Universitat Politècnica de Catalunya, per fer una estada d'un mes en el National Institute of Biology (Eslovènia).
- **Amanda Fernández-Fontelo**, de la Universitat Autònoma de Barcelona, per fer una estada d'un mes i mig a la University of British Columbia (Canadà).
- **Roberto Gualdi**, de la Universitat de Barcelona i la Universitat de Bordeus, per fer una estada de dos mesos al Centre de Recerca Matemàtica.
- **Genís Prat Ortega**, del Centre de Recerca Matemàtica i la Universitat Autònoma de Barcelona, per fer una estada de dos mesos a la University Medical Center Hamburg-Eppendorf (Alemanya).

- **El premi Matemàtiques i Societat 2018 a:**

- A la senyora Maya Castañer per la secció «Els talents de Barcelona», dedicada a las matemàtiques durant l'any 2017, del programa *La tarda de Barcelona* de BTV Ràdio.



Convocatòries 2019

- Es convoca el premi Ferran Sunyer i Balaguer 2019, per a una monografia matemàtica de caràcter expositiu que presenti els darrers

desenvolupaments d'una àrea activa en recerca en la qual el concursant hagi contribuït d'una manera important. La monografia ha de ser original, inèdita i no sotmesa prèviament a cap compromís d'edició. La dotació del premi és de quinze mil euros i la monografia guanyadora serà publicada en la sèrie «Progress in Mathematics» de l'editorial Birkhäuser. El termini d'admissió de candidatures es tancarà el 30 de novembre de 2018.

Altres premis, beques i reconeixements

- El divendres 11 de maig de 2018 es va resoldre la 15a edició del **premi Poincaré** en l'acte de lliurament de premis, celebrat a la sala d'actes de la Facultat de Matemàtiques de la UPC. Els treballs guanyadors van ser:

- Primer premi: «La funció factorial: divisibilitat de coeficients binomials i convergència de sèries P-àdiques» de **Silvia Casacuberta Puig**, Aula Escola Europea, Barcelona.

- Segon premi: «Anàlisi matemàtica del sistema dinàmic consistent a aplicar el mètode de Newton a la funció sinus» de **Mariona Sánchez Alcazar**, La Salle Montcada, Montcada i Reixac.

- Tercer premi: «Sobre la resolució de les equacions algebraïques» de **David Arribas Viera**, INS Santa Eugènia, Girona.

- S'ha atorgat per primera vegada el premi *Collectanea Mathematica Best Prize*. Aquest premi es concedeix anualment al millor treball publicat en la revista *Collectanea Mathematica*. El guanyador d'aquesta primera edició ha estat el professor **K. Li** pel seu article «Two weight inequalities for bilinear forms». *Collect. Math.* 68 (2017), 129–144. El premi és de dos mil euros i una placa commemorativa. L'entrega del premi es farà el proper 3 d'octubre durant l'acte d'inauguració del curs de la UB. El comitè de selecció estava format per Loukas Grafakos, Craig Huneke, Rosa M. Miró-Roig, Jordi Pau i Josep Vives.

Contribucions

Catalunya i la lògica borrosa

Enric Trillas
Universitat d'Oviedo

L'anomenada *lògica borrosa* (*Fuzzy Logic* en anglès), va començar amb l'article «Fuzzy Sets» (Conjunts borrosos) que Lotfi A. Zadeh (1921–2017), catedràtic de la Universitat de Califòrnia a Berkeley, publicà el 1965. En aquest article, que és un dels més citats del segle XX, Zadeh va presentar la idea de dotar les paraules imprecises, molt abundants en el llenguatge ordinari, d'extensió a través de representar-les matemàticament per una funció que, si la paraula fos precisa, seria la funció característica del subconjunt que, segons l'axioma d'especificació de la teoria de conjunts «clàssics», la representa a l'univers del discurs.

Zadeh, enginyer apassionat per la matemàtica i una de les mentes creadores més rellevants del segle XX (abans introduí la transformada-z per analitzar senyals discrets), obrí la porta a representar més expressions lingüístiques que aquelles permeses per les àlgebres de Boole; quelcom necessari, fent servir les paraules de Zadeh, per poder arribar a construir «màquines que pensin com la gent». Un dels primers èxits de la lògica borrosa arribà l'any 1975 i de la mà d'Ebrahim (Abe) Mamdani (1942–2010), aleshores catedràtic al Queen's College i després a l'Imperial College de Londres, gràcies a l'anomenat *control borros* de màquines el com-

portament de les quals és descrit mitjançant un sistema de regles imprecises; avui és una metodologia usual en el món industrial de, per exemple, trens i automòbils.

Convé explicar, encara que sigui breument, què és un «conjunt» borrós i què és una funció de pertinença a un d'ells. Una cosa que cal dir d'entrada és que un conjunt borrós no és, pròpiament, un ens matemàtic, sinó un ens lingüístic; el que és un ens matemàtic és una funció de pertinença. La teoria dels conjunts borrosos és una col·lecció de models matemàtics que intenten representar aquests «conjunts» i les operacions amb ells, de manera que continguin el cas particular en el qual la paraula que determina el conjunt borrós sigui precisa i, per tant, es tracti d'un veritable conjunt. Si un conjunt borrós especificat per una paraula imprecisa no és un conjunt, què és? Quan una paraula imprecisa com és *jove* s'aplica a un univers prou gran com és, per exemple, el conjunt de la gent empadronada a Nova York, ens permet parlar dels «joves novaiorquesos», un ens que no és un conjunt (com és fàcil de provar amb un argument de tipus «sorites»), però que conté subconjunts com ara el dels «novaiorquesos menors de 23 anys»; és un concepte que, ben arrelat al llenguatge, tothom fa servir sense dubtes; no és sinó, podríem dir, un col·lectiu lingüístic. Les paraules precises especifiquen conjunts i les imprecises col·lectius lingüístics, els quals degeneren a conjunts si la paraula és precisa. El col·lectiu lingüístic especificat per una paraula és un «ens nuvolós», que també s'anomena *conjunt borrós*, i la descripció de la qual prové del significat de la paraula en l'univers del discurs al qual s'aplica; *jove*, per exemple, pot especificar un conjunt si s'aplica a un univers amb només quatre membres. Els conjunts borrosos, per tant, són entitats empíriques que s'estudien matemàticament gràcies a una «teoria» que parteix de mesurar el significat de la paraula que els genera i que s'acostuma a anomenar l'etiqueta lingüística del conjunt borrós. El significat d'una paraula P a un univers del discurs X , es pot representar matemàticament? És quelcom que, necessàriament, cal fer amb els enunciats elementals « x és P » amb $x \in X$, que permeten veure com varia al llarg de X allò que significa P i la qual cosa no passa pròpiament amb les paraules precises; per exemple, 7 i 17

són igualment primers, però si l'edat de John és 7 anys i la de Mary és 17, aleshores John és més jove que Mary. Els enunciats elementals permeten observar la relació «menys P que» i la seva inversa «més P que»; amb el símbol $<_p$ (John $<$ jove Mary) apareix el graf $(X, <_p)$ que representa el significat qualitatiu de P a X i que, usualment i en el llenguatge, es coneix empíricament. Noteu que en l'exemple dels nombres primers és $7 <_{primer} 17$, però també $17 <_{primer} 7$, o sigui, és $7 =_{primer} 17$, la relació $=_p$ («igual P que») és la intersecció de les relacions $<_p$ i $<_{p-1}$, l'una inversa de l'altra. Si P és precisa el seu significat qualitatiu és el graf minimal $(X, =_p)$. El concepte que anomena una paraula P és «metafísic» a X si és $<_p = \emptyset$; en cas contrari és «mesurable» ja que aleshores és possible mesurar el significat qualitatiu, saber fins on cada x verifica la propietat anomenada per P , fins a on x és P , donar extensionalitat a P . Per exemple, amb $P = \text{gran}$ a $X = [0, 10]$, òbviament és $<_{gran} = \leq$ l'ordre lineal de la recta real, que és un ordre total; en general, però, $<_p$ només gaudeix de la propietat reflexiva i hi ha parells d'elements x, y de X que no són comparables amb $<_p$, no és ni $x <_p y$ ni és $y <_p x$. El que poden existir són elements maximals (z tals que no hi ha cap $<_{p-1} z$), o minimal (z tals que no hi ha cap $x <_p z$); així a l'exemple de «gran» només hi ha un maximal, el màxim 10, i un minimal, el mínim 0. Els maximals són prototípics de P i els minimal són anti-prototípics.

Aleshores, una mesura és una aplicació $m_p: X \rightarrow [0, 1]$ verificant les tres propietats: 1) $x < y \Rightarrow m_p(x) \leq m_p(y)$; 2) Si z és maximal, $m_p(z) = 1$; 3) Si z és minimal, $m_p(z) = 0$. Cal notar que, en general, aquestes tres propietats no individuen una mesura única sinó famílies d'elles; per exemple, en el cas de «gran» les mesures són totes les funcions creixents tals que $m_{gran}(0) = 0$ i $m_{gran}(10) = 1$, que només individuen una única mesura si s'afegeix la condició que sigui lineal. En general, cal conèixer més condicions que o bé vinguin facilitades pel context en el qual s'usa P a X , o per hipòtesis raonables sobre aquest ús; cal dissenyar la mesura. Cada tripleta $(X, <_p, m_p)$ és un «estat» del significat de P a X , i les mesures m_p són les «funcions de pertinença» en el conjunt borrós especificat pel significat qualitatiu.

Està clar que el significat és alhora dependent del context i del propòsit d'ús de P a X i cal notar que si, com és usual a la pràctica, P només es coneix per una mesura, la relació $<_p$ no coincideix, en general, amb la relació d'ordre parcial definida per la mesura mitjançant la definició $x <_m Py \Leftrightarrow m_p(x) \leq m_p(y)$, que és més ample que $<_p$, en virtut de la propietat 1 de m_p . La mesura pot fer semblar que augmenta el significat qualitatiu de la paraula; podríem dir que mesurar allarga el significat. D'altra banda, com que $x =_p y \Rightarrow m_p(x) \leq m_p(y) \& m_p(y) \leq m_p(x)$, és $m_p(x) = m_p(y)$, amb la qual cosa i si P és precisa, la mesura només pot prendre els valors 0 i 1, és a dir, és la funció característica del subconjunt clàssic de X especificat per P .

Els conjunts borrosos a Catalunya

A Catalunya la lògica borrosa va entrar-hi casualment a l'estiu del 1975, un temps en el qual per saber què passava calia llegir diaris estrangers. Un diari francès publicà una entrevista amb el professor Arnold Kaufmann arran de l'aparició del seu llibre *Ensembles flous*; m'ho va ensenyar l'aleshores jove estudiant de matemàtiques Jordi Casabó i, en llegir-lo, la meua curiositat va despertar-se ja que, estudiós de l'obra del gran matemàtic Karl Menger, coneixia un seu article de 1951 titulat «Ensembles flous et fonctions aléatoires», publicat en els *Comptes Rendus* de l'Acadèmia de Ciències de París. Un «ensemble flou» de Menger («hazy set» en anglès) és el núvol de punts amb probabilitat positiva de pertànyer a un conjunt clàssic donat. El llibre de Kaufmann no em va satisfer, però el concepte «ensemble flou» de què parlava, va intrigar-me i, sobretot, pel fet que no coincidia amb el de Menger. Vaig buscar el treball original de Zadeh, i el vaig demanar a la British Library, i la seva lectura em va fer adonar que el nou concepte no era probabilístic i tenia a veure amb el llenguatge i el raonament ordinaris; em va semblar un camp nou en el qual encara hi treballava poca gent. Vaig adonar-me que hi ha coses incertes que no són aleatòries. Era una oportunitat d'encetar un tema que els lògics matemàtics havien deixat de banda; la imprecisió no era considerada i la incertesa només era vista a través de la probabilitat, però sota la capa del cel hi havia més coses per a les quals i, per exemple, la llei additiva no era

formulable de manera òbvia. Ben aviat s'hi van acostar joves investigadors, com aleshores foren Claudi Alsina, Teresa Riera, Xavier Domingo, Antonio Millán, Llorenç Valverde i, gràcies a uns cursets d'iniciació a la recerca que fèiem a la Universitat Politècnica de Barcelona, també s'hi va presentar Miguel Delgado de la Universitat de Granada. El nucli de Barcelona i el que sorgí a Granada al voltant de Miguel Delgado van ser essencials perquè la recerca en lògica borrosa s'escampés per tot Espanya i, sobretot, a partir dels congressos catalans de lògica organitzats a Barcelona els darrers anys setanta i primers vuitanta del segle passat.

A més, va haver-hi un fet que va permetre que aquestes investigacions es poguessin fer lligades, des del començament, amb gent de tot el món. Fou la primera conferència mundial de «Matemàtiques al servei de l'home» que, juntament amb Antoni Ballester i David Cardús, vaig organitzar a Barcelona el juliol del 1977 i a la qual, a més de participar-hi gent de molts països, vam poder convidar alguns investigadors importants d'aleshores, com ara Lotfi Zadeh, Lluís Santaló, Joseph Kampé de Fériet, Heinz Skala, Settimo Termini, etc. L'any següent, Lluís Santaló va rebre el doctorat *honoris causa* de la Universitat Politècnica de Catalunya, pel qual vaig tenir l'honor d'apadrinar-lo i que va ser el primer que a Barcelona es va fer íntegrament en català amb la interpretació de *Els segadors* i de l'himne argentí. Aquell congrés fou una gran oportunitat que va fer néixer, a Itàlia, el nom d'escola de Barcelona pel grup de gent que a la seva Universitat Politècnica treballàvem en la lògica borrosa. En particular, s'inicià una amistat entre Zadeh i jo que es va mantenir constantment i fidel fins la seva mort als 96 anys, el 6 de setembre de 2017. Zadeh va viatjar a Espanya un gran nombre de vegades i la comunitat espanyola de lògica borrosa li deu molt; el seu darrer viatge fou el 2014 quan, amb més de 93 anys i ja força malalt, va anar a Madrid a rebre un dels premis Fronteras del Conocimiento de la Fundació BBVA, al jurat del qual hi havia Ramon López de Mántaras mentre jo era entre els qui vam proposar el candidat. Entremig fou investit doctor *honoris causa* per les universitats d'Oviedo, Granada i Politècnica de Madrid. Guardonat amb multitud de premis internacionals i trenta tres doctorats *honoris*

causa, Zadeh figura en el Hall of Fame del Silicon Valley.

El nucli català inicial, al qual ben aviat es van afegir Francesc Esteva, Ramon López de Mántaras, Pere Garcia i Lluís Godó, ha estat essencial perquè Espanya hagi arribat a ocupar un lloc important a tot el món (que ha variat entre el tercer i el cinquè) en publicacions internacionals de lògica borrosa. Fins i tot, l'European Society for Fuzzy Logic and Technologies, de la qual Francesc Esteva fou el primer president, es va crear substituint a l'antiga Sociedad Española de Lógica y Tecnología Borrosa».

Uns dels primers «sistemes experts» amb tècniques borroses van ser els basats en el «nucli inferencial» anomenat per l'acrònim *Milord* (motor d'inferència lògica de raonament difús) que, útil per tal de raonar computacionalment amb sistemes de regles imprecises, fou desenvolupat per un equip d'investigadors catalans dirigit per López de Mántaras i que s'ha aplicat a problemes diversos com és, per exemple, el diagnòstic de la pneumònia. Llàstima que, com en tants altres aspectes, les nostres indústries no hagin aprofitat l'empenta teòrica com ha passat a altres països.

D'altra banda, els intents de relligar la recerca universitària amb la indústria, com si la universitat pogués anar de la teoria a la producció i als mercats, amb una indústria sense grans unitats de recerca i innovació, és una estratègia que decanta la recerca universitària cap a objectius massa fugissers i limita fortament la contractació de doctors en la indústria. La universitat ha de treballar, en paraules de Jean Dieudonné, per l'honor de l'esperit humà i prou. Crec que, bàsicament, és allò que els catalans que hem treballat en el camp de la lògica borrosa hem intentat fer.

Avui dia, els investigadors espanyols de la lògica borrosa i del *soft computing*, una hibridació de metodologies computacionals que ha permès abordar problemes tecnològics complexos en els quals la imprecisió i la incertesa són crucials i que uneix les tècniques borroses amb els algorismes genètics, les xarxes neuronals artificials i els mètodes probabilístics, treballen juntament amb investigadors d'arreu del món.

Entre ells, la feina dels que ho fan a Catalunya és important i, si cal destacar l'investigador teòric català amb més fama internacional, citaria Lluís Godó de l'Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial del CSIC, al campus universitari de Bellaterra que ara dirigeix Ramon López de Mántaras i que, durant molts anys, va dirigir Francesc Esteva qui, ja emèrit, ha treballat i ho segueix fent juntament amb Lluís Godó. Si cal destacar-ne un de més aplicat que no purament teòric, tornaria a Ramon López de Mántaras i, per exemple, pels seus fructífers intents d'afegir expressivitat a la música sintetitzada per ordinador.

Personalment, crec que puc estar content per haver ajudat a despertar l'interès per la lògica borrosa primer a Catalunya i després a Espanya. Haver treballat, abans de fer-ho en la lògica borrosa, en el camp dels espais mètrics probabilístics de Menger i Schweizer, em va permetre introduir en el camp *fuzzy* les t-normes i les t-conormes amb les quals, en més de setanta articles publicats juntament amb Claudi Alsina, la majoria dels quals en congressos i revistes internacionals, vam poder estudiar una notable quantitat de propietats lògiques que els conjunts borrosos verifiquen en àlgebres que vam trobar gràcies a haver après, també estudiant aquells espais, a resoldre equacions funcionals i alguna de les quals fou d'un tipus nou. Uns treballs dels quals primer es va derivar l'estudi de la idea d'indistingibilitat i, molt després, el del conjectural raonament ordinari o de sentit comú; més endavant, em van obrir la porta cap a l'anàlisi formal del «fenomen natural» de la creativitat.

Tot i els reconeguts èxits internacionals dels seus investigadors, la lògica i les tècniques borroses no han estat mai línies prioritàries de recerca a cap lloc d'Espanya llevat, potser, d'Euskadi; en particular, diguem-ho així, «l'escola catalana», no s'ha beneficiat mai d'un suport especial per part dels governs de Catalunya. Encara que mai hagi faltat un finançament ordinari i fins i tot s'hagi comptat amb diners dels programes marc de la UE, ha estat una llàstima; sobretot perquè la transversalitat de les tecnologies borroses i el *soft computing* permeten llur aplicació a camps molt diferents.

Robert P. Langlands, premi Abel 2018

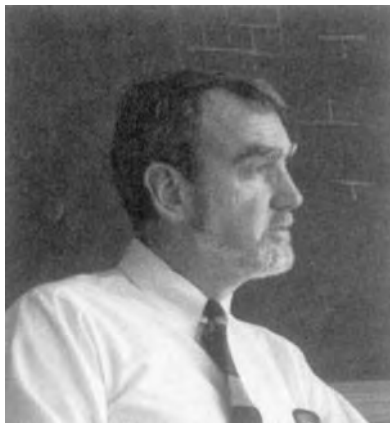
Pilar Bayer

Universitat de Barcelona

El dia 20 de maig, el president de l'Acadèmia Noruega de les Ciències i de les Lletres, Ole M. Sejersted, anunciava que el premi Abel 2018 havia estat concedit a Robert Phelan Langlands «pel seu programa visionari que connecta la teoria de la representació amb la teoria de nombres».

En la seva setzena edició, el comitè de selecció del premi havia estat presidit pel professor John Rognes, del Departament de Matemàtiques de la Universitat d'Oslo; i integrat per les professores Alice Chang Sun-Yung, del Departament de Ciències de la Universitat de Princeton; Irene Fonseca, del Departament de Ciències Matemàtiques del Col·legi Mellon de Ciències, Pittsburgh; Marie-France Vignéras, de l'Institut de Matemàtiques de Jussieu, París; i pel professor Ben J. Green, de l'Institut de Matemàtiques de la Universitat d'Oxford.

Tres dies després s'impartiren les tradicionals Abel lectures. En aquesta ocasió van ser a càrrec del mateix Langlands, que dissertà «On the geometric theory»; de James Arthur, professor de la Universitat de Toronto, que presentà «The Langlands program: arithmetic, geometry and analysis», i d'Edward Frenkel, professor de la Universitat de Berkeley, que oferí la seva visió personal de «Langlands Program and Unification». Es tracta de tres magnífiques exposicions, d'estils diferents, que es poden seguir a www.abelprize.no/artikkel/vis.html?tid=73149.



Robert P. Langlands

Nascut al Canadà l'any 1936, Robert P. Langlands realitzà els seus estudis de matemàtiques als EUA, a la Universitat de British Columbia i a la Universitat de Yale. Es doctorà en aquesta darrera amb una tesi sobre representació de grups de Lie. Ha estat professor de la Universitat de Princeton; de la Universitat Tècnica de l'Orient Mitjà, localitzada a Ankara; de la Universitat de Yale; i de l'Institut d'Estudis Avançats de Princeton (IAS). Actualment és professor emèrit de l'IAS. Entre d'altres distincions, està en possessió del premi Wolf de Matemàtiques 1995-1996 i del premi Shaw de Ciències Matemàtiques 2007, ambdós *ex aequo* amb Andrew Wiles.

Langlands és una de les ments matemàtiques més imaginatives i agosarades del nostre temps. La seva aportació principal a la matemàtica consisteix en un corpus coherent de conjectures que es coneix amb el nom de *programa de Langlands*. En el decurs dels anys, les propostes d'aquest programa han fet possibles molts avenços en teoria de nombres i, de ben segur, continuaran sent una font d'inspiració en la recerca científica de les properes dècades.

De la filosofia al programa de Langlands

La primera vegada que vaig sentir parlar de Langlands va ser a la fi de la dècada de 1970, a la Universitat de Regensburg. Günter Harder, professor de Bonn, hi impartí un col·loqui sobre l'aleshores anomenada *filosofia de Langlands*: una sèrie d'intuïcions matemàtiques que, tot i no tenir definicions ni enunciats precisos, ja presagiava un futur fascinant. A grans trets, en posar en relleu el paper de la simetria en teoria de nombres, s'intuïa la possibilitat d'accedir a dominis inexplorats.

A dia d'avui i després del treball de molta gent, la filosofia de Langlands ha derivat en el programa de Langlands. Tot i que continua mantenint el seu misteri, les seves propostes han guanyat en comprensió i credibilitat. Des d'un vessant geomètric, el programa de Langlands ha aconseguit interessar també la comunitat física (cf. [8]).



Robert P. Langlands rep el premi Abel 2018 de mans del rei Harald de Noruega. Fotografia: Thoms Brun

Els orígens

El pensament de Langlands es nodreix de moltes fonts, que provenen de la teoria de nombres, l'àlgebra (commutativa, no commutativa, homològica), la geometria (algebraica, algebraica aritmètica, diferencial), els grups de Lie i l'anàlisi harmònica.

A la pràctica, això es tradueix en una xarxa de connexions (provades o conjeturals) de resultats matemàtics que són deguts a Euler, Gauss, Dirichlet, Kummer, Kronecker, Riemann, Dedekind, Lie, Klein, Frobenius, Hilbert, E. Noether, Weyl, Hecke, Siegel, Artin, Hasse, Weil, Maass, Eichler, Selberg, Harish-Chandra, Bott, Tate, Serre, Grothendieck, Atiyah, Shimura, Jacquet, Deligne i Witten, entre d'altres.

Escriure un article de divulgació sobre una personalitat matemàtica tan singular té els seus riscos; un de no menor és que fàcilment pot esdevenir d'una longitud excessiva. Ateses les circumstàncies, he decidit fer un apropament a les propostes més significatives de Langlands sense precisar-hi la definició de la terminologia. Qui ho desitgi pot trobar els conceptes més bàsics en els dos volums [3], que contenen les exposicions del curs sobre representacions automorfes del grup lineal $GL(2)$ impartit en el Seminari de Teoria de Nombres de Barcelona 1996–1997.

Representació de grups

La teoria de la representació de grups permet matematitzar diferents tipus de simetries, en considerar totes les maneres en què els elements d'un grup actuen com aplicacions lineals d'un

espai vectorial. Més precisament (i sense que serveixi de precedent), donats un grup topològic G i un espai vectorial V sobre un cos topològic F , una representació de G en el grup lineal $GL(V)$ és un homomorfisme continu

$$\rho : G \longrightarrow GL(V).$$

Si V és un espai vectorial de dimensió finita n , aleshores $GL(V) \simeq GL(n, F)$ i els elements del grup es visualitzen en forma de matrius; denotarem per $\text{Rep}_n(G; F)$ el conjunt de les classes de representacions mòdul conjugació. Val a dir que, en general, cal considerar els casos en què V és un espai de Hilbert de dimensió no necessàriament finita i $\rho(G)$ consta d'operadors unitaris.

La teoria varia segons la natura dels grups i dels cossos que s'hi consideren. Històricament, la teoria de les representacions complexes ($F = \mathbb{C}$) dels grups finits és la primera a aparèixer i és deguda a Frobenius. En ella, però, ja hi podem trobar la majoria dels conceptes bàsics que es consideren en les situacions més generals.

Tota representació complexa d'un grup finit G és suma directa de representacions irreductibles, amb la qual cosa $\text{Rep}(G; \mathbb{C}) = \cup_{n \geq 1} \text{Rep}_n(G; \mathbb{C})$ és una categoria semisimple. A cada representació complexa $\rho : G \longrightarrow GL(n, \mathbb{C})$ d'un grup finit G se li associa un caràcter, obtingut en assignar a cada element de $g \in G$ la traça de la matriu $\rho(g)$:

$$\chi_\rho : G \longrightarrow \mathbb{C}, \quad \chi_\rho(g) := \text{tr}(\rho(g)), \quad g \in G.$$

Els caràcters satisfan les propietats següents:

- (i) $\chi_\rho(1) = n$, $\chi_\rho(g^{-1}) = \overline{\chi_\rho(g)}$.
- (ii) $\chi_\rho(ugu^{-1}) = \chi_\rho(g)$, per a tot $g, u \in G$.
- (iii) $\chi_{\rho_1 \oplus \rho_2} = \chi_{\rho_1} + \chi_{\rho_2}$, $\chi_{\rho_1 \otimes \rho_2} = \chi_{\rho_1} \chi_{\rho_2}$.

I, la més important de totes, classifiquen les representacions:

$$(iv) \quad \rho_1 \simeq \rho_2 \iff \chi_{\rho_1} = \chi_{\rho_2}.$$

Emprarem la notació $[g] = \{ugu^{-1}; u \in G\}$ per denotar la classe de conjugació d'un element de G i $\Phi(G)$, pel conjunt d'aquestes classes de conjugació.

Donats un subgrup H de G i una representació $\rho : G \rightarrow GL(V)$, podem considerar la seva restricció

$$\text{Res}_H^G \rho : H \rightarrow GL(V).$$

I, donada una representació $\rho: H \rightarrow \text{GL}(W)$ d'un subgrup, podem considerar l'operació d'inducció

$$\text{Ind}_H^G \rho: G \rightarrow \text{GL}(V_\rho),$$

on $V_\rho = \mathbb{C}[G] \otimes_{\mathbb{C}[H]} W$. En particular, se satisfà que $\text{Reg}_G = \text{Ind}_1^G \text{Id}$, on Reg_G és la representació regular de G , obtinguda en operar G de manera natural sobre ell mateix. Les operacions de restricció i d'inducció de representacions satisfan la fórmula de reciprocitat de Frobenius:

$$\langle \psi, \text{Res}_H^G \chi \rangle_H = \langle \text{Ind}_H^G \psi, \chi \rangle_G.$$

Aquí $\langle u, v \rangle_G := |G|^{-1} \sum_{g \in G} u(g) \overline{v(g)}$ designa el producte hermític de funcions de classe.

Objectes centrals de l'estudi dels grups finits són les seves taules de caràcters, obtingudes en avaluar els caràcters de les representacions irreductibles en les classes de conjugació del grup. Les taules són quadrades: és a dir, en tot grup finit G , les classes de representacions irreductibles de G són parametrizables pels elements de $\Phi(G)$.

Les dificultats en determinar les representacions d'un grup finit varien molt segons que aquest sigui abelià, simètric, alternat, simple, diedral, nilpotent, resoluble, de tipus Lie, algebraic lineal reductiu, etc. Si prenem, per exemple, $G = \text{GL}(2, \mathbb{F}_q)$, $q = p^f$, el nombre de classes de conjugació de G és igual a $q^2 - 1$. Les seves representacions irreductibles s'agrupen en la sèrie principal, que consta de $\frac{1}{2}(q^2 + q) - 1$ representacions, i les representacions cuspidals, en nombre igual a $\frac{1}{2}(q^2 - q)$.

En el cas no finit, hi ha teories específiques segons que el grup G sigui profinit, localment profinit, compacte, localment compacte, de Lie semisimple, de Lie resoluble, algebraic lineal, no compacte, etc. Menció apart mereixen les representacions galoisianes en què el grup que es representa és el grup de Galois absolut $G_K := \text{Gal}(\overline{K}|K)$ d'un cos K .

En relació amb el cos F , es consideren preferentment cossos algebraicament tancats, com ara el cos \mathbb{C} dels nombres complexos, les clausures algebraiques $\overline{\mathbb{Q}}_p$ dels cossos p -àdics, o bé les clausures algebraiques $\overline{\mathbb{F}}_q$ dels cossos finits. La característica del cos F és també quelcom a tenir en compte.

Les representacions dels grups són així mateix importants en física perquè descriuen

com les simetries d'un sistema físic operen sobre les solucions de les equacions definidores. Des de la perspectiva històrica, és important mencionar que Bargmann estudià les representacions complexes del grup de Lorentz $O(1, 3)$ i del grup lineal $\text{GL}(2, \mathbb{R})$. Provà que certes representacions d'aquest darrer grup, dites *temperades*, es corresponen bijectivament amb les representacions unitàries del grup de Weil $W_{\mathbb{R}}$ en $\text{GL}(2, \mathbb{C})$. Aquí, $W_{\mathbb{R}} := \mathbb{C}^* \cup j\mathbb{C}^*$, $j^2 = -1$, $ji = -ij$, $jzj^{-1} = \bar{z}$, per a $z \in \mathbb{C}$. Les representacions temperades es classifiquen en la sèrie esfèrica principal unitària, la sèrie no esfèrica principal unitària i la sèrie discreta.

La classe dels grups de Lie reductius lineals i connexos conté tots els grups de Lie connexos que són compactes o bé abelians. Conté també les famílies clàssiques de grups de Lie semisimples reals o complexos, com ara $\text{SL}(n, \mathbb{C})$, $\text{SO}(n, \mathbb{C})$, $\text{Sp}(n, \mathbb{C})$, $\text{SL}(n, \mathbb{R})$, $\text{SU}(m, n)$, $\text{Sp}(n, \mathbb{R})$.

A la fi de la dècada de 1970, Langlands suggerí una descripció de les representacions admisibles i irreductibles dels grups de Lie reductius reals G . Avancem que, dividides en els anomenats *paquets* L , les representacions de G es classificarien en termes de certes representacions dels grups de Weil en el grup dual de Langlands ${}^L G$.

Cossos de nombres

Les equacions i els sistemes d'equacions diofàntines estan definits per polinomis de coeficients racionals (en el més pur estil de Diofant d'Alexandria) o bé de coeficients enters. La resolució consisteix en la determinació de les seves solucions racionals o bé de les seves solucions enteres. Per a l'estudi de les equacions diofàntines sovint cal estendre l'abast dels coeficients i permetre-hi nombres algebraics racionals i nombres enters algebraics. Els nombres algebraics racionals es distribueixen en els cossos de nombres; és a dir, en extensions finites de \mathbb{Q} contingudes en \mathbb{C} ; la seva unió proporciona una clausura algebraica $\overline{\mathbb{Q}}$ de \mathbb{Q} . Sabem, per Dedekind, que els cossos de nombres K contenen anells d'enters algebraics, A_K , de propietats similars a les del subanell \mathbb{Z} de \mathbb{Q} . Els anells A_K tenen una teoria de la divisibilitat que es tradueix en la factorització de manera única dels seus ideals (no trivials) en producte d'ideals primers.

Aquesta propietat determina que els cossos de nombres posseïxin funcions zeta, $\zeta(K, s)$, dites de *Dedekind*, expressables en forma de producte d'Euler d'un nombre infinit de termes. El cas més paradigmàtic és el de la funció zeta de Riemann, $\zeta(s)$, que es presenta quan $K = \mathbb{Q}$, i que reflecteix propietats demostrades o conjeturals dels nombres primers.

L'estudi aritmètic dels cossos de nombres s'inicià amb Fermat, Gauss i Kummer. A banda de \mathbb{Q} , els cossos de nombres més senzills de tractar són els cossos quadràtics, $[K : \mathbb{Q}] = 2$. La seva consideració, expressada en un llenguatge diferent, es remunta a les *Disquisicions aritmètiques* de Gauss en tant que conté diverses demostracions de la llei de reciprocitat quadràtica. L'exemple següent és proporcionat pels cossos ciclotòmics, presents també en les *Disquisicions* i àmpliament tractats per Kummer. Segons un famós teorema de Dirichlet, l'estudi de la funció $\zeta(\mathbb{Q}(\zeta_m), s)$ del cos de les arrels m -èsimes de la unitat permet provar l'equidistribució dels primers p coprimers amb m en progressions aritmètiques mòdul m . Recordem dels cursos d'àlgebra que $G(\mathbb{Q}(\zeta_m)|\mathbb{Q}) \simeq (\mathbb{Z}/m\mathbb{Z})^*$.

En el primer terç del segle XX s'assoliren els resultats de la teoria de cossos de classes. Els teoremes d'aquesta teoria proporcionen informació aritmètica de les extensions finites i galoisianes de cossos de nombres, $L|K$, de grup de Galois $G(L|K)$ abelià; en particular, dels cossos de nombres abelians sobre \mathbb{Q} . Eines fonamentals en aquest estudi són, a més de les funcions zeta esmentades, les funcions L de Dirichlet, $L(s, \chi)$, definides per a caràcters de Dirichlet; les funcions L d'Artin, $L(s, \rho)$, associades a representacions galoisianes complexes; les funcions L de Hecke, $L(s, \psi)$, definides per a caràcters de Hecke; i les funcions L p -àdiques de la teoria local.

L'estudi de les funcions L conduí, en particular, a la llei de reciprocitat d'Artin, que generalitza la llei de reciprocitat quadràtica i altres lleis de reciprocitat clàssiques descobertes prèviament. Aquestes lleis de reciprocitat tenen cura del comportament dels ideals dels anells d'enters dels cossos de nombres. La seva formulació es pot sintetitzar en termes d'una igualtat de funcions L : quan $L|K$ és una extensió abeliana de cossos de nombres, tota funció L d'Artin de $L|K$ és una funció L de

Hecke. Una conseqüència molt important de la teoria és que cada cos de nombres galoisià $K|\mathbb{Q}$, de grup de Galois G abelià o no, és una màquina de distribuir nombres primers p de \mathbb{Z} . En efecte, els nombres primers no ramificats en K (que són tots llevat d'un nombre finit) s'equidistribueixen en les diferents classes de conjugació del grup de Galois $G(K|\mathbb{Q})$, d'acord amb el teorema de densitat de Txebotarev. La classe de conjugació en $G(K|\mathbb{Q})$ que correspon a un primer p és l'anomenat *element de Frobenius*, $Frob_K(p)$. Com a conseqüència, en tota representació ρ de $G(K|\mathbb{Q})$, el polinomi característic de $\rho(Frob_K(p))$ estarà definit i d'ell se'n podrà extreure la informació numèrica proporcionada pels seus coeficients.

La presentació de la teoria de cossos de classes pot ser analítica (fent ús d'anàlisi complex, real, p -àdic i adèlic) o cohomològica (en què l'eina principal és donada per la cohomologia galoisiana). La teoria preveu versions locals i versions globals, que en gran part foren clarificades en la tesi de John Tate, premi Abel 2010.

Motius aritmètics

Des del punt de vista de la geometria aritmètica, l'estudi aritmètic dels cossos de nombres correspon a l'estudi aritmètic dels esquemes afins $(Spec(A_K), A_K)$, de fibra genèrica $(Spec(K), K)$. Els motius aritmètics són blocs cohomològics constituents de varietats o esquemes aritmètics i representen els trossos més petits que tenen definides les seves pròpies funcions L . Les varietats i els esquemes aritmètics, definits sobre cossos de nombres o cossos locals, posseïxen així mateix les seves funcions zeta i les seves funcions L , dites *motíviques*. Les més conegudes són les de Hasse-Weil, que parteixen de representacions galoisianes proporcionades pels grups de cohomologia ℓ -àdica.

La natura de les equacions definidores de les varietats aritmètiques ens porta a considerar famílies d'aquests objectes com a espais rígids (com ho són els enters \mathbb{Z} dins de la recta real \mathbb{R}). En deformat-les, tot considerant-les definides per coeficients reals o complexos, es perd el caràcter aritmètic i s'obtenen famílies de varietats algebraiques.

Problemes clàssics de teoria de nombres varen propiciar a partir del segle XIX l'estudi de

funcions especials, com ara les funcions theta, les funcions modulars i les formes modulars o, més generalment, les funcions automorfes i les formes automorfes. Es tracta de seccions de fibrats de varietats (possiblement singulars) de la forma $X = \Gamma \backslash \mathcal{H}$ definides a partir de subgrups aritmètics Γ de grups de Lie reals G que operen en espais \mathcal{H} localment simètrics. Aquestes varietats reben el nom de *varietats de Shimura, de Hilbert, de Siegel, etc.* A banda del laplacà, sol actuar-hi l'àlgebra dels operadors de Hecke. Les simetries comporten en darrera instància l'existència de models definits sobre cossos de nombres, l'existència de models enters de fibres en principi controlables, i la de funcions L amb bones propietats analítiques (provades o conjecturals). Avaluades en punts especials, les funcions que parametritzen la varietat, convenientment normalitzades amb constants transcendents, proporcionen nombres algebraics que intervenen en la resolució de molts problemes diofantins. Per exemple, en aprofundir en aquest context trobaríem la teoria de la multiplicació complexa.

L'exemple més senzill el proporciona la circumferència: pensada com a quocient $2\pi\mathbb{Z} \backslash \mathbb{R}$, la periodicitat i les propietats de les funcions trigonomètriques sinus i cosinus permeten deduir l'equació $X^2 + Y^2 = 1$, i la funció exponencial avaluada en els punts de divisió proporciona les arrels de la unitat.

En les varietats aritmètiques definides a partir de grups aritmètics conflueixen la geometria i l'anàlisi per donar una teoria de funcions susceptible de fer-se efectiva. Els cossos de funcions passen a visualitzar-se com a cossos de funcions automorfes; és a dir, periòdiques per l'acció de Γ . I no només les funcions tenen periodicitats sinó, també, les formes diferencials de tots els ordres, que proporcionen les anomenades *formes automorfes* respecte de Γ . Aquestes donen lloc a les representacions automorfes π de grups de Lie i a les funcions $L(s, \pi)$ associades.

Reciprocitat de Langlands

La formulació de lleis de reciprocitat general forma part del problema 9è de Hilbert. L'extensió de la teoria de cossos de classes a extensions no abelianes és en part encara conjectural. Segons Langlands, el que cal fer en aquest

cas és relacionar representacions de grups de Galois amb representacions automorfes de grups algebraics reductius, tot preservant-ne les compatibilitats naturals. El fet es coneix com a *lleis de reciprocitat de Langlands*. D'acord amb Langlands, les representacions automorfes d'un grup algebraic reductiu G definit sobre un cos global haurien d'estar relacionades, a través de funcions L , amb representacions de Galois valorades en un grup ${}^L G$, que rep avui el nom de L -grup o *dual de Langlands* de G .

Signin K un cos de nombres i \mathbb{A}_K l'anell de les seves adeles (que s'obté en considerar tots els cossos completats de K i els seus anells locals d'enters). En particular, segons Langlands, certes representacions automorfes

$$\pi: \mathrm{GL}(n, \mathbb{A}_K) \rightarrow \mathrm{GL}(\mathcal{A})$$

estan en correspondència bijectiva amb certes representacions del grup de Weil

$$\sigma: W_K \rightarrow {}^L \mathrm{GL}_{n,K} = \mathrm{GL}(n, \mathbb{C}).$$

El grup W_K és una extensió central del grup de Galois absolut G_K . Entre les representacions anteriors hi trobem les representacions que factoritzen en representacions galoisianes $\rho: G_K \rightarrow {}^L \mathrm{GL}_{n,K} = \mathrm{GL}(n, \mathbb{C})$. El grup ${}^L G$, dual de Langlands de G , és una extensió del grup de Galois absolut de K per un grup de Lie complex:

$${}^L G = {}^L G^0 \rtimes G(\overline{K}|K).$$

Les representacions automorfes provenen de l'anàlisi harmònica; les representacions galoisianes, de l'aritmètica. En certa manera, la llei de reciprocitat de Langlands preveu que determinades taules tornin a ser quadrades.

Les representacions anteriors proporcionen funcions L i l'estudi de les lleis de reciprocitat té motivacions profundes. Cal distingir entre les funcions L motíviques: $L(s, \rho)$, $L(s, \sigma)$, i les funcions L automorfes $L(s, \pi)$. En general, les primeres satisfan les propietats següents:

1. Estan definides per productes d'Euler que convergeixen en semiplans $\Re(s) \gg 0$.
2. A través dels valors que prenen en els seus punts crítics, on el producte d'Euler sol no estar definit, proporcionen informació aritmètica.

En relació amb les funcions L automorfes, fem notar que

1. Estan definides en \mathbb{C} .
2. Haurien de proporcionar prolongacions analítiques de les funcions L aritmètiques, i fer possible així la seva avaluació en els punts crítics.

Donat un cos de nombres K , considerem el conjunt $\Pi(K)$ de les representacions

$$\pi: \mathrm{GL}(n, \mathbb{A}_K) \rightarrow \mathrm{GL}(\mathcal{A})$$

automorfes i cuspidals. Conjecturalment, es té que

- 1? Existeix un grup $\mathbf{G}_{\Pi(K)}$, algebraic i reductiu sobre \mathbb{C} , tal que les classes d'equivalència de les representacions

$$\sigma: \mathbf{G}_{\Pi(K)} \longrightarrow \mathrm{GL}(n, \mathbb{C})$$

estan en correspondència bijectiva amb les classes dels elements isobàrics de $\Pi(K)$.

- 2? Existeix un morfisme $W_K \longrightarrow \mathbf{G}_{\Pi(K)}(\mathbb{C})$ amb imatge Zariski-densa.
- 3? El teorema de densitat de Txebotarev es generaliza en una llei de distribució de les classes de conjugació $[\sigma(\mathrm{Frob}_v)]$ dels elements de Frobenius en $\mathrm{GL}(n, \mathbb{C})$.

La teoria de cossos de classes correspon al cas $G = {}^L G = \mathrm{GL}(1)$. L'estudi de les formes modulars clàssiques s'inclou en el de $G = {}^L G = \mathrm{GL}(2)$. El grup $\mathrm{GL}(2)$ és l'exemple més senzill d'un grup reductiu no abelià.

Per procedir en el cas general, Langlands va veure la necessitat d'una fórmula estable de traces, que fou provada per Arthur. Juntament amb la prova per part de Ngô de l'anomenat *lema fonamental*, conjecturat per Langlands, aquests resultats han conduït a la classificació endoscòpica de les representacions automorfes dels grups de Lie clàssics en termes de les dels grups lineals generals. En aquest context es té que

G	${}^L G^0$
$\mathrm{SL}(n)$	$\mathrm{PGL}(n, \mathbb{C})$
$\mathrm{PGL}(n)$	$\mathrm{SL}(n, \mathbb{C})$
$\mathrm{Sp}(2n)$	$\mathrm{SO}(2n + 1, \mathbb{C})$
$\mathrm{SO}(2n + 1)$	$\mathrm{Sp}(2n, \mathbb{C})$

Funcitorialitat de Langlands

La llei de reciprocitat de Langlands és un cas particular d'un principi més general conegut com a *funcitorialitat de Langlands*, que tradueix certs homomorfismes entre L -grups ${}^L G$ i ${}^L G'$ en termes de relacions entre representacions automorfes de G i de G' , compatibles amb la formació de funcions L .

En els anys 1970, Jacquet i Langlands van poder establir un primer cas de funcitorialitat per al grup lineal $\mathrm{GL}(2)$ definit sobre un cos de nombres i les seves formes internes torçades. Per a tal fi, utilitzaren la fórmula de les traces de Selberg i el treball de Langlands sobre el canvi base de $\mathrm{GL}(2)$. Langlands va provar altres casos de funcitorialitat, que jugaren un paper estratègic en la prova de Wiles del teorema de Fermat. En particular, el teorema de Langlands garanteix la prolongació analítica de les funcions L d'Artin per als cossos de nombres de grup de Galois tetraèdric.

La funcitorialitat unifica dràsticament una sèrie de resultats importants que inclouen la modularitat de les corbes el·líptiques definides sobre \mathbb{Q} (Shimura-Taniyama-Weil) i la prova de la conjectura de Sato-Tate. També proporciona un suport a moltes altres conjectures pendents, com ara les conjectures de Ramanujan-Peterson, la de Selberg, i la de Hasse-Weil per a funcions zeta globals. L'estudi de la funcitorialitat dels grups algebraics reductius definits sobre cossos de nombres ha conegut un progrés considerable gràcies als treballs de molts experts, inclosos els de Drinfeld, Lafforgue i Ngô, tots tres medalles Fields. La teoria també ha evolucionat cap a contextos diferents, com les conjectures de Langlands sobre cossos locals, sobre cossos de funcions, i l'anomenat *programa de Langlands geomètric*.

Coda: Langlands per a melòmans

Des del punt de vista de l'anàlisi harmònica, i per analogia amb l'anàlisi de Fourier aplicat a l'estudi del so, podem interpretar les formes automorfes respecte d'un grup aritmètic Γ com vibracions d'una varietat $X = \Gamma \backslash \mathcal{H}$. Aquestes vibracions s'expressaran com a combinació lineal de vibracions elementals amb coeficients determinats per l'amplitud dels seus harmònics. Interessaran especialment les vibracions ben temperades, donades pels vectors propis del

laplaciana i dels operadors de Hecke que actuen com a simetries de X .

Des del punt de vista de la teoria de nombres, podem pensar que els motius aritmètics juguen en geometria aritmètica un paper anàleg al dels motius en la composició musical. Fem notar que fou precisament en el context musical on s'inspirà Grothendieck per donar nom a aquests objectes matemàtics (cf. [26]). I podem interpretar els coeficients de les sèries L motiviques com l'ADN d'aquests motius.

En raonar d'acord amb aquestes analogies, la filosofia de Langlands permet sospitar que l'ADN dels motius que provenen de varietats X altament simètriques hauria de quedar determinat per les vibracions ben temperades d'aquestes varietats. Òbviament, això no és d'esperar de qualsevol motiu aritmètic; només d'aquells suficientment simètrics.

Preguntes similars traduïdes a objectes del món real serien:

1. Es pot, a partir de l'anàlisi harmònica de la veu d'una cantant, determinar el seu ADN?
2. Es pot, a partir de l'ADN d'una cantant, determinar el timbre, és a dir, els harmònics de la seva veu?

Matemàticament, la primera pregunta tindria una resposta en la línia de les congruències d'Eichler-Shimura i la segona, en la de Shimura-Taniyama-Weil, totes dues integrables en el programa de Langlands.

Com que, a la llarga, des de les partícules elementals fins als forats negres tot acaba vibrant, no és estrany que a dia d'avui es cerqui l'aplicació del pensament de Langlands a l'estudi de la teoria de cordes, en tant que aquestes són vibracions de les partícules elementals. Des d'un punt de vista físic, podem dir que Langlands permet reformular la pregunta de si «el món és matemàtic» en la de si «el món és aritmètic».

Referències

- [1] Bargmann, V., «Irreducible unitary representations of the Lorentz group». *Ann. of Math.* (2) 48 (1947), 568–640.
- [2] Bargmann, V., «On unitary ray representations of continuous groups». *Ann. of Math.* (2) 59 (1954), 1–46.
- [3] Bayer, P.; Travesa, A. (eds.), «Representations automorfes de $GL(2)$ ». Volums I, xiii+213 p., i II, xiii+224 p. Notes del Seminari de Teoria de Nombres (UB-UAB-UPC), 2. Barcelona, 1997. ISBN: 84-923250-2-X.
- [4] Breuil, C.; Conrad, B.; Diamond, F.; i Taylor, R., «On the Modularity of Elliptic Curves Over \mathbb{Q} : Wild 3-Adic Exercises». *J. Amer. Math. Soc.* 14 (2001), 843–939.
- [5] Gauss, C.F.: *Disquisitiones arithmetiques*. Traducció i pròleg de Griselda Pascual Xufré, 1996. xxviii+654 p. Societat Catalana de Matemàtiques. ISBN 84-7283-313-5. Primera edició: *Disquisitiones arithmeticae*. Lipsiæ, Fleischer, 1801.
- [6] Harder, G.; Langlands, R.P.; Rapoport, M., «Algebraische Zyklen auf Hilbert-Blumenthal-Flächen». *J. Reine Angew. Math.* 366 (1986), 53–120.
- [7] Jacquet, H.; Langlands, R.P., «Automorphic forms on $GL(2)$ ». *Lecture Notes in Mathematics*, Vol. 114, vii+548 p. Springer-Verlag, Berlin-New York, 1970.
- [8] Kapustin, A.; Witten, E., «Electric-magnetic duality and the geometric Langlands program». *Commun. Number Theory Phys.* 1 (2007), núm. 1, 1–236.
- [9] Labesse, J.-P.; Langlands, R.P., «L-indistinguishability for $SL(2)$ ». *Canad. J. Math.* 31 (1979), núm. 4, 726–785.
- [10] Langlands, R.P., «The Dirac monopole and induced representations». *Pacific J. Math.* 126 (1987), núm. 1, 145–151.
- [11] Langlands, R.P., «Problems in the theory of automorphic forms. *Lectures in modern analysis and applications*, III», p. 18–61. *Lecture Notes in Math.*, Vol. 170, Springer, Berlin, 1970.
- [12] Langlands, R.P., «Shimura varieties and the Selberg trace formula». *Canad. J. Math.* 29 (1977), núm. 6, 1292–1299.
- [13] Langlands, R.P., «Sur la mauvaise réduction d'une variété de Shimura». *Journées de Géométrie Algébrique de*

- Rennes. (Rennes, 1978), Vol. III, p. 125–154, *Astérisque*, 65, Soc. Math. France, Paris, 1979.
- [14] Langlands, R. P., «On the zeta functions of some simple Shimura varieties». *Canad. J. Math.* 31 (1979), núm. 6, 1121–1216.
- [15] Langlands, R. P., *Automorphic representations, Shimura varieties, and motives. Ein Märchen*. Automorphic forms, representations and L-functions (Proc. Sympos. Pure Math., Oregon State Univ., Corvallis, Ore., 1977), Part 2, p. 205–246, Proc. Sympos. Pure Math., XXXIII, Amer. Math. Soc., Providence, R.I., 1979.
- [16] Langlands, R. P., *L-functions and automorphic representations. Proceedings of the International Congress of Mathematicians* (Helsinki, 1978), p. 165–175, Acad. Sci. Fennica, Helsinki, 1980.
- [17] Langlands, R. P., *Base change for $GL(2)$* . Annals of Mathematics Studies, 96. Princeton University Press, Princeton, N.J.; University of Tokyo Press, Tokyo, 1980. vii+237 p. ISBN: 0-691-08263-4; 0-691-08272-3.
- [18] Langlands, R. P., «Orbital integrals on forms of $SL(3)$. I». *Amer. J. Math.* 105 (1983), núm. 2, 465–506.
- [19] Langlands, R. P., *Les débuts d'une formule des traces stable*. Publications Mathématiques de l'Université Paris VII, 13. Université de Paris VII, U.E.R. de Mathématiques, Paris, 1983. v+188 p.
- [20] Langlands, R. P., *Mathematical heritage of Hermann Weyl* (Durham, NC, 1987), 25–33, Proc. Sympos. Pure Math., 48, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1988.
- [21] Langlands, R. P., «Representation theory: its rise and its role in number theory». Proceedings of the Gibbs Symposium (New Haven, CT, 1989), 181–210, *Amer. Math. Soc.*, Providence, RI, 1990.
- [22] Langlands, R. P., «Reflexions on receiving the Shaw Prize». *On certain L-functions*, 297–308, *Clay Math. Proc.*, 13, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2011.
- [23] Langlands, R. P., A prologue to “Functoriality and reciprocity” Part I. *Pacific J. Math.* 260 (2012), núm. 2, 582–663.
- [24] Langlands, R. P.; Rapoport, M., «Shimuravarietäten und Gerben». *J. Reine Angew. Math.* 378 (1987), 113–220.
- [25] Langlands, R. P.; Shelstad, D., «Orbital integrals on forms of $SL(3)$. II». *Canad. J. Math.* 41 (1989), núm. 3, 480–507.
- [26] Mazur, B., «What is... a motive?». *Notices Amer. Math. Soc.* 51 (2004), núm. 10, 1214–1216.
- [27] Serre, J-P., «Sur les représentations modulaires de degré 2 de $Gal(\overline{\mathbb{Q}}/\mathbb{Q})$ ». *Duke Math. J.* 54 (1987), núm. 1, 179–230.
- [28] Taylor, R.; Wiles, A., «Ring-theoretic properties of certain Hecke algebras». *Ann. of Math.* (2) 141 (1995), núm. 3, 553–572.
- [29] Wiles, A., «Modular elliptic curves and Fermat's last theorem». *Ann. of Math.* (2) 141 (1995), núm. 3, 443–551.

Sobre el Cangur 2018

Dani Bosch/Toni Gomà
Comissió Cangur de la SCM

Dades globals

Hem celebrat el 23è Cangur de la SCM. Aquest concurs va començar l'any 1995 amb 1.313 alumnes de BUP. L'any 2004 va arribar als deu mil participants d'ESO i batxillerat i el 2012 als vint mil. Des del 2016 es convoca per a alumnes de 5è i 6è de primària i tota la secundària, i enguany ha tingut un total de 113.247 participants (augment d'un 10,7% respecte del 2017), de 1.097 centres que són de 314 poblacions de 42 comarques (41 de Catalunya i una de la Franja).

Si hi afegim els xics i les xiques, els al·lots i les al·lotes que han participat en les dues convocatòries germanes del Cangur, al País Valencià i a Balears, que també es fan amb l'impuls de la SCM, resulta que van participar en el Cangur en català un total de 134.898 estudiants.

La participació a Catalunya ha tingut el repartiment geogràfic que mostrem en la taula següent, comparada amb les dades de població escolar en la franja a què s'adreça el Cangur. Podeu veure que no hi ha diferències essencialment significatives.

	població escolar		participació Cangur	
Catalunya	566.859		113.247	
Barcelona ciutat	106.241	18,7%	23.125	20,4%
Resta Prov. Barcelona	311.498	55,0%	60.364	53,3%
Prov. Girona	57.616	10,2%	12.826	11,3%
Prov. Lleida	29.882	5,3%	4.958	4,4%
Prov. Tarragona	61.622	10,9%	11.974	10,6%

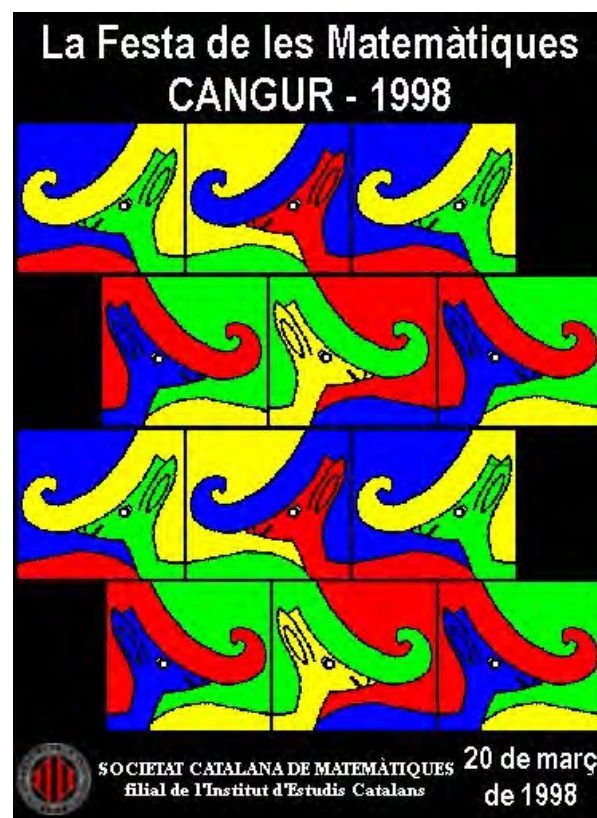
La idea clau de l'associació internacional Le Kangourou sans Frontières és convocar anualment un joc-concurs a molts països del món amb la participació del màxim nombre possible d'estudiants, sense intenció de comparació entre països.

A casa nostra, des de la primera edició, hem intentat que el Cangur esdevingués una festa de les matemàtiques.

És clar que l'aspecte de concurs també pren molta importància. A Catalunya tenim previst donar 15 premis per nivell. En serien 120, però pels empats en les puntuacions aquest

any han estat 136. Seguint amb la «geografia del Cangur» ens omple de satisfacció poder dir que s'han repartit entre 108 centres! de 60 poblacions, de 25 comarques.

La comissió voldria donar una quantitat molt més gran de premis. Per això s'atorga una menció a l'1% d'alumnes amb millors puntuacions, empats inclosos. Han estat 1.192 mencions, repartides entre 509 centres, de 187 poblacions de 37 comarques. Joiosa diversitat!



Creiem que aquestes dades es comenten soles. Això i el fet que el Cangur s'hagi desenvolupat amb èxit ens fa dir: Gràcies! Com sempre, al professorat que impulsa i organitza la participació, i de manera especial als CRP del Departament d'Ensenyament, que recullen els fulls de respostes amb una eficiència encomiable. Una darrera dada: 75 CRP han recollit fulls de respostes i en 72 d'aquests CRP hi ha centres amb alumnes del millor 1%.



Enunciats i organització de la prova

Ja ens hem referit a les dues visions del Cangur. (1) Proposta que persegueix una gran participació, cosa que actualment per als menuts, que fan el Cangur en el propi centre potser pot anar esdevenint una activitat de classe. (2) El Cangur com a concurs, amb problemes «difícils» que posin a prova l'enginy. Sigui com sigui, reptes que motivin a «fer matemàtiques» d'una manera diferent de la dels exercicis de classe. En la comissió pensem que fer prevaldre una opció per davant d'una altra ha de dependre del nivell escolar a qui es dirigeix la prova; tenim en compte que el Cangur-primària i en el que anomenem el *Cangur123* es desenvolupen en cada centre i que, en canvi, per al Cangur de 4t i batxillerat la SCM impulsa la celebració en seus Cangur, moltes de les quals en aules universitàries, on es reuneixen alumnes de diversos centres.

En la reunió internacional de Le Kangourou sans Frontières en què se seleccionen els enunciats per a la prova a partir d'una àmplia col·lecció d'enunciats proposats per les diferents nacions, hi ha sis grups de treball, per nivells, que proposen sis proves diferents. En moltes contrades (aquesta seria la «idea oficial») es planteja exactament la mateixa prova per a dos nivells escolars. Tanmateix, des de fa anys (podríem dir que «des de sempre», exactament des del segon Cangur) a Catalunya ens sembla més adequat fer una prova diferenciada per cada nivell i, per això, la comissió fa adaptacions de les propostes. Vegeu en la taula següent les idees principals en aquest tema.

grup de treball	proposta		adaptació 2018 Cangur SCM
	Le Kangourou		
Student	17-18 anys	2n batx (18 anys)	
Junior	15-16 anys	1r batx (17 anys)	4t d'ESO
Cadet	13-14 anys	3r d'ESO (15 anys)	2n d'ESO
Benjamin	11-12 anys	1r d'ESO (13 anys)	
Écolier	9-10 anys	6è d'EP (12 anys)	
Pre-écolier	7-8 anys		5è d'EP

Perquè en pugueu fer una millor interpretació, més avall comentarem amb detall les puntuacions que s'obtenen, i, en particular, el fet que les de la prova Junior proposada a primer de batxillerat són molt baixes. Vist això, fem ara una pregunta (potser retòrica): creieu que seria raonable proposar-la a 3r d'ESO com fan en algunes nacions? I també contestarem una possible consulta que aleshores ens podríeu fer: a les nacions que ho fan, com són els resultats? Tot i que les estadístiques no es coneixen gaire, una paraula defineix les que hem vist: dramàtiques. Potser en aquests casos tendeixen a enfocar el Cangur «per a alumnes avançats» en comptes de la idea clau que hem comentat més amunt.

Per a 4t i 2n d'ESO i per a 5è d'EP, la comissió Cangur elabora unes proves que incorporen problemes suplents i, alhora, se'n repeteixen alguns (no tota la prova) en diferents nivells; això ja succeeix en les propostes que es reben de la reunió internacional, sovint amb puntuacions diferents, però també de vegades amb la mateixa puntuació en els dos nivells... i amb algunes sorpreses.

Enunciat 1

Hi ha tres caixes numerades 1, 2 i 3 en una d'elles hi ha un regal. Per endevinar en quina caixa hi ha el regal, ens donen tres pistes, de les quals només una és certa. A la caixa 1 hi diu «El regal és aquí». A la caixa 2 hi diu «El regal no és aquí». A la caixa 3 hi diu « $2 + 3 = 2 \times 3$ ». En quina caixa trobarem el regal?

- A) A la caixa 1.
- B) A la caixa 2.
- C) A la caixa 3.
- D) No podem deduir en quina caixa hi ha el regal.
- E) Només podem deduir que el regal no és a la caixa 3.

L'enunciat anterior respon al costum de posar alguns problemes de lògica, tema que no es treballa gaire a les classes però ja sabem que el Cangur no pretén tenir un enfocament curricular sinó que vol obrir el ventall tant en la tipologia dels problemes com en les estratègies per resoldre'ls. Es va proposar, enguany, en diferents nivells.

	encert	error	en blanc
6è (prob. 7)	14,0%	74,9%	11,1%
2n (prob.7)	10,7%	81,5%	7,8%
3r (prob. 14)	11,7%	79,0%	9,3%
4t (prob. 6)	13,6%	79,5%	6,9%

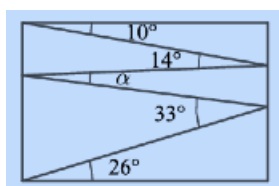
Nota: a 1r d'ESO se'n va introduir una variant, que també va tenir un grau elevat de desencert.

Podeu veure que el resultat no va ser gens reeixit, en aquest cas, i que tenim la sorpresa que la mainada de sisè ho va fer millor que els més grans.

Podria ser perquè era l'últim problema i hi van parar més atenció? Ara bé, en el camp de les sorpreses pel que fa als problemes repetits, veurem aquest:

Enunciat 2

La Núria dibuixa una línia trencada dins d'un rectangle, que determina angles de 10° , 14° , 33° i 26° , tal com indica l'esquema de la figura. Quant mesura l'angle α ?



- A) 11° B) 12° C) 14° D) 7 E) 9°

	encert	error	en blanc
2n (prob. 24)	43,5%	39,1%	17,4%
3r (prob. 15)	14,8%	69,3%	15,9%

Ens preguntem com pot ser que passés això i no hi trobem resposta. Algú ens ha dit que hi pot influir el (poc) tractament curricular de la geometria a 3r d'ESO... però de fet només cal aplicar que els angles d'un triangle sumen 180° . Ai! Ai! Ai!

Enunciat 3

Quin és el valor de $\frac{2018 + 2018}{2018 + 2018 + 2018}$?

- A) $\frac{1}{2018}$ B) $\frac{2}{3}$ C) 0 D) -2018 E) $\frac{1}{2}$

	encert	error	en blanc
3r (prob. 3)	48,4%	42,3%	9,3%
4t (prob. 3)	51,1%	39,5%	9,4%

Vist el percentatge d'errades també ens fa pensar: Ai les fraccions! Tant que es treballen... es deu fer malament?, sense procurar que l'alumnat, sobretot, pensi? La moda de les errades? La resposta A, «és cla», amb molta diferència!

Anàlisi de puntuacions

Aspirem a assolir una certa gradualitat en el procés participatiu «i d'animació» en el Cangur. Ho aconseguim? Mirem les dades.

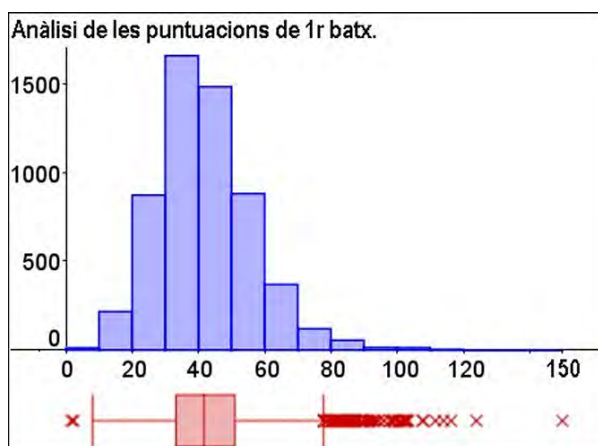
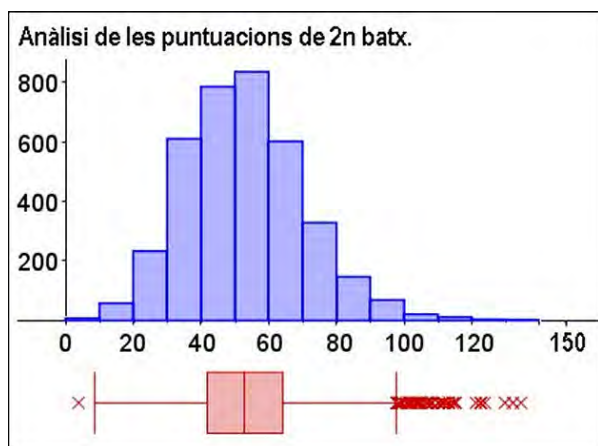
	participants	es puntuatsobre	percentil del 6%	quartil superior	mediana	mitjana
5è EP	14.667	100	77,5	60	46,75	47,8
6è EP	14.587	100	75	60	48,75	49,36
1r ESO	23.718	150	88,25	69,75	56,5	57,86
2n ESO	21.554	143,25	78,75	62	50,75	51,87
3r ESO	18.847	150	74,5	59	48,25	49,14
4t ESO	10.121	150	74,75	56,25	43,75	45,89
1r batx	5.912	150	64,75	50	40,5	41,81
2n batx	3.868	150	80,75	63,5	51,5	52,72

Nota: a 5è i 6è es posen 20 preguntes i als altres nivells, 30; per això hi ha diferència de puntuació. A 2n d'ESO es va haver d'anul·lar una pregunta.

La valoració de la participació s'ha de fer atenent al que ja s'ha comentat sobre els diferents criteris organitzatius per a primària i per al Cangur 123 (en què el Cangur esdevé cada vegada més, una activitat «de classe») o per al Cangur dels grans. Naturalment, això influeix en les puntuacions globals però, tanmateix, amb una ullada a la taula anterior ens sorprèn de seguida la comparació entre alguns resultats.

Comencem, doncs, amb una anàlisi dels dos nivells de batxillerat.

D'entrada es veu una diferència substancial: excel·lent mitjana a segon de batxillerat (només superada a la secundària per la de 1r d'ESO), i, en canvi, puntuacions de primer de batxillerat molt i molt baixes. El fet que els resultats a 1r de batxillerat siguin pitjors que a 2n de batxillerat ja ha passat altres anys; no tan exageradament com enguany, però ho hem vist repetidament. Tenim la sensació que el grup de treball Junior en la reunió internacional (els representants de les nacions acostumen a «especialitzar-se» en un nivell) tendeix més a un concurs elitista que a un joc concurs d'ampli abast. Sabem que tots els grups de les reunions internacionals estan fent una tasca «d'actualització» de l'enfocament que cal donar als problemes; potser els del nivell Junior no ho van tenir ben present per al Cangur 2018 i en canvi els del nivell Student, sí. Per altra banda, com podeu veure per les xifres de participació, hi ha una «autoselecció» en el pas de 1r a 2n de batxillerat. Creiem que tot això ajuda a fer que els resultats de 2n de batxillerat siguin millors que els de 1r de batxillerat. Però, per què a 1r de batxillerat «tan malament»?



Abans de comentar-ho volem destacar, fins i tot «destacar de manera molt rotunda», el fet que, per primera vegada en aquest nivell, un participant (Albert López Bruch, Aula Escola Europea) ha assolit l'encert total. Enhorabona! Enguany també ha succeït a 5è, a 6è i a 2n d'ESO i, a més, altres anys ja s'havia aconseguit a 2n de batxillerat i també a 3r i 4t d'ESO. Presentem alguns enunciats de 1r de batxillerat; el primer un altre problema de fraccions, també ben poc reeixit.

Enunciat 4

Quin és el valor de $\frac{20}{17} - \frac{20}{18} - \frac{2020}{1717} + \frac{2020}{18187}$?

- A) 1 B) 0 C) 2018 D) 20 E) 101

	encert	error	en blanc
1r batx (prob.1)	38,4%	27,0%	34,6%
2n batx (prob. 2)	34,7%	23,7%	41,6%

Si mirem la quantitat de respostes en blanc i errades, se'ns acut dir que «així comencem malament».

Enunciat 5

Quants nombres de tres xifres hi ha amb la propietat que, si eliminem la xifra del mig, el nombre de dues xifres obtingut és la novena part del nombre original?

- A) 2 B) 1 C) 4 D) 5 E) 3

	encert	error	en blanc
1r batx (prob.17)	5,5%	41,0%	53,5%

Com que es poden substituir cinc enunciats en cada proposta per enunciats suplents, l'anterior el va escollir la comissió catalana per intentar «suavitzar» la prova Junior. A fe de Déu que no vam encertat-ho!

Acabem amb un enunciat que va costar molt de redactar acuradament. Ja el vàiem complicat, però aquest no el vam canviar...

Enunciat 6

Els punts A_0, A_1, A_2, \dots estan disposats sobre una recta de manera que la longitud del segment A_0A_1 és 1 i el punt A_n és el punt mitjà del segment $A_{n+1}A_{n+2}$ per a tots els enters no negatius n . Quina és la longitud del segment A_0A_{11} ?

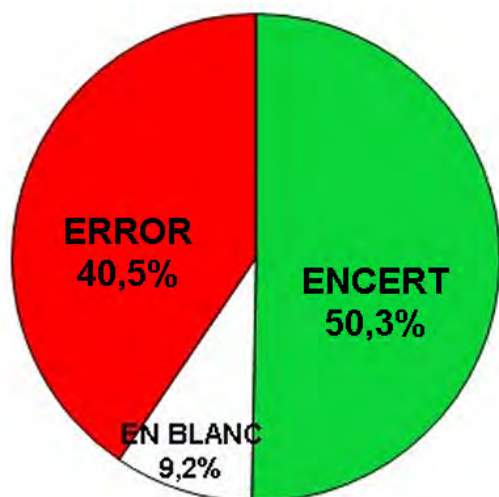
- A) 512 B) 587 C) 171 D) 341 E) 683

...i potser és el rècord històric de menys encert.

	encert	error	en blanc
1r batx (prob. 23)	2,0%	26,7%	71,2%

Ja veieu que la tasca de selecció d'enunciats és laboriosa, tot i que és posterior al treball de preparació de la reunió i les jornades de treball del míting internacional.

Pensem ara en els menuts. Per a ells, el Cangur ja va néixer, a casa nostra, orientat com una activitat de classe. L'aspecte de concurs i premis també hi és. A la comissió Cangur hem rebut comentaris (potser fins i tot en podríem dir «crítiques») pel fet que hi ha massa encert. A sisè hi va haver 21 encertants de totes les respostes i la valoració conjunta va ser així:



Preguntem: en una activitat que volem engrescadora i col·lectiva, «és massa» que aproximadament un de cada set-cents alumnes respongui amb encert totes les preguntes? O potser és adequat que ho fem així?

Ja hem comentat que en el problema de lògica, de les portes (enunciat 1), la resposta

de l'alumnat de sisè va ser millor que la dels participants d'ESO. És bo de tenir-ho en compte. Vegem ara un enunciat que va sorprendre pel grau d'encert.

Enunciat 7

Tenim quatre boles que pesen 10 g, 20 g, 30 g i 40 g. Hem fet dues pesades, amb les quatre boles i una amb tres. Quina bola és la 30 g?



- A) La A B) La B C) La C
D) La D E) pot ser la A o la B.

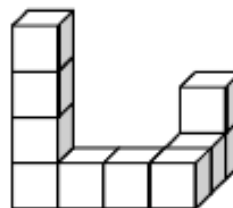
	encert	error	en blanc
6è (prob. 16)	54,5%	39,0%	6,5%

Acabarem amb una altra idea que va en la línia que ajuda a «no pensar» que la prova de sisè era excessivament fàcil.

Excepcionalment, vam posar un problema «repetit» a sisè i a segon de batxillerat.

Enunciat 7

En Toni enganxa deu cubs per a construir l'estructura que es veu a la figura. Després en pinta tot l'exterior, fins i tot la part de sota. Quants cubs tenen pintades exactament 4 cares?



- A) 6 B) 7 C) 8 D) 9 E) 10

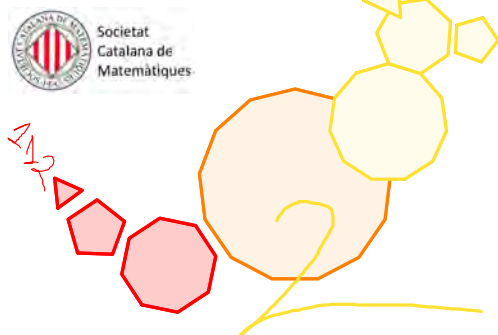
Els resultats, naturalment, ben diferents.

	encert	error	en blanc
6è (prob. 15)	28,3%	63,1%	8,6%
2n batx (prob. 5)	63,0%	33,6%	3,4%

Ja hem posat en marxa el Cangur 2019

En el marc del Cangur es convoquen dos concursos interdisciplinaris per a alumnes dels darrers cursos de la secundària.

Cangur 2019



- Anualment, el Concurs de Relats de contingut relacionat amb el món de les matemàtiques, que han de ser redactats, segons les bases, en la llengua de les terres on

la gent diu «Bon dia!»; en aquest número de la *SCM/Notícies* teniu publicat el relat guanyador.

- Cada tres anys, el Concurs de Cartells Cangur. La guanyadora ha estat Ariadna Garcia Pelegrin, alumna de 2n de batxillerat de l'Institut Jaume Vicens Vives, de Girona, amb el disseny que teniu tot seguit.

Jugant amb els dos concursos, proposem a les persones que llegiu aquest article que busqueu un «relat numèric» en el cartell guanyador.

I acabem dient que veure el nou cartell ens anima a treballar. Ja estem redactant enunciats per a enviar a Vïlnius (Lituània), on el proper mes d'octubre es durà a terme la reunió internacional per al Cangur 2019, amb Catalunya com una de les nacions participants. I el dia 21 de març de 2019 se celebrarà el 24è Cangur de la SCM.

Converses a dues bandes

Joan Elias i Enric Fossas

Albert Avinyó

Editor de la *SCM/Notícies*

En l'editorial del número 39 de la d'aquesta revista (juliol 2016) es feia esment d'un article aparegut en un diari d'ampli abast on es tractava el tema de l'increment de matemàtics en llocs de rellevància dins de la gestió d'empreses multinacionals i de grans organismes públics. Per exemple, es donava la dada que en aquells moments, l'estiu del 2016, nou dels cinquanta rectors d'universitats públiques espanyoles eren matemàtics. Pocs mesos després, el desembre del 2017, es va donar un fet curiós, de les tres universitats catalanes més grans, dues estaven dirigides per matemàtics: Enric Fossas a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i Joan Elias a la Universitat de Barcelona (UB).

Aprofitant aquest fet, els vaig demanar a tots dos si podíem quedar un dia i mantenir una

conversa centrada en la seva experiència en la gestió universitària. Els dos van acceptar la meua proposta. El que podeu llegir a continuació és un resum escrit i ampli d'aquesta conversa.

Joan: Hola, Enric.

Enric: Hola, Joan.

J: Enric, potser podem començar pels nostres orígens matemàtics gairebé comuns. Jo vaig iniciar la llicenciatura de Matemàtiques el curs 74-75 a la UB. Recordo que el primer curs va ser un repte personal molt important, ja que començava uns estudis amb una fama de molta duresa. La realitat va ser diferent del que m'esperava, però la prova la vaig superar amb èxit. Crec que tu vas començar la carrera una mica més tard, oi?

E: Sí, vaig iniciar els mateixos estudis i en la mateixa universitat que tu però dos anys després, al curs 76-77...

J: Era una universitat que estava sortint de la dictadura, una universitat en ebullició i molt polititzada. Van ser temps molt interessants...

E: Recordo esmorzars i partides de cartes al bar i lectures pacifistes a la plaça Universitat, la legalització del Partit Comunista, les assemblees... com els mateixos estudiants decidíem el calendari acadèmic o la meva participació com a estudiant en el disseny d'una proposta alternativa de pla d'estudis. També el fet de ser representant estudiantil al Claustre.

J: Després, tots dos vam coincidir fent la tesi doctoral al Departament de Geometria i Topologia...

E: Sí, jo en aquell moment tenia clara una vocació acadèmica cap a la qual em vaig encaminar aprofitant l'oportunitat de fer de professor de classes pràctiques.

J: Jo crec que, llavors, encara no em plantejava la carrera acadèmica que va sorgir més endavant. La meva motivació per fer la tesi era i és clara: volia i vull saber més. És el que explica la meva passió per les matemàtiques. Els joves que ara comencen el doctorat també tenen aquest desig d'ampliar el coneixement, la passió contínua.

E: Sí, ara els alumnes també tenen aquesta passió pel coneixement... Bé, la diferència és que ara dur a terme una tesi no implica necessàriament seguir una carrera acadèmica. Per exemple, els doctorats industrials obren altres vies laborals, altres portes en el món del treball... Aquesta oportunitat no existia en aquell moment...

J: Un cop acabada la teva tesi, vas decidir canviar d'universitat?

E: Sí. Acabat el doctorat em vaig incorporar a la UPC, a l'Escola Universitària Politècnica de Vilanova i la Geltrú, on vaig ser cap de la Secció de Matemàtiques. Com que els departaments de la Politècnica tenen professorat en diferents centres, sovint s'estructuren internament en seccions segons criteris geogràfics. Cinc anys més tard, vaig ser elegit director del Departament de Matemàtica Aplicada i Telemàtica. Tu et vas quedar a la UB, però també molt aviat

vas assumir càrrecs de gestió. Quin va ser el primer?

J: El primer càrrec de gestió va ser el de cap d'estudis de la llicenciatura de Matemàtiques. Aquest càrrec em va permetre tenir un contacte directe amb els problemes de l'estudiantat, de vegades molt colpidors. També en aquella època, vaig haver de gestionar la transició entre dos plans d'estudis, un tema sempre complicat... I tu, d'aquelles primeres decisions, quina recordes més?



Joan Elias.

E: Entre les decisions que recordo amb especial satisfacció, com a cap de departament, hi ha la de tenir en compte l'activitat de recerca a l'hora d'assignar la docència. Això era, en aquell moment, una política pionera i va consistir a rebaixar l'assignació docent a aquelles persones que tenien més activitat de recerca i incrementar-la a aquelles que en tenien menys. Aquesta situació, com tantes altres, no era específica del nostre departament sinó que afectava tota la universitat. Crec que la visió que hom té de la universitat no depèn tant del departament al qual es pertany com de la implicació que es té amb la universitat. En el meu cas, ja abans de ser director de departament, vaig ser membre de la junta de govern de la UPC, i això em va proporcionar una visió força completa de la universitat. Per exemple, això et permet observar que, en abstracte, la gestió és força semblant en un departament de matemàtiques respecte d'un altre d'enginyeria o ciències.

J: Jo també sempre he tingut aquesta sensació. La UB és molt gran i diversa. Ara bé, la Facultat de Matemàtiques no es diferencia de les altres facultats de ciències. La gestió

o el paper de la docència i recerca no són diferents a matemàtiques que en altres ciències o enginyeries de la Universitat de Barcelona. Però és realment apassionant conèixer altres branques del coneixement, què significa per a elles la recerca, com es transmet el coneixement...

E: Efectivament. La meua trajectòria professional a la UPC gairebé sempre ha estat a cavall de la matemàtica i l'enginyeria i he pogut observar semblances i, també, diferències. La principal semblança és l'ús del mètode científic i per tant logicodeductiu en la justificació de resultats. La principal diferència és que en el món de l'enginyeria els treballs de recerca acostumen a acabar en prototips i, per tant, apareixen tot un seguit de restriccions en la seva construcció que gairebé mai es tenen presents en l'univers abstracte de les matemàtiques.

J: Jo, aquestes diferències i d'altres, les vaig poder viure en primera persona durant el temps que vaig ser secretari general del Consell Interuniversitari de Catalunya. Va ser un període curt però molt intens. Vaig poder conèixer el sistema universitari català en conjunt, el públic i el privat. També les diferències entre les universitats noves i les consolidades. Així mateix, va ser molt interessant veure per dins, des de la meua independència política, la preparació d'una campanya electoral i l'elecció d'un president de la Generalitat. Un cop elegit el nou president de la Generalitat, Josep Montilla, vaig tornar a la UB.

E: Però el «cuc» de la gestió universitària va continuar dins teu, ja que passat un temps, vas decidir presentar-te a rector de la UB.



Enric Fossas.

J: Jo havia abandonat «definitivament» la meua activitat de gestió o política universitària,

quan un grup de companys i companyes em van demanar que em pensés de presentar-me a rector. Com tu dius, el «cuc» de la política universitària no havia desaparegut i amb un grup d'amics fidels vam començar a pensar seriosament en la possibilitat de presentar una candidatura. La meua formació matemàtica va tenir un paper important a l'hora de prendre aquesta decisió. Crec que als matemàtics ens agraden els problemes complexos, com més difícils millor, i el problema de la universitat, té aquestes dues característiques. I tu, Enric, aquest «cuc» gairebé sempre t'ha acompanyat...

E: Sí, és veritat. El meu interès per la política universitària es va iniciar a la UB, on vaig ser representant al Claustre, primer per als estudiants i després per als professors no numeraris. Aquesta motivació va continuar a la UPC, on vaig participar, fa gairebé trenta anys, en la fundació de UpiC, una associació per reflexionar sobre la política universitària. Després d'ocupar els càrrecs de director de departament i de director d'un institut de recerca, i de participar com a representant del personal docent i investigador al Consell de Govern, el col·lectiu amb el qual treballava políticament des de feia anys em va proposar que em presentés a rector, cosa que em feia il·lusió des que tenia 25 anys...

J: I ara, mirant-ho ja des de la distància, que és el que més et va sorprendre de la gestió del dia a dia d'una universitat de les dimensions de la UPC?

E: Segurament, la diversitat de temes que cal tenir presents les vint-i-quatre hores del dia per aprofitar l'oportunitat de tractar-los en el millor moment.

J: En el meu cas, ara que ja fa un cert temps que ocupo el càrrec, puc dir que les sorpreses han estat mínimes, la meua experiència a la UB i fora ja m'havien curat de tots els espants. Però el que més m'ha sorprès és la gran reputació que té la universitat en el si de la societat. Aquest és un valor que hem de preservar i augmentar. Per exemple, des del punt de vista de la gestió universitària. Els càrrecs que he tingut m'han posat en contacte, per exemple, amb la gestió d'universitats americanes i italianes. En el cas americà es parteix d'una societat molt diferent i, per tant, el model de gestió universitària

també ho és. Pel que fa al cas italià, és més semblant al nostre però considero que el nostre és més eficaç.

E: Conèixer el funcionament d'altres universitats proporciona models de referència. Els sistemes de gestió de les universitats són molt diferents aparentment, tanmateix, en el fons, el pes de l'acadèmia és important o molt important en tots ells. En general, les universitats que es governen d'acord amb el diàleg progressen molt més que aquelles on les decisions es prenen sense buscar el consens. Tot això independentment del sistema de govern de la universitat. Dit d'una altra manera, la universitat podrà variar en formes i formats, però la relació deixeble-mestre es mantindrà en la mesura que al mestre se li reconegui el dipòsit, el

manteniment i el progrés del coneixement (i la tècnica). És evident que la universitat està, com la resta de la societat, en transformació, però la simbiosi entre universitat i societat és cada vegada més necessària per assolir progrés, pensament crític... , en definitiva, per construir una societat més justa on viure...

J: Tens tota la raó, el model actual d'universitat és molt recent, és del segle XIX, però és un model que ha anat adaptant-se als canvis socials, econòmics... , i, ho seguirem fent. Citant Mark Twain: «Les notícies sobre la mort de la universitat són un xic exagerades».

Potser aquesta cita de Mark Twain és un bon punt final per a aquesta conversa tan interessant. Moltes gràcies a tots dos!

La pregunta de la *SCM/Notícies*

Per què els graduats actuals en Matemàtiques no opten per ser professors en etapes no universitàries i com es pot pal·liar aquest problema?

Quina titulació haurien de tenir els professors de matemàtiques de l'ESO i el batxillerat?

Iolanda Guevara i Albert Avinyó
Junta de la SCM

Durant el curs 2017–2018 el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya va tenir problemes seriosos per cobrir substitucions de determinades especialitats dels cos de professors d'ensenyament secundari, una d'elles matemàtiques, perquè la borsa de treball de personal docent de secundària (professors interins de centres públics) no disposava de prou contingent de persones per cobrir les vacants que es produïen. La situació va provocar la necessitat de contractar, fins i tot, alumnes del màster de formació del professorat d'educació secundària obligatòria i batxillerat, formació professional i ensenyament d'idiomes, de l'especialitat de matemàtiques. Durant el curs 2018–2019 es continuarà amb la mateixa tendència, segons

dades del Departament d'Ensenyament de la Generalitat.

D'altra banda, de la promoció d'alumnes (aproximadament 90) que durant el curs 2017–2018 van dur a terme l'especialitat de matemàtiques en el màster de formació del professorat d'educació secundària obligatòria i batxillerat, formació professional i ensenyament d'idiomes, quinze eren graduats en Matemàtiques, quinze eren graduats en Física i la resta, aproximadament 60, eren enginyers o altres titulats que poden accedir a l'especialitat de matemàtiques a la borsa de treball de personal docent. Aquests dos fets són els que ens han portat a fer les dues preguntes de més amunt a diversos membres de la comunitat matemàtica.

Raquel Colomer Armenteros
Graduada en Matemàtiques (UB) i estudiant del Màster de formació del professorat en matemàtiques el curs 2017-2018

Pregunta 1

Quan decidim fer la carrera de Matemàtiques busquem un repte, endinsar-nos en un món abstracte i desconegut, i sobretot, desenvolupar el nostre raonament lògic. Passem, com a mínim, quatre anys de la nostra vida "trencant-nos el cap" suposo que és, principalment, per aquest motiu que, quan acabem, volem continuar buscant desafiaments i creiem que no ens serà prou satisfactòria la tasca de professor.



D'una banda, contràriament a la realitat, pensem que ser professor és una feina molt monòtona. La nostra concepció (almenys la meua i dels companys amb els quals he parlat) són aules d'aproximadament trenta alumnes, on any rere any s'imparteixen les mateixes classes magistrals i l'única funció del professor és explicar teoria, posar exercicis i fer exàmens. Potser és per l'experiència que tenim de quan anàvem a l'escola o el desconeixement de com està evolucionant actualment l'ensenyament. Al Màster de formació del professorat podem veure que tot això està canviant, es busca fer classes on el contingut el faci l'alumne, treballin en grups heterogenis i es comencen a fer treballs per projectes.

De l'altra, considerem que si quan sortim de la carrera optem per ser professors, tindrem una feina massa estable de la qual, per inèrcia, no sortirem. És una sortida professional que tenim molt en compte, però per un futur més llunyà. Personalment, sempre m'ho havia

plantejat però no volia fer-ho just després d'acabar la carrera. Vaig canviar de decisió i ara puc veure que estava molt equivocada amb la meua concepció, la tasca de professor és molt exigent i gens avorrida. De fet, d'aquí sorgeix un altre motiu, que és el fet que en una classe, primer has d'aprendre a ser psicòleg, i després a ensenyar bé.

Una altra de les raons és que quan acabem la carrera no coneixem gaire del món laboral. Quan explicava a algú que estava estudiant matemàtiques em preguntaven si volia ser professora, com si no hi hagués més sortides. Quan acabem el grau, tenim el cap ple de consultories, gestories, màsters, doctorats... però la idea real de ser professors de secundària sembla que no existeixi. A més, les consultories volen molts matemàtics i ofereixen pràctiques curriculars que convaliden crèdits, així que és la sortida més habitual.

Actualment, per ser professor de matemàtiques necessites tenir el Màster de formació del professorat. Un dels requeriments d'aquest màster és «estar en possessió d'un títol de llicenciat o graduat de la branca de coneixement de ciències, ciències socials (àmbit d'economia), o bé un títol d'enginyer o arquitecte». D'aquí sorgeixen diversos factors que fan que alguns titulats en Matemàtiques quedin fora d'aquest màster. El primer és que algunes enginyeries permeten donar classes de certes matèries amb més d'un màster, per exemple, un enginyer químic pot fer el Màster de física i química i donar classes de física i química, o pot fer el Màster de matemàtiques i donar classes de física, química i matemàtiques. En canvi, un matemàtic no té aquesta doble oportunitat, és a dir, ha de fer el màster en matemàtiques. Això, juntament amb la resta de branques que permeten accedir al màster, fa que estigui molt demandat. El segon factor és que l'accés al màster es determina per la nota de l'expedient, i a Matemàtiques tenir una nota alta és molt complicat. D'aquesta manera, graduats en altres àmbits on el grau d'exigència és inferior, entren al màster amb millor nota que molts dels estudiants de Matemàtiques. A més, el màster és interuniversitari i només hi ha 90 places anuals per a tot Catalunya. Així que alguns graduats actuals en Matemàtiques no són professors de secundària perquè no hi ha plaça. De fet, menys d'un 20% dels alumnes

del màster són matemàtics. Potser una possible solució podria ser fer una ponderació amb les notes d'accés segons el tipus de titulació.

Pregunta 2

Considero que qualsevol de les titulacions que donen accés al Màster de formació del professorat en matemàtiques són vàlides per ser professors d'ESO i batxillerat. Però també és cert que les matemàtiques que es fan a moltes d'aquestes titulacions no són suficients per poder impartir classes. En la meva opinió, seria necessari fer un curs complementari al màster o algunes assignatures que complementessin aquestes mancances.

Jordi Deulofeu Piquet
Coordinador del Màster de professorat de secundària interuniversitari de matemàtiques

Pregunta 1

Les dades dels darrers anys indiquen que certament pocs graduats en Matemàtiques del nostre país volen ser professors de matemàtiques i ensenyar a l'educació secundària obligatòria. Entenc que hi ha fonamentalment dues causes i, a més, aquestes són totalment complementàries: d'una banda, el fet que avui els nou graduats en Matemàtica reben ofertes de treball molt diverses i atractives, sobre tot en el camp de les matemàtiques aplicades, i això significa que es valora especialment la formació rebuda, que inclou la capacitat per resoldre problemes complexos i abstractes. En relació amb aquestes sortides professionals, hi ha una oferta àmplia i atractiva de màsters per especialitzar els graduats en l'aplicació de les matemàtiques a camps molt diversos. El fet anterior ha portat a que la professió de matemàtic/a sigui avui la de menys atur de l'Estat i aquella en la que un percentatge més alt de graduats treballen en una feina directament relacionada amb els seus estudis.

D'altra banda, i en sentit contrari, el poc prestigi social, malgrat que de vegades es pugui dir el contrari, que té avui la professió de professor a casa nostra i la sensació que moltes tasques que comporta l'exercici de la professió estan allunyades del que hauria de ser l'objectiu fonamental: educar matemàticament els nois i noies de l'educació

secundària. Aquest és, al meu parer, la realitat del moment actual, que ens ha portat aquest curs al fet, força insòlit, que no hi ha professors de matemàtiques i que cal anar a buscar-los on sigui, encara que no tinguin la preparació necessària.



Els fets que acabo d'exposar ens haurien de portar a reflexionar sobre els mètodes de planificació a mitjà termini (com pot ser que fa poc més d'un any no se sospités que això passaria?), però no ens haurien de sorprendre si tenim en compte que en països més avançats aquest fenomen ja fa anys que es produeix i que alguns d'aquells han anat a cercar professorat en altres països: puc parlar d'Anglaterra i les interessants condicions que oferien fins fa ben poc a alguns matemàtics de casa nostra per anar a treballar de professor de secundària.

A curt termini veig difícil resoldre el problema però, d'acord amb el que he dit, només accions decidides per prestigiar la professió poden revertir la situació a mitjà termini. I en tot cas, no haurien d'accedir a la professió alumnes que no haguessin cursat els estudis necessaris, ja que, si durant els propers anys accedeixen a ensenyar matemàtiques professors poc preparats, estarem causant un dany al sistema que pot ser difícil de superar.

Pregunta 2

Seria senzill respondre que la millor titulació és la de matemàtic, però aquesta resposta augmentaria encara més el problema de la falta de professors i, per tant, encara que en teoria sigui la més adequada, és inviable a curt termini.

Pensant, encara, en termes d'una situació ideal, crec que el millor seria un grau en Matemàtiques de tres anys i un màster professionalitzador de dos cursos, model que segueixen actualment diversos països europeus. Si, tanmateix, hem de seguir amb un model com l'actual de 4+1, considero que seria adequat que en el grau s'incloguessin matèries rellevants per a l'ensenyament de les matemàtiques, com són la història de les matemàtiques, la resolució de problemes, la modelització i també una visió aprofundida de les matemàtiques elementals des d'un punt de vista superior. Encara que actualment molts d'aquests elements s'inclouen en el màster, en els anomenats *complements de formació* el temps que es disposa per fer-ho és totalment insuficient.

D'altra banda, la meua experiència com a professor del màster de formació del professorat des dels seus inicis, em diu que els graduats en Física i alguns enginyers com els de telecomunicacions o camins (però no pas tots) tenen els coneixements necessaris per ser bons professors de matemàtiques. Altres titulacions que avui poden donar accés a la professió, moltes vegades no proporcionen la formació matemàtica adequada, ja que és conegut que en algunes d'elles (per exemple, arquitectura o economia) els crèdits de matemàtiques realitzats són cada vegada menors. En aquest sentit, la inclusió d'una prova d'accés de coneixements matemàtics bàsics, en què es valora principalment la capacitat per resoldre problemes i raonar matemàticament, tal com es fa actualment al màster de professorat de matemàtiques, em sembla una bona solució.

Voldria acabar dient que en el món d'avui cada vegada és més important analitzar la trajectòria formativa dels estudiants que volen ser professors, més que obrir o tancar portes a partir d'un grau o un altre. Fa pocs dies vaig haver de respondre a una estudiant graduada en Biologia, que després havia fer un màster relacionat amb la física i, finalment, un doctorat en matemàtiques, en el sentit que la seva formació no li permetia «oficialment» realitzar el màster de professorat (el requisit únic és el grau realitzat) per ensenyar matemàtiques.

Estic convençut que una formació com la que acabo d'exposar pot ser molt adequada per ensenyar matemàtiques en l'educació secundària, avui; unes matemàtiques en què,

d'acord amb el currículum vigent, l'assoliment de competències, la resolució de problemes i l'ús de contextos constitueixen el nucli de l'ensenyament.

Raül Fernández Hernández
Professor de matemàtiques de l'Institut Vidreres

Pregunta 1

Crec que molt pocs estudiants del grau es plantegen, d'entrada, dedicar-se a la docència. Sí que és cert que molts estudien les assignatures de didàctica, per no tancar-se portes, però sempre amb la idea de dedicar-te a fer recerca en matemàtiques, i en un moment donat, quedar-te de professor a la universitat, i com a pla B, fer de professor a secundària.

En el meu cas va ser així, inicialment no tenia cap intenció de ser professor de secundària, però tot i així, vaig fer l'assignatura de didàctica, i en el darrer any vaig fer el CAP (antic títol, anterior a l'actual màster de professorat). Vaig començar el doctorat i ho compaginava amb classes a la universitat. Aquesta situació és ideal, si no fos pel sou, que et permet mantenir-te mentre fas el doctorat, però no et deixa fer gaires plans de futur.



Llavors podríem dir que el meu pas a la docència a secundària va ser, inicialment, per diners (sona molt poc glamurós, però és la realitat). Tothom em deia que a secundària era molt diferent de la universitat, i és cert, la docència és diferent, ni millor ni pitjor.

Ara, amb el pas del temps, he trobat que m'encanta aquesta professió, i que gràcies a aquella decisió econòmica vaig trobar la feina de la meua vida.

Hem parlat molt d'aquest tema amb els col·legues del grup cúbic de didàctica de les matemàtiques, i la solució que més em fa el pes és fer un grau especialitzat en docència (o didàctica, millor dit) de la matemàtica. Seria com fer un grau diferent de l'actual, posant molt més èmfasi a com explicar els conceptes que es donen a secundària, que no pas a adquirir molts coneixements en totes les branques de les matemàtiques, com fa el grau actual. Hi hauria el grau en Matemàtiques i, d'altra banda, el grau de professor de matemàtiques. Amb opció de fer els dos graus de manera dual.

Clarament, amb l'obtenció d'aquest grau de professor en matemàtiques quedaria exempt de fer el màster de professorat.

Pregunta 2

També és un tema que se n'ha parlat molt, i la veritat és que no tinc una resposta clara. Amb el temps he conegut molt bons professors de matemàtiques amb carreres molt diferents; per tant, crec que no hi ha cap titulació idònia, perquè també conec mals professors de matemàtiques amb la carrera de Matemàtiques.

El que tinc clar són unes aptituds que ha de tenir tot bon professor de matemàtiques: s'ha d'estimar la seva assignatura.

No descarto que tenir el títol de Matemàtiques et dona una perspectiva molt àmplia que fa millorar molt les classes de matemàtiques, sobretot en nivells de batxillerat. Tenir clar quins resultats de batxillerat són demostrables amb una mica de feina i quins són poc assumibles et dona un valor extra a l'hora de respondre segons quins dubtes de batxillerat. En aquest sentit, i ara sí mullant-me una mica, crec que aquesta perspectiva, d'entrada, ja la poden tenir els matemàtics, físics i alguns enginyers. Això no vol dir que la resta de titulats no pugin adquirir aquesta perspectiva, però d'entrada crec que no la tenen.

Si parlem d'ensenyament a l'ESO, la resposta no és tan clara. Entren uns conceptes que a qualsevol titulació científica s'arriba. És més, crec que per donar classes a l'ESO, sobretot els dos primers cursos, és més important la formació en didàctica que no pas la formació

en els continguts, els quals, s'han de conèixer, per descomptat, però no amb un nivell d'aprofundiment molt elevat. De fet, els continguts de l'ESO tampoc donen per aprofundir molt acadèmicament.

El que queda més o menys clar és que cal defugir de la frase que cada cop més es llegeix a les xarxes socials: «El professor no cal que en sàpiga de la seva matèria, el contingut està tot per internet, i només cal que sigui un facilitador». Aquesta afirmació la trobo totalment falsa, i tant que n'ha de saber de la seva matèria!, i com més, millor, sobretot a mesura que anem augmentant de nivell educatiu.

Ignasi Garcia Plata

Director general de professorat i personal de centres públics. Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya



Pregunta 1

La manca de professorat en algunes especialitats de l'ensenyament secundari, com és el cas de les matemàtiques, les especialitats de la formació professional industrial o la llengua catalana i castellana està motivada per raons diferents i no exclusivament demogràfiques. De fet, manca professorat en aquestes matèries, però no en ciències socials, per posar un exemple. En cada cas les circumstàncies són diferents i s'han de trobar solucions ajustades a cadascuna d'elles. Així, en les llengües, la dificultat se situa en la manca d'alumnat que

opti per estudis filològics; en el cas de les matemàtiques o les enginyeries, el problema sol ser que l'alumnat que cursa aquests graus té unes expectatives professionals que no passen per la docència. Són titulacions amb sortides molt diversificades en el mercat laboral que condicionen les decisions dels estudiants. La pregunta, per tant, és com atraure aquests estudiants a la docència. S'han de preveure solucions a curt, mitjà i llarg termini i han de sorgir d'un treball en col·laboració entre el Departament d'Ensenyament i les universitats. N'apuntem algunes vies:

- Potenciar la informació sobre la docència com a sortida professional i donar més publicitat del màster de professorat. És important crear expectatives sobre aquesta sortida professional entre uns estudiants que, quan cursen el grau, no solen tenir prou definit el futur laboral.
- Facilitar informació als estudiants de grau sobre les condicions laborals docents: sou, jornada laboral i lectiva i flexibilitat de la jornada. Són punts forts que no se solen donar en altres àmbits laborals.
- Per acabar, fer evident l'interès d'aquesta sortida professional explicant cap a on s'orienta la funció docent en l'actualitat. Cal destacar l'atractiu de la feina i la passió amb la qual es pot viure, tal com ja ho fan tants docents. Països amb sistemes educatius avançats, com Finlàndia, tenen professionals amb un altíssim nivell que opten per aquesta sortida pel valor que la societat dona a l'educació i pel prestigi que representa treballar en un entorn professional dinàmic i innovador. El món educatiu és conscient que actua com a motor social orientat a construir una societat equitativa, social i democràticament avançada.

El nostre sistema educatiu, especialment des de l'aprovació de la Llei d'educació (LEC), impulsa multitud d'experiències pedagògiques en què els termes equitat, qualitat, ensenyament personalitzat i innovació són els elements nuclears. L'aposta per l'autonomia de centres ha afavorit la proliferació de projectes educatius i la creació d'equips docents que treballen creativament per aplicar-los. Es tracta d'un horitzó carac-

teritzat pel treball en equip i la innovació. De fet, una professió com la docent, altament qualificada, creativa, cooperativa i amb bones condicions laborals pot ser una alternativa especialment atractiva que cal destacar entre els estudiants.

És responsabilitat del Departament d'Ensenyament i de les universitats difondre aquesta visió del sistema educatiu i promoure la docència com a una opció professional amb futur. En el fons, també ha de ser un repte de país que ha de fer que l'educació tingui el màxim prestigi social i la rellevància necessària en els mitjans de comunicació per valorar experiències pedagògiques de qualitat.

- Cal acompanyar aquestes mesures amb l'increment de l'oferta de places de màsters de formació per donar resposta a la necessitat de professorat en aquesta especialitat.

Pregunta 2

Actualment, hi ha diverses titulacions que permeten accedir a la docència de matemàtiques. A més del grau en Matemàtiques, hi poden accedir titulats en diferents enginyeries, físiques, arquitectura, econòmiques... El més important no és comptar amb els professors que sàpiguen més matemàtiques, sinó aquells que tinguin un nivell de matemàtiques òptim i, alhora, siguin capaços de fer que els alumnes les aprenguin i les trobin interessants. Professorat que situï les matemàtiques en contextos que li donin sentit i que permeti la transferència cap a nous aprenentatges. La fonamentació pedagògica i l'enfocament competencial ha de ser un element bàsic del perfil docent i de la formació del professorat de matemàtiques. Per aconseguir-ho cal, evidentment, disposar d'una bona formació matemàtica, però aquesta formació també la poden garantir altres titulacions que tinguin un nombre de crèdits suficients d'aquesta matèria. En tot cas, sembla que hi ha consens en la fórmula actual d'accés al màster a través de la superació d'una prova que garanteix que les persones que s'hi vulguin incorporar des d'algunes titulacions que no són els graus de Matemàtiques, Física, Informàtica, Estadística, Enginyeria o graus amb un mínim de 40 crèdits de matemàtiques, els coneixements adequats per poder exercir la docència. La prova d'accés és una mesura que permet obrir el ventall

d'accés amb garanties i és una referència que s'ha tenir en compte en altres màsters.

La incorporació a les aules de professorat procedent d'altres titulacions també pot aportar un altre element qualitatiu, com és la polivalència curricular. L'enfocament competencial del currículum comporta, cada vegada més, l'aplicació d'estratègies metodològiques en què la mirada global o interdisciplinària té més pes específic. Molts centres es plantegen disposar de docents que imparteixin més d'una matèria a l'ESO o, almenys, en el primer cicle. El fet de reduir el nombre de docents té repercussions positives, com a mínim, en tres aspectes: a) el docent coneix més bé els alumnes i hi pot influir d'una manera més ajustada; b) la interrelació entre els aprenentatges és més directe i natural i c) l'alumnat té més oportunitats de resoldre dubtes i es fa més evident el fil conductor entre matèries afins.

Núria Mira Gómez
Graduada en Matemàtiques (UPC) i
professora de matemàtiques de Maristes
Rubí

Pregunta 1

Els actuals graduats en Matemàtiques van ser alumnes excepcionals a l'escola, van gaudir de les matemàtiques i destacaven a l'aula en aquesta i en altres matèries (la nota de tall d'accés a la universitat per al curs 2017–2018 superava el 10 en les tres universitats de Catalunya que ofereixen els estudis de Matemàtiques).

A la universitat descobreixen un món nou ple de reptes, rigor, demostracions i de treball. Comparteixen l'esforç i dedicació amb els seus companys. Els companys són clau de l'èxit, connecten, tenen una motivació extraordinària per les matemàtiques i l'estudi es converteix en una convivència profunda que permet avançar i créixer com a persona.

L'esforç a la universitat és real, hi ha moments durs i difícils. I, per fi, arriba el moment d'incorporar-se al mercat laboral.

Alguns en volen més, en necessiten més i es decanten per continuar a la universitat. D'altres escullen l'empresa privada, de perfil ampli i sectors diversos. S'ofereixen feines ben remunerades en projectes motivadors i atractius. Totes dues opcions són reconegudes socialment i connoten un cert prestigi. A l'altra banda,

hi ha l'opció de l'ensenyament. D'entrada, cal cursar una formació pedagògica, el Màster de formació de professorat d'educació secundària obligatòria i batxillerat. La durada és d'un curs escolar i això podria tirar enrere aquells qui tenen ganes d'una ràpida incorporació al mercat laboral i no tenen cap experiència en el camp de l'educació. A més, és una feina poc reconeguda, en què els continguts treballats a la universitat quedaran lluny del dia a dia. Potser això també és un motiu pel qual els graduats en Matemàtiques prefereixin buscar una sortida professional més ràpida i en què els continguts apresos tinguin una aplicació més directa i visible.



Un professor de matemàtiques té l'oportunitat de transmetre el gust i la passió per les matemàtiques a tots els seus alumnes. Cada dia i a cada grup procura connectar, també intentarà que els alumnes s'emocionin en el seu dia a dia a l'aula. I els alumnes ho perceben, distingeixen perfectament quan el seu professor ho viu i sent la matèria com a seva.

Per això, penso que seria bo enfortir vincles entre les escoles i universitats oferint la possibilitat de viure petites experiències a les aules de secundària als estudiants de matemàtiques. D'aquesta manera, els alumnes de les escoles es podrien nodrir de l'energia d'aquells qui senten les matemàtiques. Sempre és positiu oferir nous punts de vista. Els universitaris

podrien viure una aproximació del que és ser professor. Les persones som l'actiu més gran de la nostra societat i, per tant, hem de vetllar per la nostra formació en el sentit més ampli. A través d'aquest tipus d'activitat es podria potenciar el talent matemàtic a les aules dels nostres instituts i, de retruc, a les aules de les nostres universitats, i alhora enriquir tota la societat. Perquè a través de les matemàtiques podem formar persones competents, autònomes i crítiques.

Ser professor de matemàtiques és una feina molt viva, dinàmica i plena de reptes, és estimulante i satisfactòria.

Pregunta 2

És evident, doncs, que per ser professor cal estar format. I no únicament en la pròpia matèria, sinó també en el sistema educatiu, en pedagogia... en tots aquells aspectes reals que ens trobarem a les aules dia rere dia, on el nostre objectiu és col·laborar en la formació dels nostres alumnes a través de l'ensenyament de matemàtiques. Aconseguint que siguin competents matemàticament, que tinguin habilitat per desenvolupar i aplicar el raonament matemàtic per resoldre problemes diversos en situacions quotidianes.

Per aconseguir aquest repte cal que el professorat estigui format en matemàtiques, en unes matemàtiques basades en el raonament i no únicament en la reproducció metodològica d'activitats i procediments.

Per aquest motiu, crec que els futurs professors de matemàtiques han d'estar formats en graus amb un alt component científic i/o tecnològic que garanteixi que la formació matemàtica que han rebut estigui basada en el raonament i el rigor.

Així, podrem continuar potenciant el talent matemàtic a les nostres aules i en la nostra societat.

Joan de Solà-Morales Rubió
Universitat Politècnica de Catalunya

Pregunta 1

Jo puc respondre pel que he vist. He parlat d'aquest tema en diverses ocasions amb estudiants del grau de Matemàtiques de la FME, però no he fet un sondeig ben fet, ni molt menys. També diré que no estic segur de si un sondeig ben fet serviria de gaire. Ens cal,

més aviat, alguna iniciativa seriosa i sensata, per part del Departament d'Ensenyament, de les universitats o dels mateixos ensenyants.

Una impressió que jo tinc és que els estudiants del grau de Matemàtiques, que són bons estudiants, no tenen bons records de les classes de matemàtiques que van rebre a l'ensenyament secundari o al batxillerat. No parlen pas malament dels seus antics professors, però sí que denuncien un ambient en què les ganes d'aprendre i la confiança en el treball estaven força absents. També diuen que els seus antics professors havien d'estar més pendents de l'ordre en el funcionament normal de la classe que no pas dels continguts, i ells no volen dedicar-se professionalment a això.



L'altra impressió és que en aquest moment els graduats en Matemàtiques tenen molt bones ofertes laborals que provenen del món de l'empresa. Petites empreses molt dinàmiques, que barregen tecnologia punta amb una actitud molt creativa.

Com es pot pal·liar aquest problema? No ho sé. Però estic segur que una millora substancial del sou dels ensenyants, juntament amb un accés ben competitiu, però simple, als contractes com a professor, si més no a l'ensenyament públic, canviarien ben aviat la percepció de la professió, tant entre els ensenyants mateixos com en la societat en general.

Pregunta 2

No vull semblar carrincló, però per ser professor de matemàtiques, el primer que es necessita és estimar les matemàtiques. El segon que necessita és conèixer bé les matemàtiques. I la tercera cosa, estimar la feina de mestre o professor. M'han sortit aquestes característiques en aquest ordre, però accepto que aquestes tres coses també tenen sentit en qualsevol altre ordre (dels sis possibles).

Quan dic estimar, no vull dir necessàriament cap cosa romàntica ni apassionada, encara que la passió mai no fa mal. Vull dir que no pot ser que els professors vagin de mala gana a classe, com qui va a l'escorxador, o que vegin tota innovació en el programa com una dificultat insalvable.

Accepto que aquestes tres condicions que jo poso poden ser útils a l'hora de seleccionar un professor, però que no és això el que se'm pregunta. Se'm pregunta per la titulació. Exactament, se'm pregunta per la titulació universitària.

Comencem per aquí. Jo crec en la universitat. De vegades tinc dubtes, però poquíssimes vegades he pensat seriosament que hi hauria un camí alternatiu a la universitat, pel que

fa a la formació superior. O sigui, crec que els professors de matemàtiques de l'ESO i el batxillerat han de tenir formació universitària.

Quina formació? En l'actual panorama de títols, crec que han de tenir un grau i un màster. L'ideal, per mi, seria un grau en Matemàtiques amb continguts generals amplis, incloent també algun tema molt especialitzat, però incloent necessàriament nocions de les principals aplicacions actuals de les matemàtiques, com ara la física, les tecnologies de la informació i la comunicació i les tecnologies industrials. Un grau també amb continguts culturals, com ara la història de la matemàtica, i de la ciència i tecnologia, i també en aspectes relacionats amb humanitats i l'art o la música.

Després d'un grau en Matemàtiques d'aquest tipus, jo m'imagino un màster d'ensenyament de les matemàtiques, de caire eminentment pràctic i professionalitzat.

Però també hauríem d'estar oberts a altres itineraris. Per exemple, graduats en educació primària o graduats en graus de ciències o d'enginyeria, o altres. Segons l'itinerari, el màster hauria de tenir una orientació o una altra, mirant de suplir les parts amb més mancances en la formació rebuda.

Empresa

Integració dels matemàtics a l'empresa

Aleix Ruiz de Villa

Doctor en matemàtiques (UAB)

Cap de Data Science a Onna

Els matemàtics històricament no han tingut problema a trobar feina. La seva manera de pensar ha fet que puguin exercir en diverses posicions. Històricament, les sortides més habituals eren quedar-se a la universitat o passar al món de l'ensenyament secundari. En els inicis del desenvolupament de la informàtica molt matemàtics van anar a treballar com a programadors perquè se'ls valorava la seva manera d'estructurar els problemes. Més tard, hi va haver una forta demanda en el món financer, ja que es requerien coneixements d'algoritmes

complexos, com per exemple els de valoració de derivats. A més d'aquestes sortides, hi ha hagut matemàtics en molts diversos àmbits professionals, des de les enginyeries fins a la política.

Malgrat tenir bona fama per resoldre problemes complexos, dins de les empreses s'han integrat en altres departaments i rarament tenen visibilitat social i professional com a col·lectiu. En general, més enllà de la capacitat d'estructurar els problemes, no és habitual

trobar una feina en què els coneixements matemàtics (mètodes, tècniques, algorismes, etcètera) siguin un avantatge competitiu. Això està canviant amb el món del *data science*, on es requereixen molts matemàtics i físics, i on tenir coneixements d'optimització i estadística n'és un requeriment.

Per entendre com es pot integrar la comunitat matemàtica en el món empresarial, cal entendre primer una mica el context. També cal entendre, en aquest context, quines avantatges i desavantatges surten de manera natural.

Com fan beneficis les empreses?

A grans trets, les empreses fan beneficis de tres maneres. La primera és millorant el producte que desenvolupen: optimitzant el procés de producció i reduint costos, donant nous serveis, millorant-ne la qualitat, etcètera. Per això cal un coneixement tècnic del que es ven i els seus processos de producció. La segona manera és a través d'influència o intervenció social, com per exemple, fent campanyes de màrqueting per convèncer els clients de la bona qualitat del producte. En aquesta categoria no només hi entraria la relació amb el client, sinó que també es podria considerar buscar aliances amb altres empreses, relacionar-se amb persones influents, o inclús la mateixa organització social interna de l'empresa. En aquesta estratègia més social, l'objectiu és obtenir recursos i suport social del teu projecte. La tercera opció és just l'entremig: saber com modificar el teu producte per satisfer les necessitats del teu client. Aquesta estratègia, a diferència de la social abans comentada, no consisteix a intentar canviar els teus clients, sinó que busca entendre el producte i els clients per apropar l'un a l'altre.

Els matemàtics, per la nostra formació, tenim certes avantatges en la part tècnica. Aquí ens sentim com a casa. Però la manera de pensar matemàtica ens pot confondre en l'àmbit social. A vegades veiem moltes ineficiències tècniques i no entenem com empreses tan ineficients poden créixer tant i donar tants beneficis. La resposta és aleshores que estan obtenint beneficis a través de tècniques socials. De fet, és possible que històricament hagi tingut més repercussió en els beneficis la manipulació social que la manipulació tècnica.

Hi ha algunes diferències fonamentals entre l'àmbit tècnic i el social que si no es tenen en compte no et permeten relacionar-t'hi d'una manera fluida. Heretant del model científic, els matemàtics treballem amb una naturalesa que funciona segons unes lleis fixes i immutables. Però aquesta manera de pensar ens pot confondre en l'àmbit social, on les lleis de comportament estan determinades per la mateixa societat, són variables, i són alterades pels actors socials! A més a més, en l'àmbit social, resulta molt més difícil trobar què causa què. Si un directiu decideix organitzar l'empresa d'una manera diferent i al cap d'un temps l'empresa obté més beneficis, és gràcies a la nova organització? És perquè el mercat creix? Es deu a la inèrcia d'altres canvis que s'havien fet anteriorment? O bé a altres canvis que han passat recentment? Respondre aquestes preguntes requeriria una anàlisi no trivial. I tenint en compte que s'estan prenent decisions constantment, entendre els efectes de les nostres accions és una tasca molt complicada.

Una altra diferència essencial és la prioritat que es dona al què i al com. Mentre que en ciència l'objectiu és entendre com són les coses, en les estratègies socials obtens bons resultats si convences la resta de gent que les coses són (almenys parcialment) com tu dius (i no necessàriament com són en realitat). Això fa que la gent s'afegeixi o doni suport al teu projecte en forma de temps, energies, recursos, informació, contactes, etcètera. I, per aconseguir-ho, hi ha metodologies àmpliament utilitzades que en el món científic estan mal vistes. Per exemple, en política és molt freqüent que la gent sigui ambigua. Ho fan per no tancar portes i obrir el ventall de possibilitats a mantenir pel futur. Ser ambigu no funciona necessàriament sempre. Però hi ha molts casos en què pot ser útil. La ciència i, en particular els matemàtics, fugim de l'ambigüitat, perquè és una font de problemes. Es pot fer una argumentació similar amb el paper de fer soroll o crear contradiccions, que poden tenir una utilitat en el món del màrqueting, per exemple, però que la tenen en molts pocs casos en matemàtiques.

En la tercera possibilitat, buscar la manera d'adaptar el producte als teus clients, els matemàtics hi poden tenir un paper molt rellevant. En el món digital, la possibilitat

d'experimentar (fer canvis en pàgines web o aplicacions) és molt més alta que en el món físic. Moltes pàgines web i *apps* practiquen l'A/B testing, en què aleatòriament a cada un dels usuaris es mostren una de dues versions del producte i, finalment, s'analitza quina de les dues versions té resultats millors. D'aquesta manera, es poden crear hipòtesis de com es comporten els usuaris i comprovar-les o refutar-les. Basant-se en l'estadística i les eines de causalitat, els perfils científics poden dissenyar, analitzar i interpretar els efectes que poden tenir canvis de producte en els clients, i, per tant, en els beneficis. Aquest és un canvi estratègic important, perquè saber com es comporten els clients deixa de ser una àrea d'opinió i passa a ser una àrea comprovable i objectivable. Per tant, deixa de pertànyer a l'àrea social i passa a ser de l'àrea tècnica.

Gestió de la complexitat

Recurrentment apareix la pregunta sobre si en el passat es vivia millor. Evidentment, no es tenien les eines i el coneixement que hi ha ara, però d'altra banda desenvolupar i mantenir aquestes eines pot tenir un cost excessiu en termes de diners, temps, llibertat... No és una pregunta fàcil de respondre i molt probablement dependrà de cada cas. El que sí està clar és que la vida laboral és cada vegada més complexa. S'han de tenir coneixements de més àmbits, s'han de conèixer més eines i obtenir bons resultats depèn de molts més factors. En realitat, en la vida laboral apareixen una varietat de situacions tant de senzilles com de complexes, i la gràcia està a donar una resposta adequada a cada situació. És un error intentar donar solucions senzilles a problemes complexos, però també és una ineficiència i font d'incertesa fer servir solucions molt complexes per a problemes més senzills. Com a matemàtics, estem acostumats a treballar amb problemes complexos i això ens dona un avantatge competitiu. Aquesta és una condició necessària per accedir a tot el rang de problemes. Però no n'hi ha prou! Gestionar la complexitat vol dir ajustar la complexitat de la solució a la complexitat del problema. És a dir, fer servir l'eina adequada, en termes de complexitat, per a cada problema. No aplicar, per defecte, solucions molt elaborades o solu-

cions molt simples. I cada problema és un cas particular!

Capacitat d'exploració

En una empresa on vaig treballar, teníem discussions regularment amb el departament d'informàtica. Jo volia provar tecnologies noves i algorismes nous i ells tenien una visió conservadora del tema. En realitat, ells havien de mantenir un sistema que donés servei les 24 hores del dia i per això havia de ser un sistema robust, segur i estable. La falta d'entesa venia en realitat perquè parlàvem des de perspectives diferents. Ells se situaven en l'àmbit de l'*exploatació*, repetir quelcom conegut diverses vegades per obtenir-ne benefici, i jo em situava en l'àmbit de l'*exploració*. Aquesta última vindria a ser una versió de la recerca acadèmica, adaptada a l'àmbit empresarial. Mentre que la recerca vol trobar coneixements que eren desconeguts per a tothom, l'exploració busca trobar coneixements que són nous per a l'empresa, independentment de si són coneguts per la resta de la societat o no. Explorar pot voler dir aprendre un llenguatge de programació nou, però també vol poder dir desenvolupar un algoritme nou (que estigui publicat o no). Les activitats d'exploració no són pròpies d'un departament, sinó que poden ser transversals. Es tracta de provar noves metodologies, dissenyar i executar experiments, buscar noves vies de negoci, etcètera. Els casos en què l'empresa assigna les activitats d'exploració a un sol departament solen fallar, ja que acaba sent un laboratori aïllat que no pot integrar els nous descobriments a la resta de l'empresa i, per tant, d'utilitat limitada. Hi ha casos en què tenir aquests tipus de laboratoris és només una qüestió de prestigi envers altres empreses, però no busquen que siguin realment útils aportant nous coneixements. L'exploració està focalitzada en el mitjà i llarg termini. És realment necessària quan l'empresa està en un context que canvia regularment. Sense activitats d'exploració, les empreses no tenen marge de maniobra quan realment necessiten fer canvis importants. Aquests canvis s'han de preparar amb antelació. Aquí els matemàtics també hi tenen un paper rellevant. Moltes vegades les matemàtiques es pregunten si quelcom es pot fer o no i tracten de bregar amb

conceptes nous o desconeguts. Com a matemàtic, acostumes a fer una gestió de les energies i expectatives que no et frustri o bloquegi i que et permeti continuar explorant de manera sostenible.

Visibilitat

Probablement, una de les tasques pendents de la comunitat matemàtica al món empresarial és guanyar visibilitat. Malgrat que hi ha gent que no té un bon record de les matemàtiques a l'escola, en totes les empreses, quan saben que ets matemàtic, sempre hi ha algú que et diu que li agradaven molt. En general, pel que fa a l'eficiència, els matemàtics tenen bona fama. Més enllà d'això, la comunitat matemàtica no té gaire visibilitat. Si en tingués més, es contractarien més matemàtics, els estudiants desitjarien aprendre més matemàtiques i les universitats podrien incrementar projectes de recerca aplicada a les empreses, i indirectament

podrien tenir més recursos per continuar fent recerca bàsica.

Com guanyar visibilitat és un tema gens trivial. A primeres pot semblar un tema de màrqueting, però amb això no n'hi ha prou, cal també aprendre a fer política. Molts directius venen d'una escola amb poca tradició tècnica. Moltes vegades no entenen les possibilitats i restriccions tècniques. El món digital és un exemple on el coneixement tècnic hi té molt per aportar, tant per desenvolupar noves eines i aplicacions com per entendre millor els usuaris. I, a la vegada, és necessari que els directius entenguin noves maneres de fer i nous tipus de problemes. La política és una assignatura difícil per a perfils científics. Tal com remarcava abans, fer soroll i ser ambigu són exemples de pràctiques en política que són difícils d'entendre des del punt de vista científic. Cal, doncs, trobar estratègies compatibles i eficients que permetin evolucionar a la comunitat matemàtica cap allà on es consideri necessari.

Entrevista a Aleix Valls, CEO de LiquiD

Sara Riera

Llicenciada en Matemàtiques i Enginyeria Industrial
Màner d'Estratègia Corporativa a Seat

L'Aleix va iniciar la seva trajectòria professional al CIMNE (Centre Internacional de Mètodes Numèrics de l'Enginyeria), on va fer la tesi doctoral vinculada al món de la computació. Posteriorment, va treballar en consultoria estratègica i de negoci en què, en paraules seves, «contràriament al que pensa molta gent, tenir un bagatge tècnic profund no és cap penalització, sinó un avantatge». A continuació, va agafar la direcció de la Barcelona Mobile World Capital (MWC) i el desenvolupament de la plataforma del 4YFN, i actualment és el CEO de LiquiD, empresa de la qual també n'és cofundador i que té com a objectiu ajudar les organitzacions a entendre els canvis de paradigma actuals i fer-los més tangibles per redefinir i reconstruir conjuntament les empreses del segle XXI. LiquiD funciona com una plataforma amb les capacitats necessàries per analitzar i definir quins seran els principals canvis en la cadena

de valor i com transformar-los en oportunitats de negoci.

Aleix, les matemàtiques estan per tot arreu?

Actualment, més que mai. Sempre hi havien estat però, avui en dia, disposem de suficients dades i alhora del coneixement necessari per entrar en una formulació més matemàtica de la nostra societat.

Com es formula la societat d'una manera més matemàtica?

D'alguna manera, ens hem transformat en una societat algorítmica i del model: els negocis estan immersos en un procés de digitalització que fa que camps com l'internet de les coses (IoT), el *big data*, el *data science*, el *data engineering* o la intel·ligència artificial (només per enumerar

alguns exemples) tinguin cada vegada més importància. I aquestes disciplines ens permeten treure de l'armari eines molt sofisticades que ara les podem transformar en matemàtica quotidiana.

S'obre una finestra d'oportunitat molt important per a les matemàtiques i el que encara és més esperançador és que tot just ho comencem a veure.

Per què creus que aquest *momentum* de les matemàtiques arriba precisament ara?

Actualment convergeixen tres elements que són fonamentals per assolir aquest punt: l'abundància de dades (estem generant i recollint més dades que mai), la capacitat de processament i d'emmagatzematge d'aquestes dades a preus molt reduïts, i la capacitat computacional per poder entendre què hi ha darrere d'aquestes dades.

Les dades han fet aflorar la importància de les matemàtiques.

Les dades i l'algorítmia; el matemàtic és especialment brillant a l'hora de dissenyar algoritmes. Però el cert és que tampoc ho limitaria només a aquests aspectes, és la matemàtica en general. Fa poc vaig fer un curs de Stanford en línia en temes d'intel·ligència artificial i no t'enganyo si et dic que, de les cinc-centes pàgines del llibre, tres centes te les pots saltar només per la formació matemàtica: si recordes que vol dir la matriu de variàncies-covariàncies, què és una regressió lineal o què són els mínims quadrats, és molt fàcil entendre el moment actual.

I si no te'n recordes és un moment per absorbir-ho.

Exacte. Si no te'n recordes, és un bon moment d'anar buscar la referència i amb quatre coses tens els elements bàsics per endur-te la capa de valor.

Com a matemàtic i enginyer de camins, què t'ha aportat el perfil interdisciplinari en la teva carrera professional?

La matemàtica té profunditat i l'enginyeria té l'obsessió per trobar solucions. A l'hora

d'incorporar-te al mercat laboral, la matemàtica et dona una capacitat extraordinària d'estructura i d'entendre problemes de qual-sevol àmbit, i l'enginyeria et dona allò que li costa al matemàtic, que és el *call to action*: aquella necessitat de reconèixer que el problema es podria modelitzar, i que es podria determinar d'una manera molt més universal i profunda el fenomen, però que la realitat és que «el pont el necessitem per demà i d'acord amb un pressupost».



El món dels negocis requereix els dos elements: la necessitat de tenir una visió pragmàtica perquè les coses passin, i passin dins d'un temps raonable i amb la fiabilitat de poder disposar d'una solució, i la visemàtica d'entendre les hipòtesis d'un problema i formular una tesi sobre la qual es pugui treballar per modelar el que està passant.

En el món empresarial en general, i en l'emprenedoria en particular, la pressió pel *call to action* i pel resultat immediat és encara més forta. Creus que això fa que hi hagi dificultat per encaixar-hi perfils matemàtics?

El més bonic que té el món dels emprenedors és que assumeixen que hi ha un *call to action* que els serveix per validar. I això té un símil, per exemple, amb el moment en què intentes demostrar un teorema. Estàs davant d'un problema matemàtic i has de trobar una solució o demostració: sí que és veritat que respires i intentes buscar punts lògics, però moltes vegades el que has de fer és posar-t'hi, explorar un camí i si veus que el camí no té sentit, tornes enrere, tornes a començar o construeixes un altre camí a partir d'allà. Aquest procés

d'iteració, molt natural en el matemàtic, on es va aprofundint en el problema i es va afinant cada cop més el camí que permet arribar a la solució, és bastant similar al concepte de *lean start-up*: un procés de refinament en què estableixes unes hipòtesis i el que fas és ràpidament, i ràpidament perquè no tens recursos per perdre el temps, anar validant i anar construint una validació de les hipòtesis de negoci.

En el meu cas, en totes les etapes professionals, també les més recents molt vinculades a l'emprenedoria, he vist l'encaix amb la visió matemàtica i d'estructuració mental que tinc. De fet, em considero molt més matemàtic que no pas enginyer des d'aquest punt de vista.

Jo crec que no ets l'únic.

És que la matemàtica és bonica, és apassionant, i és un cos doctrinal tancat. Jo sempre faig un símil: a l'enginyeria t'ensenyen una caixa d'eines, et van explicant cada eina com s'utilitza i et diuen: «Si aprens a utilitzar-les bé i a combinar-les, això et permetrà resoldre una sèrie de problemes». Amb la matemàtica et donen la capacitat d'inventar les eines que necessitis i la capacitat d'entendre per a què. I això les fa molt més interessants des d'un punt de vista intel·lectual.

A més, la matemàtica té un valor que no té res més que el coneixement humà: la veritat absoluta. En aquest aspecte, quan entres en una visió més filosòfica, la disciplina matemàtica és extraordinària. Proporciona unes sensacions molt diferents. Demostrar un teorema no té res a veure amb resoldre un problema.

Potser per aquesta visió més filosòfica, tradicionalment s'ha associat els perfils matemàtics a la investigació, a la recerca o a la docència, sense tenir gaire presents altres àmbits de la societat, com el món empresarial o la gestió pública. Creus que han estat els grans oblidats o bé en els últims anys hi ha hagut un canvi molt important?

Estem anant cap a un món molt més matemàtic. Farà un mes, em van convidar a fer una conferència sobre transformació digital a

Xile com a part d'un congrés sobre el futur de les assegurances i l'impacte de la digitalització en aquest àmbit. Dels cinc ponents, tres erem matemàtics. Fa deu anys era impensable que en una conferència d'assegurances tres dels cinc ponents fóssim matemàtics i que no estiguéssim parlant dels models vida i no-vida, sinó que estiguéssim parlant del futur de les assegurances, d'anàlisis de mercat i models sociològics, d'innovació o, en el meu cas, de temes digitals.

I hi ha altres àmbits empresarials, o per exemple la política, on també veiem aquesta presència més destacada de matemàtics. En la gestió d'universitats, si no recordo malament, dels set rectors d'universitats que hi ha, quatre són matemàtics.

Jo penso que l'origen construeix en els dos sentits. Els matemàtics per si mateixos s'han autoimposat durant molt de temps una visió poc pragmàtica del seu coneixement, i hi hagut una certa profecia d'autocompliment: estudiaves matemàtiques i et quedava el món docent en tots els vessants (primària i secundària incloses), el món de la recerca, i o bé hi havia l'àmbit científic i acadèmic. Si volies desenvolupar-te havies d'anar a un gran centre, un Max Planck, a buscar la màxima exposició a la comunitat. I era un cercle viciós que la mateixa comunitat també et reconeixia en funció de la vàlua que tenies dins d'aquest marc.

Creus que ha anat canviant progressivament o que la disrupció actual ha estat el gran detonant?

Jo recordo que quan em vaig llicenciar, cap al 2000, va haver-hi una primera gran migració de molts matemàtics cap al món de la tecnologia, sobre tot amb les implantacions dels Enterprise Resource Planning ERP (Cobol, SAP...), i els primers grans projectes de comerç electrònic. Molts dels meus companys de promoció van anar cap a grans integradors per desenvolupar tots aquests sistemes de gestió empresarial basats en els ERP.

Després aquesta tendència va caure, les implantacions d'ERP van anar desapareixent, i ara estem en un moment extraordinari. Jo penso que, ara, ser matemàtic és segurament una de les millors carreres que et pots trobar.

Durant la crisi financera la banca també va ser una bona sortida per a molts matemàtics, sobretot per temes de risc, i ho segueix sent.

Exacte, sempre hi acaba havent algun lloc on anar, però és que ara qualsevol sector és susceptible de necessitar un matemàtic.

El matemàtic Edward Frenkel va dir: «Hi ha una petita elit que té el poder. I el té perquè sap matemàtiques.» Qualsevol sector busca aquest «poder»...

Hi ha diversos llibres sobre aquest tema, n'hi ha un, *Weapons of math destruction*, que fins i tot desafia amb el concepte *math i mass destruction*. Bromes a banda, els postulats són similars i venen a dir que al final qui tingui el coneixement matemàtic acabarà tenint una posició avantatjada en el món i, per tant, el governar. I, de fet, que qui controla la intel·ligència artificial té una posició avantatjada en el món dels negocis i en el món social, ja està passant: Google, Amazon, Facebook... a dia d'avui són qui tenen les millors dades per construir i entrenar aquesta intel·ligència artificial, i ara mateix, són els qui ocupen posicions monopolístiques i de control de molta de l'activitat social i de molts negocis.

Quan el poder és d'uns pocs, pot passar de tot.

Hem de fer un esforç perquè la matemàtica continuï sent quelcom realment obert, públic, democràtic en el sentit que continuï sent un bé comú i un coneixement col·lectiu. Correm un gran risc si la matemàtica es transforma, de cop i volta, en un coneixement que només uns pocs són capaços d'arribar-hi, entendre i, evidentment, gaudir-ne.

Tenim el deure de fer la matemàtica atractiva per aconseguir que aprendre'n no sigui només necessari, sinó motivador. I això és un gran repte.

La matemàtica només la pot explicar un matemàtic. Només ho pot fer aquell que autènticament ha desenvolupat un coneixement molt profund de la disciplina. Per tant, és algú

que com a mínim té la llicenciatura. Si no, la seva visió és totalment parcial, esbiaixada, i molt mecànica de la disciplina. I, és ben cert, que la matemàtica, des de la part mecànica, és molt avorrida.

El que ens està passant ara és que qui ensenya la matemàtica no és capaç de transmetre el valor i la bellesa que hi ha darrere de la matemàtica. De fet, jo em vaig apuntar a matemàtiques perquè se'm donaven bé, però el que em vaig trobar durant quatre anys de la meua vida en aquella facultat, el que jo entenia que era la matemàtica, s'assemblava com un ou a una castanya. Ara, també és veritat que jo mai de la vida vaig tenir un professor de matemàtiques que fos llicenciat en Matemàtiques: sempre havien estat físics, químics... que d'alguna manera havien «patit» la matemàtica.

Però això possiblement ho sabem els del gremi, que com deies coneixem la bellesa més enllà de l'eina.

Un motiu deu ser perquè els del gremi segurament no ho fem bé, i l'altre motiu és que el sistema tampoc no acompanya. Ara que la matemàtica és cada cop més una cosa que es pot tocar, hauria de ser més fàcil veure'n l'impacte i aconseguir motivar més persones.

Fent més tangibles les matemàtiques ens allunyem de la teoria i de l'eina, per fer-ho més atractiu.

En efecte. L'última conferència de Google I/O, on va sortir la conversa entre la intel·ligència artificial n'és un bon exemple. Més tangible que això no hi ha res.

Avui dia un jove pot agafar la llibreria oberta TensorFlow, agafar caràcters manuscrits, i en una tarda acabar programant una xarxa neuronal a la qual li dones un número manuscrit per ell mateix i la màquina sap reconèixer si és un 8 o és un 9. I hi ha altres exemples, com el Scratch, l'App Inventor, que permeten d'una manera molt ràpida, a gent molt jove, començar a tangibilitzar aquella part que sovint li pot faltar a la matemàtica en edats primerenques: i hi ha una acció-reacció molt significativa.

Al final, serà tan fàcil que no ens caldran ni els matemàtics per ensenyar...

Sí, perquè per transmetre la base cal tenir un coneixement matemàtic molt profund dels principis de la matemàtica. Si tu has estat algú que només ha estat usuari de la matemàtica, és difícil que puguis arribar a tenir aquest coneixement, potser perquè ni n'ets conscient. Un símil molt il·lustratiu el trobem en la música: arribar a ser capaç de compondre música perquè realment arribes a entendre l'estructura matemàtica que hi ha darrere és molt diferent d'haver-ne escoltat i un dia animar-te, agafar una guitarra i tocar quatre acords. Realment, no ets Bach. Bach entenia l'estructura de la música, Bach era una matemàtic de la música i va entendre perfectament com s'estructurava la música. Bach tenia aquell coneixement profund d'imaginar-se una simfonia dins del cap, que és el que el matemàtic acaba fent quan entén bé la matemàtica.

És veritat que en el futur les matemàtiques cobraran encara més rellevància que actualment?

El futur serà matemàtic o no serà. Si no és matemàtic, col·lapsarà.

Com afectarà això la demanda de perfils matemàtics? En quins àmbits creus que trobarem els futurs llicenciats en Matemàtiques?

Els haurem de buscar sota les pedres. La demanda de bons matemàtics estarà molt per sobre de la capacitat de producció. I això és molt important, perquè aquí tenim la capacitat, com a comunitat, de reafirmar-nos. El que fins a dia d'avui ha estat un exercici excessivament metafísic i gairebé filosòfic dels matemàtics, es transformarà en actualitat total, igual que els està passant als filòsofs. A causa del procés de digitalització hi ha molts debats que fins ara eren purament metafísics i filosòfics, i ara es transformen en debats gairebé d'empresa: el cotxe autònom a qui atropella, la persona gran o el nen? Aquest debat que fins ara estava reservat a l'entelèquia dels filòsofs, avui és un debat d'actualitat de primer nivell. Els filòsofs, com els matemàtics, han passat a la primera línia del món empresarial.

Moltíssimes gràcies, Aleix, pel teu temps i per compartir amb nosaltres l'experiència que tens i les teves opinions.

Bits

Bits de matemàtiques

Martí Prats Soler
UAB

Obrim aquesta secció de la *SCM/Notícies* que m'han encarregat d'escriure l'Albert i la Natàlia amb la intenció de continuar l'antiga secció Webs de Matemàtiques que Pep Burillo havia dut magistralment des del número 22 fins al 35 d'aquesta revista. Hi vam poder passejar per llocs web sobre història de les matemàtiques (24 i 27), àlgebra, geometria i sistemes dinàmics (22, 23 i 25), llistes de problemes, llibres electrònics i enciclopèdies (26, 27 i 29), vam conèixer humoristes, blogs i usuaris de Twitter (28, 31 i 35), eines de treball en línia com

són la calculadora WIRIS i la imprescindible plataforma Sagemath Cloud (34 i 35) i fins i tot un joc de balística no newtoniana per aprendre a representar funcions (32).

La tecnologia avui dia ha esdevingut omnipresent i progressa a un ritme tan frenètic que ens fa sentir vells els dies imparells i ximpls els parells. Les eines al nostre abast configuren un conjunt finit però cada cop més inabastable en el temps escàs que disposem. En aquesta nova etapa, doncs, canviem el nom i també

tractarem d'obrir una mica el focus. Centrats encara en les eines disponibles a la xarxa, mirarem d'incorporar programes i aplicacions de mòbil que puguin resultar d'interès per a la comunitat matemàtica. Convidem tots els lectors de la revista a aportar idees i consideracions a l'adreça mprats@mat.uab.cat.

Processing

Durant la nostra tasca docent i investigadora sovint ens trobem amb la necessitat d'elaborar il·lustracions de caire matemàtic. Un servidor, com la majoria dels lectors d'aquesta revista amb tota probabilitat també fan, recorre habitualment al GeoGebra per fer tot tipus de dibuixos, ja sigui de dues o tres dimensions. El cas és que en algunes situacions m'he trobat amb la necessitat d'usar iteracions i no he trobat la manera de fer que el GeoGebra les executés de manera prou ràpida o amb una programació prou senzilla, especialment quan aquestes tenen una estructura fractal.

Un bon dia, per motius que no venen al cas, em vaig trobar assegut en una sala de l'Hostal Fugaroles de Sant Hilari Sacalm en una sessió d'introducció al Processing ² durant un festival d'art contemporani. Simplement no tenia res millor a fer en aquell moment i em va semblar que destinar una hora a aprendre a fer videoprojeccions podia ser interessant. Doncs sí. Em va servir per il·lustrar la meua tesi doctoral, que no és poca cosa.

El Processing és un programari de codi obert destinat a l'elaboració de videoprojeccions, com deia, ideat per Ben Fry i Casey Reas en un grup de recerca del MIT Media Lab el 2001. És un llenguatge multiplataforma basat en Java, però també té contraparts *p5.js* en Javascript i *Processing.py* en Python, totes de descàrrega lliure des del seu lloc web.

En tot programa de Processing trobem dues funcions principals. En la funció *setup()* es declaren les mides de la finestra, tipus de gràfic (2D o 3D, tipus de renderització,...) i s'inicialitzen les funcions. La funció *draw()* corre unes 60 vegades per segon (si pot i no modifiquem els paràmetres). Per exemple,

```
1 void setup() {
2   size(640, 360); // mides de la finestra
```

²<http://processing.org/>

³<https://www.youtube.com/watch?v=RWAcbV4X7C8&list=PLRqWx-V7Uu6bXUJvvnMWGU5SmjhI-0Xef>

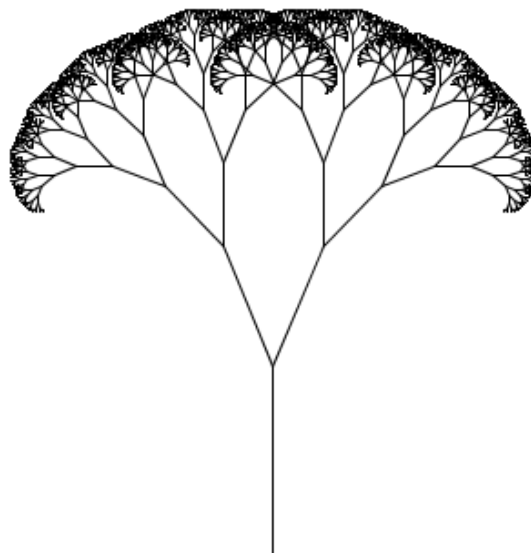
⁴<https://processing.org/examples/>

```
3   background(0); // fons negre
4 }
5 void draw(){
6   // cercle en les coordenades del ratolí:
7   ellipse(mouseX,mouseY,10,10);
8 }
```

va dibuixant un cercle allà on posem el ratolí, deixant-ne la traça.

El següent codi ens dibuixa un arbre fractal d'alçada variable segons la posició del ratolí:

```
1 float angle=PI/8;
2 void setup() {
3   size(640, 360);
4 }
5 void draw() {
6   background(255); //Fons blanc
7   translate(width/2,height); //Origen de
8   // coordenades al centre de la part
9   // inferior
10  rotate(PI); //Dirigit amunt
11  branca(height-mouseY); //Primera iteració
12 }
13 void branca(float lon) {
14   if (lon > 1) { //Condicció de parada
15     pushMatrix(); //Desa sistema de referència
16     line(0, 0, 0, lon); //Dibuixa la branca
17     translate(0, lon); //Mou referència
18     rotate(angle); //Rota referència
19     branca(0.66*lon); //Comença una branca nova
20     rotate(-2*angle); //Rota enrere
21     branca(0.66*lon); //Sant tornem-hi
22     popMatrix(); //Restaura referència anterior
23 }
```



Com pot observar el lector, en poques línies podem crear figures complexes. L'exemple anterior està inspirat en el tutorial de fractals de Daniel Shifmann.³ De fet, en instal·lar Processing al nostre ordinador també es descarreguen una

pila d'exemples interessantíssims.⁴ El mateix Shifmann ens ensenya a navegar pels conjunts de Mandelbrot i de Julia (llegiu-lo amb accent a la a) al seu canal de Youtube.⁵

A més del codi bàsic, que inclou múltiples eines de dibuix però també manipulació algebraica de vectors i altres eines matemàtiques, el programari està equipat amb tota mena de paquets per interactuar amb imatges, vídeos i sons captats en directe pel nostre ordinador. Per què no podem explicar les transforma-

cions de Möbius amb un gravat d'Escher, una fotografia de la Sagrada Família o la captura de vídeo dels alumnes de la classe en directe?

Els programes es poden exportar com a aplicacions o, si s'usa la versió javascript, es pot incrustar l'aplicació en una pàgina web tot i que es perd força velocitat computacional respecte a la versió original. Com a exemple casolà, al meu lloc web podeu trobar un recobridor de Whitney.⁶



Cultura

Fermat torna al teatre

Pep Bujosa

Associació Catalana de GeoGebra

Pierre de Fermat torna a aquesta secció. Fa un parell de números us vaig comentar un musical que, amb el nom de *The Fermat's Last Tango*, es va estrenar a Nova York l'any 2000. Doncs bé, durant el mes d'abril i maig s'ha representat

a Barcelona una altra obra basada en el famós teorema de Fermat. El títol d'aquesta nova versió és *El Misteri de Fermat* i s'ha pogut veure al Teatre Almeria del barri de Gràcia de Barcelona.

⁵<https://www.youtube.com/watch?v=fAsaSkmbF5s>

⁶<http://mat.uab.cat/%7Emprats/Whitney.html>



El grup

El grup responsable del muntatge és el **Teatre de l'Enjòlit**. És una companyia que neix l'any 2007 a Barcelona com a grup de treball i experimentació a l'Institut del Teatre. La seva primera obra va ser *Potser Somniar* (premi Adrià Gual 2007 de l'Institut del Teatre). D'altres obres d'aquest grup són *En la primavera perpètua* (2007); *Si no ens paguen, no paguem!* (2013); *El setè cel* (2014). L'any 2015 van rebre el premi de la crítica Serra d'Or amb aquesta distinció: «Per l'aposta en els vostres muntatges per un teatre polític de forta càrrega social, que reivindica la necessitat d'un teatre compromès amb el seu temps».

Aquesta obra és, per tant, un canvi en la trajectòria del grup. Com ells mateix diuen: «Ara ens plantegem un nou repte. Un espectacle sobre les matemàtiques. A través de la història de l'últim teorema de Fermat, volem transmetre **l'amor per la ciència**, el repte apassionant d'enfrontar-se a un enigma i, en definitiva, descobrir un món que sovint se'n presenta com hermètic però que **amaga una enorme bellesa**».

L'autor i director és Albert Alemany. S'ha basat, principalment, en el llibre de Simon

Singh *El enigma de Fermat*. Només quatre actors en escena (Elies Barberà, Jenny Beacraft, Arnau Marín i Andrea Portella) que interpreten 25 personatges. Andrew Wiles és molt ben interpretat per l'actriu Andrea Portella. Ningú representa Pierre de Fermat, tot i que està sempre molt present.

La trama

L'obra comença amb una escena impactant. Apareixen Andrews Wiles i tres personatges més, vestits amb bates blanques. Van amb els ulls tapats i intenten avançar sense ensopegar en una habitació amb mobles que els dificulten el pas. En Wiles, encara amb els ulls tapats, es dirigeix al públic i diu: «Tal vegada la millor manera de descriure la meua experiència en fer matemàtiques sigui la d'entrar en una habitació fosca, molt fosca. Vaig avançant amb compte, primer ensopegant amb els mobles i, de mica en mica, vaig aprenent on està cada moble. Finalment, després d'uns sis mesos, trobes l'interruptor i encens el llum. De cop i volta, tot queda il·luminat i pots veure exactament on ets». Amb aquesta frase, l'autor de la qual és el mateix Wiles, comença la funció i ja ens presenten una de les característiques de la recerca matemàtica que aniran desenvolupant: la perseverança necessària per avançar, entre la foscor inicial, fins a trobar la idea brillant que portarà cap a la solució.

Després d'aquesta declaració d'intencions, l'obra tracta quatre aspectes diferents.

• El teorema de Fermat. Teoremes i demostracions.

Presenten el teorema de Fermat d'una manera molt entenedora i el comparen amb el teorema de Pitàgores. Expliquen també la famosa frase que Pierre de Fermat va escriure el 1637 al marge del llibre *Aritmètica* de Diofant: «He descobert una demostració veritablement meravellosa d'aquesta proposició, però aquest marge és massa estret perquè hi càpiga». Aquest és l'enigma que es va mantenir durant més de 300 anys. També fan servir uns quants cubs de cartró que formen una petita paret per exemplificar la solidesa d'una estructura matemàtica, en què cada teorema demostrat serveix de base per a un altre. Si traiem un cub de l'estructura perquè un teorema és fals, tota l'estructura trontolla i pot caure.

- **Repàs històric dels intents de demostració dels teorema.**

Fan un recorregut dels avenços parcials de la demostració a través de la història. En aquesta part van sortint els grans matemàtics que hi van treballar. Veiem interpretacions, en molts casos, força iròniques, de Marin Mersenne, René Descartes, Pascal, Euler (amb el seu gos E), Sophie Germain, Cauchy, Legendre, Gauss i Ernst Kummer, entre altres.

- **Yukata Taniyama i Goro Shimura.**

Una altra part de l'obra està dedicada a la relació entre Taniyama i Shimura. Veiem quan es coneixen al Japó, quan comencen a col·laborar i quan enuncien la seva sorprenent conjectura. Les formes modulars i les corbes el·líptiques habiten regions completament diferents del cosmos matemàtic i ningú hauria cregut que existia la més mínima relació entre els dos temes. No obstant això, Taniyama i Shimura van suggerir que les corbes el·líptiques i les formes modulars són en realitat una sola cosa. D'aquesta manera podien unificar els mons modular i el·líptic. En aquell moment encara ningú no ho sabia, però aquesta conjectura seria fonamental per a la demostració del teorema de Fermat.



- **Andrew Wiles**

Una part important de l'obra està dedicada a la figura d'Andrew Wiles, com no podia ser d'una altra manera. Ens ensenyen, amb unes projeccions força suggerents, com des de petit estava interessat en els llibres d'enigmes matemàtics i que en una ocasió va trobar, en un d'aquests llibres, l'enunciat del teorema de Fermat. Va quedar sorprès

per la seva aparent senzillesa i del fet que encara ningú no l'havia pogut demostrar. També veiem el seu pas per la Universitat de Cambridge, fent la seva tesi doctoral sobre corbes el·líptiques. Després aconseguix una càtedra a la Universitat de Princeton. Quan ja està instal·lat allà, veiem com un amic li explica que en un congrés a Alemanya s'havia demostrat la relació entre la conjectura de Taniyama-Shimura i el teorema de Fermat, de manera que qui demostrés la conjectura demostraria el teorema, perquè la primera implicava necessàriament el segon. Aquesta escena és el punt de partida de la recerca de Wiles. L'última part de l'obra ens mostra la feina individual i secreta, al seu estudi, de la demostració de la conjectura de Taniyama-Shimura que el portaria a demostrar directament el teorema de Fermat. Veiem la perseverança i els esforços per sortir de la foscor inicial fins a arribar a la llum de la demostració. Exposa la seva demostració a Cambridge i poc després hi troben una inconsistència que fa que torni al treball d'una manera desesperada fins a arribar a la demostració definitiva. Més de vuit anys de feina intel·lectual per resoldre un enigma de més de tres-cents anys d'antiguitat.

El final de l'obra és també força impactant. Tenim en Wiles en escena, explicant al públic la seva satisfacció per la feina acabada. Ressalta la bellesa i l'harmonia de la demostració, que són fites sempre presents en el treball matemàtic. Surt d'escena i es projecta una part del programa que la BBC li va dedicar. Apareix en Wiles de veritat fent una reflexió sobre el que va sentir al final de la demostració. S'emociona tant que no pot acabar la frase.



L'obra té un caràcter divulgatiu i didàctic molt important i està pensada, sobretot, per a joves estudiants de batxillerat i també per al professorat de secundària. La seva efectiva i senzilla escenografia fa que es pugui representar en locals no gaire preparats. S'expliquen conceptes com teorema i demostració, es valora la recerca de la bellesa i l'harmonia a l'hora de fer matemàtiques i el repàs que es fa d'una part de la història de les matemàtiques és més que notable.

Col·loquis

Vaig tenir l'oportunitat de veure l'obra dues vegades. En tots dos casos, al final de la representació, hi va haver un col·loqui entre l'autor-director, els actors i el públic. A continuació reproduiré una selecció de preguntes i respostes d'aquests col·loquis.

Per què heu passat de fer un teatre polític a una obra sobre matemàtiques?

(*Autor-director*) En realitat hem volgut començar una nova línia i obrir-nos a nous públics. Vèiem que en aquesta història hi havia un gran potencial, que podia anar dirigit a un públic més jove, a estudiants? És una manera diferent d'apropar-se a les matemàtiques, no hermètica sinó des del joc. També vèiem que podria tenir interès per a la gent aficionada a la ciència i per això hem fet unes funcions obertes al públic en general.

D'on has tret la informació per escriure l'obra?

(*Autor-director*) Descobreixo aquesta història llegint el llibre *El enigma de Fermat* de Simon Singh i veig que, tot i que jo soc de lletres, vaig aprenent coses que desconeixia. A la vegada, em va seduir molt la història en si mateixa. Vaig descobrir també que la simplicitat i la profunditat que pot tenir una obra d'art, com pot ser un poema o un quadre, també ho té un teorema. En el món educatiu moltes vegades se separen els conceptes entre ciències i lletres i, en canvi, veia que es poden trobar punts en comú. Això em va seduir. A més, em vaig fer la pregunta, què mou un matemàtic a estar vuit anys tancat per demostrar un teorema? Un teorema que no té una utilitat directa... Això també em va cridar molt l'atenció!

Interpreteu 25 personatges i només sou quatre actors. Com us ho feu?

(*Actor*) És divertit. Ens ho hem pres des de la perspectiva d'un joc. I pensant molt en el públic que tindríem, que també era nou per a nosaltres. Pensàvem com podríem atreure l'atenció de joves de 16, 17 o 18 anys i com jugar amb ells. Però sempre intentant no tractar-los d'idiotes, com es fa de vegades.

Com ho has fet per caracteritzar els diferents matemàtics que van sortir?

(*Autor-director*) N'hi ha alguns que són més fidedignes com Descartes o Euler, que tenien uns egos molt forts. En canvi, amb altres hem fabulat una mica i ens hem tirat a la piscina. Hem buscat més la complicitat, la comicitat, cercant un ritme més de comèdia, fins i tot portat a l'extrem.

Ressalteu el paper de la dona matemàtica?

(*Autor-director*) Una de les coses que m'he adonat és que hi ha unes històries apassionants darrere dels grans matemàtics. Unes històries molt humanes però increïbles. Em va cridar molt l'atenció el cas de Sophie Germain, una dona de finals del XVIII que no pot estudiar matemàtiques perquè és dona. Se les empesca per agafar la personalitat d'un home i així poder seguir els cursos a la universitat. Només aquesta història ja donaria per fer una altra obra. Ho he volgut remarcar.

Per això també vau decidir que el personatge d'en Wiles el faria una actriu?

(*Autor-director*) No, no. La veritat és que no va ser pensat inicialment. Va ser circumstancial.

Coneixeu el musical *The Fermat's Last Tango* que també tracta el tema?

(*Autor-director*) L'hem conegut quan la nostra creació ja estava molt avançada. Ens vam adonar que estàvem fent una cosa totalment diferent. Per tant, no ens va influir en res.

Esperem que es trenqui el tòpic que els matemàtics som persones estranyes. També ens agrada el teatre i l'art...

(*Autor-director*) També ho volem mostrar. Es poden connectar les matemàtiques amb l'art. Nosaltres, que som del món del teatre, si ens preguntem per què serveix estar-se vuit anys tancat per demostrar un teorema, ens podem

preguntar també per què serveix lluitar per tirar endavant una obra de teatre, amb tots els esforços que s'hi han de dedicar. Tota la passió necessària i el repte que representen les dues activitats poden ser comparables. Tot és un procés creatiu. Tot és bellesa.



Com rep el contingut de l'obra la gent que no és matemàtica?

(Actor) L'acull bé perquè s'està parlant d'una història d'intriga que inclou un llarg període de la història. També hi ha una part emocional que enganxa. Els joves dels instituts que, evidentment, no arriben a tots els detalls matemàtics, també s'emocionen al final quan veuen el mateix Wiles a punt de plorar.

Quins altres valors podríem ressaltar de l'obra?

(Autor-director) Un dels valors que també crec que es reflecteix és el foment de la curiositat, de les ganes d'aprendre i de les ganes de descobrir. Crec que això va més enllà de les matemàtiques i és el que voldríem transmetre a joves i adolescents.

De cara al curs vinent, penseu continuar representant l'obra per als joves?

La idea és continuar el curs vinent. Veiem que hi ha una via interessant i que, en definitiva, és el públic a qui va adreçada l'obra principalment.

Coneixeu l'obra *Copenhaguen*?

(Autor-director) No la coneixem. Sabem que es va estrenar a Barcelona fa uns quants anys i

que també va del món de la ciència, però no la coneixem.

(La pregunta es refereix a l'obra *Copenhaguen* de Michael Frayn. El nucli de l'argument es basa en la famosa trobada dels físics Niels Bohr i Werner Heisenberg el 1941 a la ciutat de Copenhaguen, en qualitat de mestre i deixeble, i enemics per la situació dels seus dos països durant la Segona Guerra Mundial. Es va representar al TNC l'any 2011. En un proper número faré una reflexió sobre aquesta obra.)

He notat que els matemàtics que apareixen a l'obra estan tractats amb molta ironia i amb una mica de burla. Per què heu triat aquesta manera de presentar-los?

(Autor-director) Aquesta obra té dues parts molt clares. La primera remet a un passat més llunyà i la segona, a un de més recent. A la primera part, volem explicar el teorema i presentar els matemàtics que han treballat en la seva demostració. I hem triat potenciar la part més còmica. A la segona, hi hem volgut donar un estil més dramàtic. A més, a la primera part ensenyem l'artifici, surten uns personatges amb unes bates blanques, que poden ser uns narradors o uns científics que expliquen una història, fent teatre, es caracteritzen allà mateix amb perruques i expliquen la història còmicament. En tot moment ensenyem l'artifici. No hem tingut cap voluntat de burlar-nos-en, només faltaria!

Per als actors i actrius, això de parlar de coses que no enteneu del tot, com us ha influït a l'hora de preparar el vostre personatge?

(Actriu) Primer has d'entendre bé la part humana que hi ha en cada personatge. Després ens hem anat informant fins a un cert punt. És interessant el nou llenguatge que s'obre davant teu.

Contacte

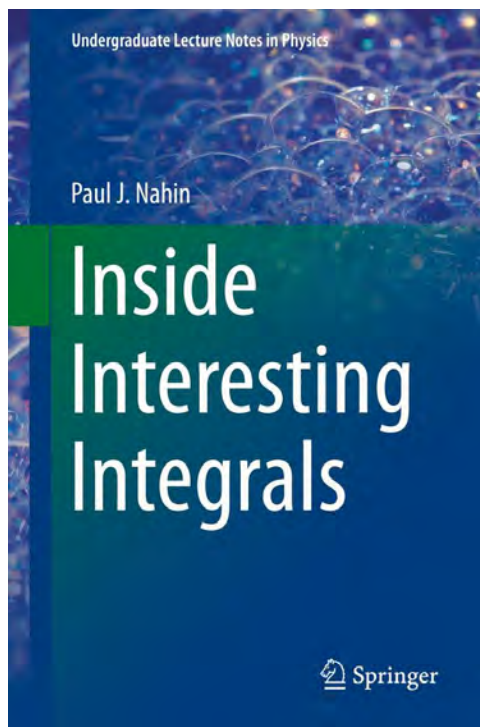
Ja veieu que aquesta és una obra que es pot aprofitar per portar a les escoles i instituts. Si voleu contactar amb el grup, us podeu dirigir a <https://www.teatrenjolit.com/contacto>.

Inside Interesting Integrals, de Paul Nahin

Jaume Soler

Universitat Politècnica de Catalunya

El llibre de Paul Nahin *Inside Interesting Integrals* no és un llibre estàndard de matemàtiques, i això queda clar només en llegir el llarg subtítol, a l'estil dels llibres antics: *A Collection of Sneaky Tricks, Sly Substitutions, and Numerous Other Stupendously Clever, Awesomely Wicked, and Devilishly Seductive Maneuvers for Computing Nearly 200 Perplexing Definite Integrals From Physics, Engineering, and Mathematics*. Queda palès que és un llibre escrit per algú a qui agraden les matemàtiques i probablement amb un cert sentit de l'humor.



Tots els gremis tenen les seves faccions, i el dels matemàtics no n'és una excepció: àlgebra *versus* anàlisi, matemàtica abstracta *versus* matemàtica aplicada i, no hi podia faltar, els ordinadors són indispensables *versus* tenen la mateixa relació amb la matemàtica que una torradora de pa (sic). Generalment, en una obra escrita es passa de puntetes sobre aquestes controvèrsies intragremials, però no és el cas de Paul Nahin, enginyer de professió, fascinat per les integrals definides, sense manies a l'hora d'expressar les seves opinions, però amb el coneixement profund

de les dinàmiques gremials que s'aprèn a les institucions acadèmiques.

L'autor avisa que farà servir tots els recursos que té a l'abast i això vol dir, en particular, l'ús d'eines de càlcul numèric per fer una comprovació dels resultats que sigui independent de la teoria. Aquesta manera de procedir té un avantatge indiscutible: a més d'una comprovació (innecessària?) potser ens proporcionarà una llista d'integrals problemàtiques des del punt de vista numèric, que sempre és interessant.

El prefaci està escrit en un llenguatge viu i irònic: l'autor és perfectament conscient que, d'una banda, li poden dir que no té interès trobar expressions tancades perquè la majoria d'integrals s'han de calcular numèricament, i, de l'altra, que no té interès trobar expressions tancades perquè la teoria de la integral és molt més que una col·lecció de receptes. Però tot seguit ens fa saber que G. H. Hardy (de qui tothom recorda la frase sobre les aplicacions de la matemàtica que ell mateix va escriure a *Mathematician's Apology*) rarament podia resistir la temptació de calcular una integral definida. En efecte: «I tried very hard not to spend time on your integrals, but to me the challenge of a definite integral is irresistible», va escriure el mateix Hardy en una nota enviada a un jove H. S. M. Coxeter en resposta a una pregunta d'aquest darrer, referent a una integral, publicada a la *Mathematical Gazette*. Coxeter explica aquesta anècdota a la introducció del seu llibre *Twelve Geometric Essays*. Ara sí que Paul Nahin se'ns ha posat a la butxaca als del gremi propietari de les integrals!

Que el llibre de Paul Nahin no és trivial queda clar en l'exemple següent, extret del prefaci: si calculem numèricament (tant si ho fem amb un paquet comercial com si escrivim un codi C++) la integral $I_n = \int_0^\infty \left(\prod_{k=1}^n \cos \frac{x}{k} \right) \frac{\sin 4x}{x} dx$, trobarem que per a $n \leq 30$, el resultat és sistemàticament 1.57079632679..., i s'ha de ser molt poc imaginatiu per no conjecturar que aquesta integral va $\pi/2$ per a tota n . Resulta, però, que per a $n = 31$ obtenim el resultat 1.57079632533...

Aquesta irriquant diferència a la novena posició decimal, si la comentem amb els companys de feina, serà immediatament atribuïda, segons el gremi de qui ho digui, a 1) errors d'arrodoniment perquè hem comès el pecat de fer servir un paquet comercial en comptes d'escriure un codi C++ amb precisió quàdruple, o 2) els mètodes numèrics són una cosa i les matemàtiques una altra. Resulta, però, que la integral aquesta té una mica més de recorregut: val exactament $\pi/2$ per a $n \leq 30$, però pren un valor diferent si $n \geq 31$, i d'aquest fet n'hi ha una demostració. La integral en qüestió està relacionada amb la de $\sin(x)/x$ sobre tot el semieix positiu a través d'unes transformacions trigonomètriques senzilles. Es poden trobar els detalls a Nick Lord, «An Amusing Sequence of Trigonometric Integrals», *The Mathematical Gazette*, July 2007, p. 281–285.

Un altre exemple del llibre fa referència a un article d'Erik Talvila publicat el 2001 a *The American Mathematical Monthly*, on s'explica la història següent: una tarda avorrida de diumenge l'autor de l'article estava fullejant una taula d'integrals quan es va adonar que hi havia quatre integrals divergents conegudes que les taules donaven com a convergents. Estirant el fil, l'autor va seguir el rastre d'unes taules a unes altres, fins a les de David Bierens de Haan (1822–1895), matemàtic holandès que les va publicar el 1858 amb el títol *Tables d'intégrales définies*, probablement la primera taula d'integrals que mereix aquest nom. De Haan dona la referència de les quatre integrals... que no és cap altra que Augustin-Louis Cauchy en persona. L'error (derivat sota el signe d'integral en un cas en què no es pot fer) s'ha anat copiant d'un llibre a un altre durant gairebé 200 anys!

Al llarg del llibre, l'autor fa referència a un llibre de títol similar, *Irresistible Integrals* (Cambridge University Press) de George Boras i Victor Moll, que també porta un subtítol revelador: *Symbolics, Analysis and Experiments in the Evaluation of Integrals. Experiments?* Amb la capacitat de càlcul d'avui en dia, si una integral calculada numèricament coincideix

amb $\log(2)$ amb 10.000 decimals, hi ha una certa probabilitat que valgui exactament $\log(2)$. Ja sabem que no és una demostració, però potser és bona idea tenir-ho present. Estem en aquesta terra de ningú que Jonathan Borwein anomenava (oh, heretgia!) *matemàtica experimental*.

Si Cauchy hagués disposat de la nostra capacitat de càlcul, hauria volgut comprovar numèricament la convergència d'aquelles integrals? Naturalment, no ho podem saber, però davant la temptació de descartar-ho amb un gest de la mà i dir que els grans clàssics no estaven per fer càlculs numèrics, Nahin ens recorda que entre els papers de Riemann s'hi troba un càlcul de $\sqrt{2}$, amb trenta-vuit xifres decimals!

I amb això resulta que Paul Nahin ha aconseguit reunir una col·lecció de *devilishly clever devices* que ens permeten trobar expressions tancades per a unes integrals que a primera vista són inabordables. Alguns d'aquests trucs són tant o més diabòlics perquè són molt elementals. És cert que el càlcul d'expressions exactes per a integrals definides (i podríem dir el mateix per a sumes de sèries, per exemple) té un interès relatiu. Hardy deia, referint-se a les 1.900 pàgines de càlculs del *Treatise on the Integral Calculus* que, bàsicament, la utilitat d'aquest llibre de Joseph Edwards era «recordar-nos que el segle XIX encara no havia mort». Nahin diu sense embuts que ell no està d'acord amb aquesta afirmació lleugerament malèvola, per més que Hardy sigui el gran G. H. Hardy FRS. Nosaltres aquí no hi afegirem res, *noblesse oblige*. Cent pàgines de càlculs abstractos només per trobar una expressió tancada aporten poc a la matemàtica, però un *sneaky trick* insospitat de quatre línies...? doncs a la majoria del gremi ens passa el mateix, precisament, que a l'il·lustre matemàtic del Trinity: ens fa venir una esgarrifança.

En definitiva, ara que venen vacances, un llibre que es pot llegir a trossets, començant per qualsevol pàgina, on trobareu petites joies de l'enginy matemàtic. Gaudiu-ne.

El sistema d'eixos de coordenades (primer premi del concurs de relats curts Cangur 2018)

Nil Puiggròs Cuadros
3er ESO, Escola Pia d'Igualada

20 de juliol. Un 20 de juliol molt mogut. Les vacances comencen per a tothom, i el sistema d'eixos de coordenades està ple de rebombori. Són tres funcions completament diferents les que han iniciat aquest enrenou i les que protagonitzen la història.

Funció Lineal.

- Pare, falta molt?
 - Pare, per on anem?
 - Nois ja us he dit que encara ens falta per arribar a P (56,89), i que podeu tenir paciència, però si voleu parem aquí.
 - Visca! On estem, pare?
 - Això, pare, a quin lloc parem?
 - Parem a un lloc fascinant. A l'origen del nostre món. El punt (0,0)!
 - Però si sempre parem aquí! Cada any, anant de vacances, parem aquí! I sempre passa el mateix!
 - És veritat! Sempre ens trobem gent de tota mena, i, la veritat, és que a mi els turistes que baixen del 2n quadrant al 4t no em fan cap gràcia!
 - Prou! Estic fart dels vostres renecs! A la vostra mare i a mi ens ha costat molt planificar aquest viatge, així que no ho esguerreu! Tu que n'opines, estimada?
 - Doncs el mateix que tu, estimat. Em vaig passar dies calculant el pendent que necessitaríem per arribar on voleu, però que ens sortís econòmic! L'únic punt de l'eix d'ordenades que no es paga és aquest, però vosaltres preferiu evitar-lo per no trobar-vos gent que «us molesta». Però què us heu cregut que sou? Una funció afí? Prou de queixar-se ja! Entesos?
 - Entesos, mare.
- Entesos, pare.

Funció Aff.

- I bé, ara em dieu on anem?
- Sí, sí. Anem a... P (57, -69).
- Què?!
- Què passa? Que no et fa il·lusió?
- No, mare, no em fa il·lusió. Anem al 4t quadrant!
- Escolta la teva mare, fill. Ella s'esforça durant tot l'any per treballar, i ens ha aconseguit un hotel a P (0, 100). Què? Ara les vacances no et semblen tan avorrides ni miserables i simples. Eh?
- Estic al·lucinat! He llegit que el punt (0,100) és tan exclusiu que poca gent arriba a representar-lo en el pla, ni molt menys passar-hi. Gràcies!
- I això no és tot, fill. El teu pare i jo hem parlat amb l'hotel perquè estiguem només aparellats i convivint amb els de la nostra espècie: Els positius! No ens haurem ni d'acostar als negatius! Quin fàstic! No suportem aquells nombres! Perquè han d'anar sempre amb el símbol de resta al davant? Què s'han cregut? Que són una operació?
- Mare, és que no sé com dir-te això... Saps la nòvia de qui et vaig parlar? Doncs bé, és un 50, com jo, però amb un - al davant. És un -50.
- Nooooooo! La meua descendència serà negativa! No us caseu! Us ho prohibeixo! Un -2.500! Què dirà la gent del carrer? Em veurà passejar a mi, a aquest 10 tan elegant, amb un vulgar i simple -2.500! Saps què? Si continues amb ella, no vindràs de vacances amb nosaltres!
- Doncs em quedo al 2n quadrant! Em sap greu, però prefereixo l'amor que viure com un positiu!

- Com pot ser!? Ha saltat! Com el podem haver malcriat així. Un -50. El que ens faltava. Això és culpa teva!
- Meva?
- Sí, va ser idea teva això de viure al 2n quadrant. Aprèn a conviure amb nombres negatius! La frase que em vas dir per convencem. I, ara, mira on m'has portat! A un destí en què estic obligada a fer de iaia d'un trist i patètic -2.500! Al·lucino!
- Mira, fem una cosa. Anem al punt (0, 100) i allà ens relaxem, prenem unes copes i de seguida trobarem una solució. Però sense alterar-nos. Entesos?
- Entesos. Sobre això de les copes, convides tu, oi?



Funció Constant.

- On anem?
- Tranquil...

- On anem?
- Tranquil...
- On anem?
- Tranquil...
- On anem?
- Fins a l'infinit...
- Què?!
- On volies que anéssim?
- Al 1r quadrant! Ja saps que és el meu somni!
- Però no podem! Estem destinats a situar-nos en un lloc paral·lelament a l'eix d'abscisses.
- I per què?
- Per què? Vols que et torni a explicar la història?
- No...
- Hi havia una vegada el nostre avantpassat anomenat Constantí...
- Ja comencem...
- Aquest avantpassat va voler desafiar les normes dels eixos de coordenades i va intentar donar una volta a un d'ells. Que sonat! Com a càstig, els dos déus, x i y , amb l'ajuda del seu amic secret, z , van condemnar el meu rebesavi i a tota la seva descendència hagués de fer sempre el mateix recorregut per la x , però que no pogués avançar mai per la y . Ho entens ara?
- Sí, pare, sí. Ho entenc. Gràcies per explicar-m'ho per enèsima vegada.
- De res home, de res. Vinga, pròxima parada: P (159,-78).

Möbius (1790–1868)

Eduard Recasens

Doctor en Ciències (Matemàtiques)

Prefaci

Abans de la unificació alemanya, el gener del 1871, el territori europeu que avui és Alemanya estava format per un irregular mosaic d'estats independents que compartien una mateixa llengua i certes tradicions culturals. Al segle XVIII i iniciat el XIX, la matemàtica que s'ensenyava a les escoles i a les universitats de la majoria d'aquests estats tenia un nivell molt baix i la recerca matemàtica estava principalment reservada a les acadèmies de ciències. Això, però, començaria a canviar a partir de la primera dècada del segle XIX com a conseqüència dels aires liberals que van córrer per Europa a partir de la Revolució francesa. La majoria dels estats alemanys van decidir impulsar els estudis i la recerca tecnològica i científica, i en particular van incloure la matemàtica com una de les assignatures bàsiques en els programes educatius, amb la novetat que es va considerar que la matemàtica no tan sols era una eina instrumental bàsica per a la ciència i la tecnologia, sinó també una disciplina de gran valor formatiu per desenvolupar la capacitat racional dels individus. Això va fer que Alemanya augmentés considerablement en el nombre de matemàtics, recordem el nom d'alguns d'ells: Gauss, Pfaff, von Staudt, Feuerbach, Möbius, Plücker, Steiner, Grassmann, Hesse, Riemann, Frobenius, Dirichlet, Dedekind, Kronecker, Cantor, Bessel, Jacobi, Kummer, Weierstrass, Klein, Hilbert, aquests matemàtics, entre d'altres, van obrir bona part dels camins que després seguirien els matemàtics europeus del XX.

Just a l'inici d'aquest gran desenvolupament de la matemàtica alemanya del XIX és on cal situar la figura d'August Ferdinand Möbius.

Trets biogràfics

Möbius va néixer a l'estat de Saxònia, a Schulpforta, el 17 de novembre de 1790. Schulpforta era, i encara és, una escola que ocupa un antic monestir medieval cistercenc, situat uns

50 quilòmetres al sud-oest de Leipzig. El pare de Möbius hi treballava com a professor de dansa i, a més hi tenia la casa. Al cap de tres anys d'haver nascut Möbius, però, va morir. La mare va traslladar-se a viure a la ciutat propera de Naumburg i es va fer càrrec de la instrucció del seu únic fill fins que va fer 13 anys, llavors, va decidir ingressar-lo a Schulpforta. En aquest primer període escolar, Möbius ja va començar a mostrar un gran interès per les matemàtiques. Amb tot, el 1809, com que li havien aconsellat que fes Dret, va entrar a la Universitat de Leipzig amb aquest propòsit, però, pocs mesos després, va deixar el Dret i va decidir fer Matemàtiques, allò que ell desitjava de debò.



Va tenir Moritz von Prasse de matemàtiques, Ludwig Wilhelm Gilbert de física i Karl Mollweide d'astronomia. Mollweide era un astrònom de certa fama i Möbius va poder treballar amb ell com a assistent. El 1813, va aconseguir una beca per anar a Göttingen i va poder assistir als cursos d'astronomia que

Gauss impartia. Entre ells dos es va establir una bona relació i Gauss el va recomanar per ocupar un lloc a l'Observatori Astronòmic de Leipzig. Després de Göttingen, Möbius va visitar la Universitat de Halle i va assistir a les classes de matemàtiques de J.F. Pfaff.

El 1814 va defensar la seva tesi doctoral *De computandis occultationibus fixarum per planetas* a la Universitat de Leipzig i el 1815, per aconseguir el certificat que li havia de permetre exercir la docència, va presentar la memòria *De peculiaribus quibusdam aequationum Trigonometricarum affectionibus*.

El 1814 quan va morir Von Prasse, va quedar vacant la plaça de matemàtiques que tenia a la Universitat de Leipzig, i aleshores Möbius va pensar que podria ocupar-la però això no va ser possible ja que Mollweide va deixar l'astronomia per poder ocupar la plaça de matemàtiques.

De totes maneres Möbius havia decidit quedar-se a viure a Leipzig i volia ser professor de la seva universitat, cosa que va aconseguir però, durant molts anys, va haver de romandre en un lloc de poca categoria acadèmica en l'escala professional perquè les places que sortien per promocionar estaven totes fora de Leipzig.

El 1816, va acceptar l'encàrrec de la Universitat de Leipzig per substituir Mollweide en les classes d'astronomia i aquest mateix any també va acceptar entrar a l'Observatori Astronòmic de Leipzig en qualitat d'observador.

Gran part de la seva vida va ocupar aquest dos llocs de treball fins que el 1844, quan ja tenia 54 anys, la Universitat de Leipzig el va ascendir a catedràtic i quatre anys després, el 1848, va ser nomenat director de l'Observatori. Quan Möbius havia arribat a l'Observatori per primera vegada, es trobava en pèssimes condicions però amb el temps va aconseguir revifar-lo. Va restituir bona part del material obsolet i va promocionar l'afició a l'astronomia amb la impartició de conferències i publicacions de tipus divulgatiu.

Möbius va viure amb la seva mare fins que va morir, el 1820. Poc després, va decidir casar-se amb Johanna Rothe, la qual, malauradament, al cap de poc va perdre la visió. Amb ella van formar una família composta per una filla i dos fills.

Malgrat que en el període en què va viure Möbius Europa va experimentar grans

canvis, com a conseqüència de fets com la Revolució francesa, l'expansió napoleònica, les revoltes liberals etcètera, la vida de Möbius va transcórrer amb tota regularitat a la seva estimada Leipzig, entre classes, observacions astronòmiques i recerca matemàtica.

Els seus contemporanis el descriuen com un home senzill, reservat i de caràcter molt pacífic, totalment dedicat a la feina i la seva família. Va morir el 26 de setembre de 1868; fins aquest mateix any havia estat fent classes a la Universitat de Leipzig, tenia 78 anys.

Sobre alguns dels mètodes i resultats originals de Möbius

Els escrits matemàtics de Möbius estan recollits en els quatre volums que formen la seva obra completa, *Gesammelte Werke*, editada a Leipzig per R. Baltzer, F. Klein i W. Scheibner en el període 1885–1887.

Aquesta obra recull tres llibres i una gran quantitat d'articles que Möbius va escriure sobre matemàtiques i astronomia. Els llibres són:

- *Der barycentrische Calcul* (1827)
- *Lehrbuch der Statik* (1837)
- *Die Elemente der Mechanik des Himmels* (1843)

El càlcul baricèntric: una nova eina per al tractament analític de la geometria

Der barycentrische Calcul: Ein neues Hilfsmittel zur analytischen Behandlung der Geometrie (1827).

Aquest és el títol complet del llibre en què Möbius presenta via l'àlgebra un estudi de la geometria del pla i de l'espai des d'una perspectiva projectiva. Situat a Alemanya a la dècada del 1820, tant pel tema com pel mètode, el llibre era totalment innovador.

El redescobriment a inicis del segle XIX del tractament projectiu de la geometria es deu al matemàtic francès Victor Poncelet. Ara bé, l'iniciador d'aquesta visió projectiva de la geometria es deu a un altre matemàtic, també francès, del segle XVII, ens referim a Gerard Desargues, qui, l'any 1639, va exposar la seva visió en el llibre *Brouillon Projet d'une atteinte aux événements des rencontres du cône avec un plan*. Llibre que va llegir Descartes, que va

felicitar Desargues pel seu contingut però li va fer una observació: l'intrincat llenguatge en què estava escrit dificultaria la seva comprensió i li pronosticava que, si no el canviava, seria llegit per molt pocs. Desargues no va canviar res i es va complir allò que havia previst Descartes. Van ser molt pocs els qui van introduir mètodes projectius en les seves recerques (Pascal, La Hire, Newton) i la geometria projectiva va haver d'esperar millors temps. Aquests van arribar a la tercera dècada del segle XIX quan, Victor Poncelet, que havia escoltat les cèlebres lliçons de geometria descriptiva que Gaspard Monge impartia a l'École Polytechnique de Paris, va introduir mètodes projectius a la geometria ordinària i el 1822 va publicar *Traité des propriétés projectives des figures*, el llibre que obriria les portes a l'imperi de la geometria projectiva per més de cent anys. La geometria projectiva va tenir una gran acceptació entre els geomètres francesos i, com que en aquells moments París marcava la moda, la geometria projectiva ràpidament es va estendre pel continent. No és, doncs, casual que el jove Ferdinand Möbius, després de llegir els geomètres francesos, s'interessés pel nou enfocament projectiu.

La novetat que Möbius introduí en les seves recerques projectives fou la introducció del llenguatge algebraic per tractar els conceptes i resultats projectius, mentre que Poncelet havia utilitzat la via sintètica, Möbius va optar per la via analítica i no pas l'ús del sistema cartesià de representació, sinó mitjançant el nou sistema de coordenades concebut per ell mateix, que li resultava més útil per al tractament projectiu de la geometria.

En Möbius un punt P del pla es representa per tres coeficients numèrics a, b, c , no tots simultaneament nuls, i, uns tres coeficients més a', b', c' representen el mateix punt P si els nous coeficients són proporcionals als primers. És a dir, un punt del pla de Möbius, que és el pla projectiu real, és una recta homogènia $\lambda(a, b, c)$ $\lambda \neq 0$ a l'espai. D'aquesta manera, els punts de l'infinit, que en el tractat sintètic de Poncelet són punts ideals afegits al pla ordinari, en el tractament analític de Möbius són punts com els altres.

La representació coordenada homogènia dels punts se li va ocórrer a Möbius a partir dels estudis en estàtica de l'equilibri que va fer. Va confirmar que qualsevol punt de l'interior d'un

triangle ABC podia ser el centre de gravetat G dels tres vèrtexs A, B, C si en aquests vèrtexs es col·locaven pesos convenients: un pes a en el vèrtex A , un pes b en el vèrtex B i un pes c en el vèrtex C , i que la posició del centre de gravetat G no variava si es canviaven els pesos a, b , i c per uns altres pesos que fossin proporcionals a aquests últims.

Això li va fer veure que cada punt G de l'interior del triangle quedava determinat per una terna de nombres $\lambda a, \lambda b, \lambda c$, en què λ era un nombre arbitrari no nul. Històricament, el mèrit de Möbius és el d'haver sabut transportar aquest fet físic al camp de la geometria per mitjà de l'àlgebra.

Per poder estendre la representació coordenada a tots els punts del pla, Möbius utilitza coeficients positius i negatius. Utilitza l'expressió algebraica

$$aA + bB + cC$$

per representar un punt genèric S de coordenades a, b, c respecte d'una referència formada per tres punts no alineats A, B, C .

I es compleix la igualtat fonamental

$$aA + bB + cC = (a + b + c)S.$$

Les coordenades estan determinades a menys d'un factor multiplicatiu no nul λ , això és, si (a, b, c) són les coordenades de S , també ho són $(\lambda a, \lambda b, \lambda c)$, Möbius no ho escriu en forma de ternes, sinó que dirà que es conserven les raons entre les tríades de coordenades que representen un mateix punt; hem de recordar que en la primera meitat del segle XIX encara no s'utilitza el llenguatge vectorial. En aquest aspecte, cal dir que Möbius és un dels primers que distingeix el segment AB del segment BA , de manera que $AB + BA = 0$ i estableix sentits de recorregut per calcular àrees i volums orientats.

Per treballar en l'espai tridimensional la referència baricèntrica estarà formada pels quatre vèrtexs d'un tetraedre.

Al llarg del llibre s'estudia la raó doble de quatre punts, les transformacions projectives entre dos espais que anomena colineacions, les còniques, la dualitat, estudia les corbes i superfícies de l'espai expressant les quatre coordenades d'un punt de l'espai com a funcions racionals d'un paràmetre, etc.

Antecedents del càlcul baricèntric

En diferents moments de la història s'ha utilitzat el centre de gravetat i les propietats de l'equilibri estàtic com a eina de càlcul matemàtic, però no sempre s'ha utilitzat de la mateixa manera.

El testimoni més antic el trobem en Arquimedes, que va calcular àrees i volums gens trivials fent servir la llei de la palanca; de fet, Arquimedes va calcular les primeres integrals *avant la lettre*. Alguns geòmetres europeus del XVI i del XVII també van recórrer al centre de gravetat per calcular àrees i volums i fins i tot l'austríac Paul Guldin va escriure *Centrobaryca*, tot un tractat sobre aquesta temàtica.

Ara bé, a l'últim terç del segle XVII, apareixen amb quatre anys de diferència dos llibres en què es fa servir el centre de gravetat i les seves propietats, no pas per calcular àrees i volums, sinó per trobar raons entre segments, originats per transversals en certes figures geomètriques.

Conceptualment, el càlcul baricèntric que presentaven aquests dos llibres era un antecedent clar del mètode baricèntric de Möbius, però aquests dos llibres, innovadors en el mètode i els resultats, van passar desapercibuts per als matemàtics del XVII i del XVIII.

Cronològicament, el primer llibre és *Geometria Magna in Minimis* del castellanenc Josep Saragossà, que es publica l'any 1674.

El segon llibre és *De lineis rectis se invicem secantibus: statica constructio* del milanes Giovanni Ceva, publicat l'any 1678.

Pel que fa a la fonamentació geomètrica, hi ha una diferència bàsica entre aquests dos llibres. Mentre que el llibre de Ceva és una obra de geometria que es fonamenta en les propietats de l'equilibri estàtic, el llibre de Saragossà és un llibre de geometria pura, ja que només es basa en els *Elements* d'Euclides, Saragossà construeix amb tot rigor un punt geomètric, que anomena *centre mínim*, les propietats geomètriques del qual són clavades a les del centre de gravetat de la física.

Mentre Ceva associa «pesos» als punts, Saragossà associa als punts «classes de rectangles homotètics». Els «pesos» (Ceva) i els «rectangles homotètics» (Saragossà) fan el paper de les coordenades homogènies de Möbius.

És en aquest context que apareix la relació entre segments que avui atribuïm a Ceva (teorema de Ceva), però aquesta mateixa relació ja es troba quatre anys abans a la *Geometria Magna in Minimis* de Saragossà. Les demostracions de Saragossà i Ceva són idèntiques, menys en el llenguatge.

Ceva va tenir la sort que, al segle XIX, el seu llibre fos conegut pel geòmetra francès M. Chasles qui, en el seu llibre *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie* (1837), va destacar l'original mètode de Ceva per calcular raons de segments originats per transversals en els costats d'una figura. Els comentaris de Chasles van aportar a la llum el fins llavors desconegut Giovanni Ceva. Per contra, la *Geometria Magna in Minimis* de Saragossà, ha estat desconeguda fins als nostres dies; escrita i publicada en una Espanya tancada en si mateixa i amb un migrat nivell matemàtic, va quedar totalment arraconada ja que segurament pocs la devien llegir i encara menys entendre.

Lehrbuch der Statik (1837)

En aquest llibre, Möbius presenta un estudi geomètric de l'estàtica. Möbius segueix en la línia del matemàtic contemporani francès Louis Poincaré, que ja havia escrit sobre la geometrització de l'estàtica el 1804. Un resultat fonamental era que tot sistema de forces era reduïble a un sistema equivalent format per una sola força aplicada a un punt O i un parell de forces respecte d'un eix que passa per O .

Una de les més notables aportacions de Möbius en aquest llibre és la següent: considera un sistema de forces a l'espai tridimensional, llavors, donat un punt M considera el feix de rectes que passen per M i es pregunta com variarà el moment del sistema respecte de cadascuna d'aquestes rectes, troba la recta del feix respecte de la qual el moment del sistema tindrà un valor màxim (eix) i demostra que tindrà valor zero per a aquelles rectes del feix contingudes al pla per M perpendicular a l'eix, «pla nul» corresponent al punt M . Recíprocament, troba que cada pla de l'espai és el «pla nul» d'un dels seus punts, a aquest punt l'anomena el *punt nul* del pla considerat.

La correspondència entre punt nul i pla nul és biunívoca i defineix una correlació en

l'espai tridimensional de matriu antisimètrica que s'anomena *sistema nul*.

En un sistema nul, a cada recta r li correspon una recta dual r' , que és la recta intersecció de tots els plans nuls corresponents als punts de la recta r .

La correlació sistema nul és un tipus de dualitat diferent de la que Möbius havia formulat al càlcul baricèntric a partir d'una quàdriga, en aquest cas la matriu era simètrica. Möbius no utilitza el càlcul matricial, que encara està per fer, però fa els càlculs oportuns.

La banda de Möbius

El nom *Möbius* és força conegut fora de les matemàtiques gràcies a una bonica superfície no orientable d'una sola cara i un sol contorn, la banda de Möbius.

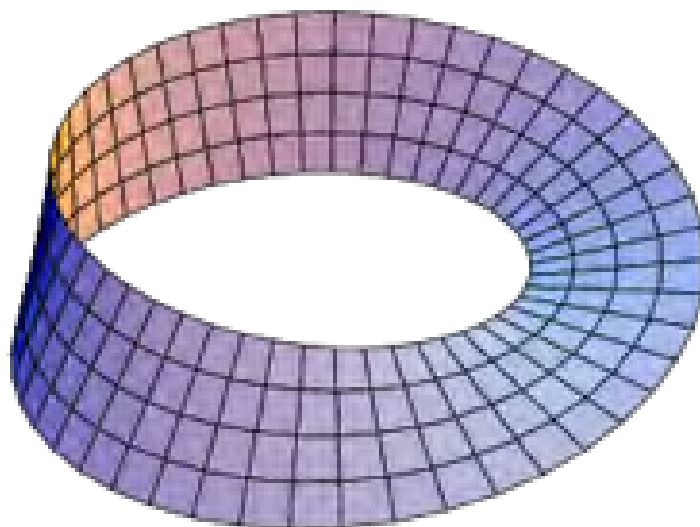
August Ferdinand Möbius va descobrir aquesta superfície el mes de setembre de l'any 1858 en el curs d'una investigació sobre poliedres que havia proposat l'Acadèmia de Ciències de París. Ara bé, en paral·lel hi va haver un altre matemàtic, Johann Benedict Listing, un alumne de Gauss, que l'havia trobat dos mesos

abans, però aquesta superfície no va rebre el seu nom, sinó el de Möbius.

Hi ha una dita popular en matemàtiques que diu que si un teorema porta nom d'algú, és molt probable que aquest algú no sigui el primer descobridor.

Llibres utilitzats:

- [1] Crowe Michael J. (1970–1980) *Dictionary of Scientific Biography*. Scribner's Sons: New York.
- [2] Fauvel John, Gray Jeremy. *Möbius and his band*, (1993) Oxford University Press.
- [3] Klein Felix. *Elementary Mathematics from an Advanced Standpoint. Geometry*, (2004) Dover edition.
- [4] Möbius, Ferdinand. *Der barycentrische Calcul* (1827) Leipzig.
- [5] Recasens, Eduard. *J. Zaragoza's Centrum Minimum, an Early Version of Barycentric Geometry*. *Archive for History of Exact Sciences* Volume 46 (1994), Number 4, Springer-Verlag.



Juanjo Rué

Universitat Politècnica de Catalunya

Després d'unes setmanes de pluges, d'un radiant Sant Jordi ple de roses i llibres i, és clar, de l'arribada del bon temps, de nou un bon grapat de problemes matemàtics a la *SCM/Notícies*. En aquesta ocasió estem amb una modesta celebració: creuem el límit dels 150 problemes proposats, fita gens menyspreable! En aquesta ocasió tindrem dos problemes de geometria sintètica (proposats per Miquel Amengual i Joaquim Nadal), d'aquells que n'hauríem de tenir prou només amb un regle i un compàs. També en tindrem un de desigualtats de polinomis molt entretingut proposat per Xavier Ros-Otón des de Zuric. Finalment, i com és habitual en aquesta secció, José Luis-Díaz Barrero ens proposa una desigualtat amb nombres de Fibonacci. Segur que tots aquests problemes ens faran passar una bona estona. Moltes gràcies a tots per les vostres propostes, totes elles molt interessants!

D'altra banda, veguem les solucions del número anterior. Per manca d'espai només publicarem una mostra de les solucions rebudes, tot i que val a dir que n'hem rebut diverses i amb idees molt diferents. Hem rebut solucions de Joaquim Nadal, d'Esteve Casas i d'Ernest Garriga; a tots ells, moltes gràcies per la feina feta i per les propostes de solucions tan maques i reeixides.

Com sempre, un recordatori: feu arribar tot el material (solucions, propostes de problemes, comentaris, etc.) a l'adreça de correu electrònic següent:

juan.jose.rue@upc.edu.

Així mateix, el material preparat en $\text{T}_\text{E}\text{X}$ o $\text{L}_\text{A}\text{T}_\text{E}\text{X}$ (especialment les figures!) serà més que agraït, ja que permetrà un bon estalvi de temps de cara a l'edició.

Problemes proposats

A149. (Proposat per Miquel Amengual Covas, Cala Figuera, Mallorca.)

Denotem per I l'incentre d'un triangle $\triangle ABC$. Demostreu, fent servir mètodes purament euclidians:

1. Si $AI + BC = BI + CA = CI + AB$, llavors $\triangle ABC$ és equilàter.
2. Si $\frac{AI}{BC} = \frac{BI}{CA} = \frac{CI}{AB}$, llavors $\triangle ABC$ és equilàter.
3. Si $AI \cdot BC = BI \cdot CA = CI \cdot AB$, llavors $\triangle ABC$ és equilàter.

A150. (Proposat per Xavier Ros-Otón, Universitat de Zuric, Zuric.)

Sigui $p(x) = x^n + a_{n-1}x^{n-1} + \dots + a_1x + a_0$. Suposem que p té totes les arrels reals, i sigui a el màxim de totes elles. Proveu que per a tot $x \geq a$ es compleix que

$$p'(x) \geq n [p(x)]^{\frac{n-1}{n}}.$$

A151. (Proposat per José-Luis Díaz Barrero, BarcelonaTech UPC, Barcelona.)

Sigui n un enter no negatiu. Demostreu que

$$\sum_{k=1}^n \sqrt{\binom{n}{k} \frac{k - \sqrt{k^2 - 1}}{\sqrt{k(k+1)}} \frac{F_k}{F_{2n}}} \leq \sqrt[4]{\frac{n}{n+1}},$$

on F_n denota l' n -èssim nombre de Fibonacci, definit per $F_0 = 0, F_1 = 1$, i per $n \geq 2$, $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$.

A152. (Proposat per Joaquim Nadal i Vidal. Llagostera.)

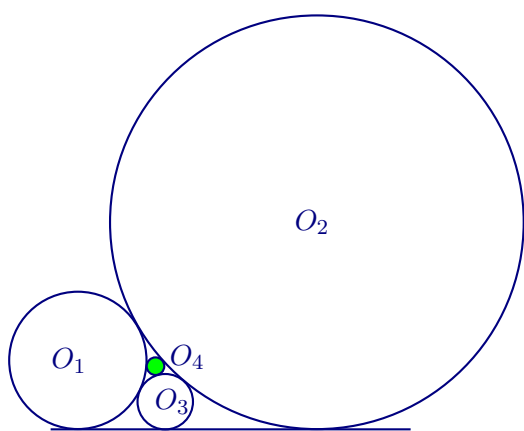
Considerem dues rectes l_1 i l_2 que es tallen en el punt A , i sigui P un punt a l'interior de l'angle \hat{A} . Traceu pel punt P dues rectes r_1 i r_2 que formin entre elles un angle recte, tal que r_1 (resp. r_2) talla l_1 (resp. l_2) en el punt L (resp. M) amb la condició que els triangles $\triangle APL$ i $\triangle APM$ tinguin igual àrea.

Solucions

A145. (Proposat per Miquel Amengual Covas, Cala Figuera, Mallorca.)

Dedicat a Carles Romero i Chesa. Quatre circumferències $O_1(r_1)$, $O_2(r_2)$, $O_3(r_3)$ y $O_4(r_4)$ són mútuament tangents exteriorment i la recta l és una tangent comuna a $O_1(r_1)$, $O_2(r_2)$ i $O_3(r_3)$.

- 1) Expressau el valor de r_4 com una funció de r_1 i de r_2 .
- 2) Si d és la distància de O_4 a l , provau que $d = 7r_4$.



Solució: (Solució de Joaquim Nadal i Vidal, Llagostera.)

Resoldrem els dos apartats alhora. Denotem per A , B , C els punts de tangència de les circumferències $O_1(r_1)$, $O_2(r_2)$ i $O_3(r_3)$ amb la recta l , respectivament. Sigui D la projecció del centre de la circumferència $O_4(r_4)$ sobre l , i d la longitud del segment O_4D . Definim també $s = r_4 + d$ i $u = r_4 - d$. En particular, $s + u = 2r_4$ i $s - u = 2d$. El nostre objectiu serà trobar s i u , d'on deduirem immediatament els valors de r_4 i de d .

Comencem calculant la longitud del segment AB . Pel teorema de Pitàgores, és clar que

$$AB^2 + (r_2 - r_1)^2 = (r_1 + r_2)^2,$$

d'on en deduïm que $AB = 2\sqrt{r_1 r_2}$. Anàlogament, es demostra que $AC = 2\sqrt{r_1 r_3}$ i $BC = 2\sqrt{r_2 r_3}$. Com ara, a més, $AB = AC + BC$, tenim que $2\sqrt{r_1 r_2} = 2\sqrt{r_1 r_3} + 2\sqrt{r_2 r_3}$. Podem per tant aïllar r_3 en funció de r_1 i r_2 . En particular,

per al nostre propòsit, ens interessarà la relació següent (que es dedueix de l'anterior):

$$\frac{\sqrt{r_2}}{\sqrt{r_3}} = \frac{\sqrt{r_1} + \sqrt{r_2}}{\sqrt{r_1}} \quad (1)$$

Ara calculem la longitud AD . Novament pel teorema de Pitàgores, tenim que $AD^2 + (r_1 - d)^2 = (r_1 + r_4)^2$. Aïllant AD^2 n'obtenim que es compleix que $AD^2 = (r_1 + r_4)^2 - (r_1 - d)^2 = (r_4 + d)(2r_1 + r_4 - d)$, d'on trobem que $AD = \sqrt{s}\sqrt{2r_1 + u}$. Anàlogament, podem trobar que $BD = \sqrt{s}\sqrt{2r_2 + u}$ i que $CD = \sqrt{s}\sqrt{2r_3 + u}$.

Ara relacionem les expressions anteriors amb aquestes. En particular, com que $AB = AD + BD$ i $AC = AD + CD$, tenim que:

$$AB = AD + BD :$$

$$2\sqrt{r_1 r_2} = \sqrt{s}(\sqrt{2r_1 + u} + \sqrt{2r_2 + u}), \quad (2)$$

$$AC = AD + CD :$$

$$2\sqrt{r_1 r_3} = \sqrt{s}(\sqrt{2r_1 + u} + \sqrt{2r_3 + u}).$$

Si ara dividim aquestes dues relacions, obtenim que

$$\frac{\sqrt{r_2}}{\sqrt{r_3}} = \frac{\sqrt{2r_1 + u} + \sqrt{2r_2 + u}}{\sqrt{2r_1 + u} + \sqrt{2r_3 + u}}.$$

De la relació (1) ara podem substituir $\sqrt{r_2}/\sqrt{r_3}$, amb la qual cosa tenim la relació:

$$\frac{\sqrt{r_1} + \sqrt{r_2}}{\sqrt{r_1}} = \frac{\sqrt{2r_1 + u} + \sqrt{2r_2 + u}}{\sqrt{2r_1 + u} + \sqrt{2r_3 + u}}.$$

Manipulant aquesta expressió podem aïllar el valor de u , que és igual a:

$$u = \frac{-3r_1 r_2}{2(r_1 + r_2 + \sqrt{r_1 r_2})},$$

i per tant

$$\begin{aligned} 2r_1 + u &= 2r_1 - \frac{3r_1 r_2}{2(r_1 + r_2 + \sqrt{r_1 r_2})} \\ &= \frac{r_1(2\sqrt{r_1} + \sqrt{r_2})^2}{2(r_1 + r_2 + \sqrt{r_1 r_2})}. \end{aligned}$$

Anàlogament deduïm que

$$2r_2 + u = \frac{r_2(2\sqrt{r_2} + \sqrt{r_1})^2}{2(r_1 + r_2 + \sqrt{r_1 r_2})}.$$

Usant ara aquests valors i la relació (2) obtenim finalment que

$$\sqrt{s} = \frac{2\sqrt{r_1 r_2}}{\sqrt{2r_1 + u} + \sqrt{2r_2 + u}}$$

$$= \frac{2\sqrt{r_1 r_2}}{\sqrt{2(r_1 + r_2 + \sqrt{r_1 r_2})}},$$

i per tant $s = \frac{r_1 r_2}{2(r_1 + r_2 + \sqrt{r_1 r_2})}$. Amb això ja hem acabat, ja que

$$r_4 = \frac{1}{2}(s + u) = \frac{r_1 r_2}{4(r_1 + r_2 + \sqrt{r_1 r_2})},$$

$$d = \frac{1}{2}(s - u) = \frac{7r_1 r_2}{4(r_1 + r_2 + \sqrt{r_1 r_2})} = 7r_4,$$

que és el que ens demanaven que demostréssim.

A146. (Proposat per Xavier Ros-Otón, Universitat de Zuric, Zuric.)

Sigui $u(x)$ una funció contínua.

- 1) Demostreu que si $\frac{1}{h}(u(x+h) - u(x))$ és constant per a tot h , aleshores $u(x) = ax + b$.
- 2) Demostreu que si $\frac{1}{h^2}(u(x+h) + u(x-h) - 2u(x))$ és constant per a tot h , aleshores $u(x) = ax^2 + bx + c$.

Solució: (Solució d'Esteve Casas, Sant Celoni.)

Comencem pel primer apartat. Fent $x = 0$ i prenent h qualsevol, sabem que es compleix que $u(h) - u(0) = a \cdot h$, on a és un valor constant. Per tant, com que h és un número real qualsevol, obtenim que $u(h) = a \cdot h + b$, essent $b = u(0)$.

De cara al segon apartat caldrà treballar una mica més. Per començar, podem suposar que $u(0) = u(1) = 0$: en cas contrari, només caldria considerar la funció $u_1(x) = u(x) - (u(1) - u(0))x - u(0)$ i és clar que si aquesta resulta ser un polinomi de segon grau, $u(x)$ també ho serà.

És també evident que si $p(x)$ és un polinomi, només en el cas que el seu grau sigui inferior o igual a 2 la seva diferència segona tal com està enunciada serà constant. En particular, si suposem que $u(x+h) + u(x-h) - 2u(x) = 2ah^2$, i $u(0) = u(1) = 0$ el polinomi de segon grau que compleix l'equació en diferències i aquestes dues condicions ha de ser $p(x) = ax^2 - ax$ per a un cert valor a real.

Ara veurem que la nostra funció $u(x)$ i el polinomi $p(x)$ que acabem de descriure coincideixen en els nombres enters. En efecte, si fem $x = 1$ i $h = 1$, obtenim $u(2) + u(0) - 2u(1) = u(2) = 2a$, per a un cert valor a constant. En general, prenent $h = 1$, $x = n$ es té que $u(n+1) + u(n-1) - 2u(n) = 2a$ i per tant

$u(n+1) = 2a + 2u(n) - u(n-1)$. D'aquesta manera anem determinant tots els valors de $u(n)$ (per valors de n enter positiu) d'una forma que només depèn de l'equació en diferències que compleix. Finalment, si fem $x = 0$ tenim $u(h) + u(-h) - 2u(0) = 2ah^2$, i per tant si h és un nombre positiu, es compleix que $u(-h) = 2ah^2 - u(h)$. Així queda fixada la funció per a qualsevol valor negatiu conegut el corresponent valor en positiu. Per tant, per als enters (tant positius com negatius) es compleix que $u(x) = p(x)$.

Ara veurem que la funció $u(x)$ i el polinomi $p(x)$ també coincideixen sobre els nombres racionals. Si fem $x = h = \frac{1}{n}$, obtenim $u\left(\frac{2}{n}\right) + u(0) - 2u\left(\frac{1}{n}\right) = \frac{2a}{n^2}$. Per tant, podem expressar linealment $u\left(\frac{2}{n}\right)$ en funció de $u\left(\frac{1}{n}\right)$ més un nombre racional que només depèn de l'equació en diferències.

En general, si fem $x = \frac{k-1}{n}$, $h = \frac{1}{n}$ obtenim $u\left(\frac{k}{n}\right) = \frac{2a}{n^2} - u\left(\frac{k-2}{n}\right) + 2u\left(\frac{k-1}{n}\right)$ i per inducció veiem que $u\left(\frac{k}{n}\right)$ s'expressa linealment en funció de $u\left(\frac{1}{n}\right)$ més una expressió que només depèn de l'equació en diferències. Per tant $0 = u(1) = u\left(\frac{n}{n}\right)$ s'expressa linealment com $u\left(\frac{1}{n}\right)$ més una fracció algebraica (de h i de a) que només depèn de l'equació en diferències. En definitiva, $u\left(\frac{1}{n}\right)$ només depèn d'una expressió deduïda de l'equació en diferències $u(x+h) + u(x-h) - 2u(x) = 2ah^2$ i, per tant, el mateix es pot afirmar de $u\left(\frac{m}{n}\right)$ sempre que m sigui més petit (o igual) que n . El mateix argument serveix per demostrar que si $m < n$ són nombres enters positius i k és un altre nombre enter positiu, aleshores $u\left(k + \frac{m}{n}\right)$ ve determinat únicament pel valor de $u(k)$ i de $u\left(\frac{1}{n}\right)$.

Veguem els nombres racionals negatius: la relació $u\left(\frac{k}{n}\right) + u\left(\frac{-k}{n}\right) = 2a\left(\frac{k}{n}\right)^2$, prèviament establerta ens permet estendre a tots els racionals el fet que el valor de $u\left(\frac{k}{n}\right)$ només depèn de la relació de recurrència que compleixen per igual $u(x)$ i $p(x)$ i amb les mateixes condicions inicials $p(0) = p(1) = u(0) = u(1) = 0$. Per tant, $u(x) = p(x)$ per a tot valor de x racional. Finalment, a causa de la continuïtat tant de $u(x)$ com de $p(x)$ i el fet que el conjunt dels nombres racionals és dens en el conjunt dels nombres reals, s'obté que $u(x)$

i $p(x)$ coincideixen en tot \mathbb{R} : si $x \in \mathbb{R}$ i prenem qualsevol successió $\{x_i\}_{i \geq 1}$ de nombres racionals tals que $x = \lim_{i \rightarrow \infty} x_i$, aleshores $u(x) = u(\lim_{i \rightarrow \infty} x_i) = \lim_{i \rightarrow \infty} u(x_i) = \lim_{i \rightarrow \infty} p(x_i) = p(\lim_{i \rightarrow \infty} x_i) = p(x)$. Això demostra que $u(x)$ i $p(x)$ coincideixen arreu, tal com volíem veure.

A147. (Proposat per José-Luis Díaz Barrero, BarcelonaTech UPC, Barcelona.)

Siguin a, b, c tres nombres reals positius tals que $a + b + c = 1$. Demostreu que la desigualtat

$$\frac{a^3}{x^2 + 2y^2} + \frac{b^3}{y^2 + 2z^2} + \frac{c^3}{z^2 + 2x^2} \geq \frac{1}{9(x^2 + y^2 + z^2)}$$

és certa per a tots els nombres reals positius x, y, z .

Solució: (Solució d'Ernest Garriga Valle. Centre Sant Pau, Mataró.)

Estudiarem una desigualtat més general, d'on es deduirà el resultat que volem veure. Siguin X_1, \dots, X_n nombres reals positius. Per a $n \geq 2$, indiquem per $T_n = \{(a_1, \dots, a_n) \in [0, 1]^n, a_1 + \dots + a_n = 1\}$ i $f : T_n \rightarrow \mathbb{R}$ definida per

$$f(a_1, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^n \frac{a_i^3}{X_i^2}.$$

Aquesta funció és contínua en el compacte T_n i, per tant, tindrà un mínim absolut que anomenem m_n . La vora de T_n , que indicarem per T_n^v , està formada per la reunió, no disjunta, de còpies $T_{n-1} \subset T_n$ on almenys un dels a_i és igual a 0. Posem $T_n^i = (0, 1)^n$ (l'interior de T_n) i estudiarem f sobre la parella T_n^i i T_n^v . Calcarem m_n fent inducció.

Per trobar m_2 , usem la notació $X = X_1, Y = X_2$. Primer, veiem T_2^i ve donat per la relació $a + b = 1$ amb $(a, b) \in (0, 1)^2$, o parametrizant per $g(a) = (a, 1 - a)$ amb $a \in (0, 1)$. Calculant les derivades, obtenim un únic punt crític. Per exemple, imposant $(f \circ g)'(a) = 0$, obtenim $a = \frac{X}{X+Y}$, d'on $1 - a = \frac{Y}{X+Y}$ i $(f \circ g)\left(\frac{X}{X+Y}\right) = \frac{1}{(X+Y)^2}$. Ara $T_2^v = \{(1, 0), (0, 1)\}$ i $f(1, 0) = \frac{1}{X^2}$ i $f(0, 1) = \frac{1}{Y^2}$. Per tant, $m_2 = \frac{1}{(X_1 + X_2)^2}$. Suposem per inducció que $m_{n-1} = \frac{1}{(X_1 + \dots + X_{n-1})^2}$ i calculem ara m_n . Mitjançant un multiplicador de Lagrange com el següent

$F(a_1, \dots, a_n, \lambda) = \sum_{i=1}^n \frac{a_i^3}{X_i^2} - \lambda(a_1 + \dots + a_n - 1)$, el sistema següent

$$\frac{\partial F}{\partial a_1} = 0, \dots, \frac{\partial F}{\partial a_n} = 0, \frac{\partial F}{\partial \lambda} = 0$$

proporciona la solució $a_k = \sqrt{\frac{\lambda}{3}} X_k$, per a qualsevol k entre 1 i n . A més, de la relació $a_1 + \dots + a_n = 1$ s'obté $a_i = \frac{X_i}{\sum_{k=1}^n X_k}$. Aquest punt $P_n = \frac{1}{\sum_{k=1}^n X_k} (X_1, \dots, X_n)$ és l'únic punt candidat a donar m_n en T_n^i . Si fem el càlcul obtenim:

$$\begin{aligned} f(P_n) &= \sum_{i=1}^n \frac{X_i^3}{(\sum_{k=1}^n X_k)^3} \frac{1}{X_i^2} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{(\sum_{k=1}^n X_k)^3} = \frac{1}{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}. \end{aligned}$$

Vegem ara la vora de la regió. La restricció de f a la vora T_n^v és de la forma $f(a_1, \dots, a_{i-1}, 0, a_{i+1}, \dots, a_n)$ per almenys un i amb $a_i = 0$. El mínim de f en T_n és el mínim de f en T_n^i , ja que el mínim de f en cada part de la vora és:

$$\frac{1}{(\sum_{l=1, l \neq i}^n X_l)^2} \geq \frac{1}{(\sum_{l=1}^n X_l)^2}.$$

Si indiquem $\mathbf{j} = (1, \dots, 1)$, $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)$, tenim aleshores que

$$\begin{aligned} m_n &= \frac{1}{(\sum_{l=1}^n X_l)^2} \\ &= \frac{1}{\langle \mathbf{X}, \mathbf{j} \rangle^2} \geq \frac{1}{\|\mathbf{X}\|^2 \|\mathbf{j}\|^2} \\ &= \frac{1}{n \sum_{i=1}^n X_i^2}. \end{aligned}$$

Veiem també que la igualtat és assolible si i només si $X_1 = X_2 = \dots = X_n$ (que és quan la desigualtat de Cauchy-Schwartz utilitzada dona igualtat), i llavors ho fa en $a_i = \frac{1}{n}$ per a tot i . Finalment, podem tornar a la desigualtat desitjada com a conseqüència dels nostres resultats: per als valors $n = 3$, $X_1^2 = x^2 + 2y^2$, $X_2^2 = y^2 + 2z^2$, $X_3^2 = z^2 + 2x^2$, obtenim el cas de l'enunciat.

A148. (Proposat per Joaquim Nadal i Vidal. Llagostera.)

Sigui $a_{0,0} = 1$, $a_{n,k} = 0$ si $k < 0$ o $k > n$ i $a_{n,k} = \frac{1}{2}(a_{n-1,k-1} + a_{n-1,k})$. Calculeu $\lim_{n \rightarrow \infty} n a_{2n,n}^2$.

Solució: (Solució d'Esteve Casas, Sant Celoni.)
Recordem en primer lloc la propietat següent dels nombres combinatoris:

$$\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k} + \binom{n-1}{k-1}.$$

Com a conseqüència directa, obtenim que

$$\begin{aligned} \frac{1}{2^n} \binom{n}{k} &= \frac{1}{2^n} \left(\binom{n-1}{k} + \binom{n-1}{k-1} \right) \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2^{n-1}} \binom{n-1}{k} + \frac{1}{2^{n-1}} \binom{n-1}{k-1} \right), \end{aligned}$$

és a dir, que $a_{n,k} = \frac{1}{2^n} \binom{n}{k}$, ja que satisfà les condicions inicials i la relació de recurrència.

Matemots

Xavier Gràcia

Universitat Politècnica de Catalunya

Recordeu que es tracta d'un joc de llengua (vegeu l'article introductori al núm. 33 de la *SCM/Notícies*). Cal resoldre els enigmes lingüístics següents, a partir de la definició donada i les pistes incloses.

Exemple: «Criteri de convergència que s'amaga al jardí» (5 lletres). La resposta és «arrel», en referència al criteri de l'arrel sobre la convergència de sèries de termes positius, i també a l'arrel de les plantes del jardí.

En cas de dubte podeu trobar-ne les respostes al peu de pàgina.⁷

1. Pot ser angle, i també penetrant, subtil o eixerit (menys de 5 lletres)
2. El polígon més bel·licós (8 lletres)

De cara a la segona part, recordem la fórmula de Stirling, que diu que

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n!}{\sqrt{2\pi n} \left(\frac{n}{e}\right)^n} = 1.$$

En altres paraules, en el càlcul del límit podem substituir $n!$ per $\frac{n^n \sqrt{2\pi n}}{e^n}$, $(n!)^2$ per $\frac{n^{2n} 2\pi n}{e^{2n}}$ i $(2n)!$ per $\frac{\sqrt{4\pi n} (2n)^{2n}}{e^{2n}} = \frac{2^{2n} n^{2n} 2\sqrt{\pi n}}{e^{2n}}$. Per tant, $\frac{(2n)!}{(n!)^2}$ pot ser substituït per $\frac{2^{2n}}{\sqrt{\pi n}}$. Finalment, calculem el límit:

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} na_{2n,n}^2 &= \lim_{n \rightarrow \infty} n \frac{1}{2^{4n}} \left(\frac{(2n)!}{(n!)^2} \right)^2 \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} n \frac{1}{2^{4n}} \frac{2^{4n}}{\pi n} = \frac{1}{\pi}. \end{aligned}$$

3. Branca de la matemàtica que provoca problemes al ronyó (6)
4. Regions de l'espai que omplen la benziner (7 lletres)
5. Ésser que governa sobre els axiomes dels nombres reals (6 lletres)
6. Peculiaritat d'una superfície o d'un cos (14 lletres)
7. Fan una poesia amb els zeros de la funció zeta (5 lletres)
8. Problema NP-difícil que es resol anant de ciutat en ciutat (8 lletres)

⁷Respostes als Matemots: 8. viatjant; 3. càlcul; 6. característics; 2. pentàgon; 4. octants; 7. rimar; 5. supren; 1. turg.

XIXè concurs de Fotografia Matemàtica ABEAM 2018

Primer premi de Cinquè de Primària



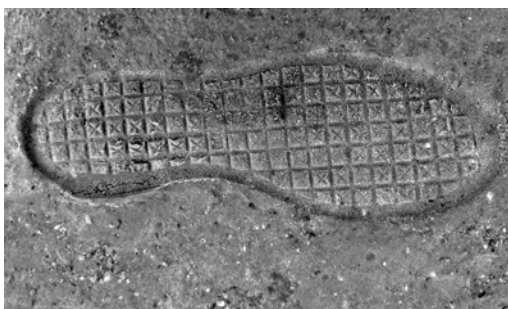
«Dos quart o una meitat» de **Júlia Magallón**, Escola Gravi.

Primer premi d'ESO Primer Cicle



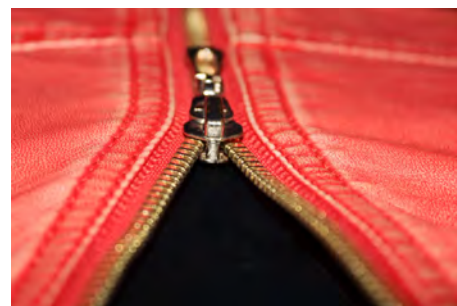
«Raons» de **Jan Kessels**, Institut Castellbisbal.

Primer premi de Sisè de Primària



«Superfície de la petjada = suma dels quadrats» d'**Álvaro Huelves**, Escola Joan Coret.

Primer premi d'ESO Segon Cicle



«Parells (cremallera) senars = naturals» d'**Abril Jurjo**, Fundació Aula Escola Europea.

Primer premi Batxillerat i ESPO



«Recta líquida descomposta en punts» de **Jorehl Torres**, Institut Quatre Camins.

Primer premi Professorat i PAS



«Incubat» d'**Albert Ballespi i Eugènia Torres**, Serra de Miramar.



Experiències: ma+emà+iques

PROHIBIT NO TOCAR

Des de febrer de 2014, l'Ajuntament de Cornellà ha cedit al **mmaca** la segona planta del Palau Mercader per instal·lar-hi una exposició permanent.

Disposem de 400 m² amb sales dedicades a geometria, combinatòria, càlcul, estadística, miralls, l'esfera de la Terra i un espai dedicat especialment als primers cursos de Primària.

Aprofitant el magnífic entorn del Parc, organitzem jornades singulars a l'exterior: Aniversari (febrer), Dia Pi (març), Dia escolar de les matemàtiques (maig), Dia de Martin Gardner (octubre).

La majoria dels materials del **mmaca** estan dissenyats i fets a mà per nosaltres. Utilitzem materials senzills: fusta, cordes, teles, vidre, plàstic.

Regularment programem conferències i altres activitats divulgatives.

Us convidem a visitar-nos!
Us quedareu més temps del que havíeu previst!

Museu de Matemàtiques de Catalunya
Palau Mercader - Parc Can Mercader
Carretera de L'Hospitalet, s/n.
08940 Cornellà de Llobregat

Gavarrà

mmaca
PARC CAN MERCADER

CARRETERA DE L'HOSPITALET
 L12, L52, L82

Almeda
 L8

R5	R6	R50
R60	S8	S33

Entrada gratuïta
Dimecres de 17 a 20h
Diumenge de 10 a 14h

Grups amb reserva prèvia
Matins de dilluns a divendres
Dilluns i dimecres a la tarda

Tallers per a famílies
Diumenge de 10 a 11h

reserves.cornella@mmaca.cat
tel. 665233448 (de 10 a 13h)

www.mmaca.cat
 @mmaca_cat mmaca.cat

El **mmaca** es troba en un punt molt important de la seva història. Durant els 10 anys de recorregut, hem treballat molt i el projecte ha crescut amb força. L'objectiu d'apropar les matemàtiques a la societat s'està complint i tenim el reconeixement generalitzat de tots els que ens coneixen.

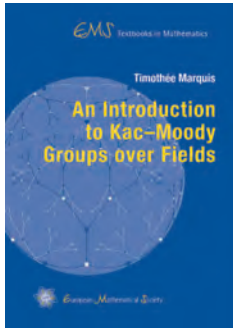
Ara necessitem saber amb qui podem comptar per a poder afrontar els reptes futurs i continuar oferint activitats arreu del territori: **necessitem persones.**

Però no ens n'amagarem: també **necessitem diners.** Afortunadament, les donacions fetes en favor del **mmaca** gaudeixen d'avantatges fiscals interessants de fins al 75% de desgravació en l'IRPF.

Ara més que mai **necessitem els nostres amics a la vora!**

Si vols fer-nos costat, ens ho pots fer saber escrivint a mecenes@mmaca.cat





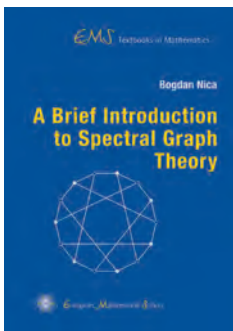
Timothée Marquis (Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium)
An Introduction to Kac–Moody Groups over Fields (EMS Textbooks in Mathematics)
ISBN 978-3-03719-187-3. 2018. 341 pages. Hardcover. 16.5 x 23.5 cm. 48.00 Euro

The interest for Kac–Moody algebras and groups has grown exponentially in the past decades, both in the mathematical and physics communities, and with it also the need for an introductory textbook on the topic.

The aims of this book are twofold:

- to offer an accessible, reader-friendly and self-contained introduction to Kac–Moody algebras and groups;
- to clean the foundations and to provide a unified treatment of the theory.

The book starts with an outline of the classical Lie theory, used to set the scene. Part II provides a self-contained introduction to Kac–Moody algebras. The heart of the book is Part III, which develops an intuitive approach to the construction and fundamental properties of Kac–Moody groups. It is complemented by two appendices, respectively offering introductions to affine group schemes and to the theory of buildings. Many exercises are included, accompanying the readers throughout their journey. The book assumes only a minimal background in linear algebra and basic topology, and is addressed to anyone interested in learning about Kac–Moody algebras and/or groups, from graduate (master) students to specialists.

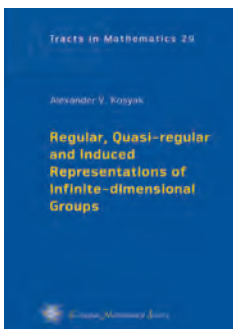


Bogdan Nica (McGill University, Montreal, Canada)
A Brief Introduction to Spectral Graph Theory (EMS Textbooks in Mathematics)
ISBN 978-3-03719-188-0. 2018. 168 pages. Hardcover. 16.5 x 23.5 cm. 38.00 Euro

Spectral graph theory starts by associating matrices to graphs – notably, the adjacency matrix and the Laplacian matrix. The general theme is then, firstly, to compute or estimate the eigenvalues of such matrices, and secondly, to relate the eigenvalues to structural properties of graphs. As it turns out, the spectral perspective is a powerful tool. Some of its loveliest applications concern facts that are, in principle, purely graph theoretic or combinatorial.

This text is an introduction to spectral graph theory, but it could also be seen as an invitation to algebraic graph theory. The first half is devoted to graphs, finite fields, and how they come together. This part provides an appealing motivation and context of the second, spectral, half. The text is enriched by many exercises and their solutions.

The target audience are students from the upper undergraduate level onwards. We assume only a familiarity with linear algebra and basic group theory. Graph theory, finite fields, and character theory for abelian groups receive a concise overview and render the text essentially self-contained.

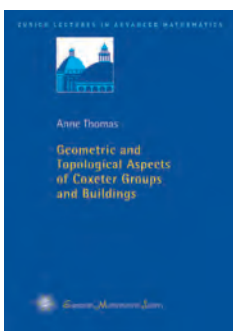


Alexander V. Kosyak (National Academy of Science of Ukraine, Kiev, Ukraine)
Regular, Quasi-regular and Induced Representations of Infinite-dimensional Groups (EMS Tracts in Mathematics Vol. 29)
ISBN 978-3-03719-181-1. 2018. 587 pages. Hardcover. 17 x 24 cm. 98.00 Euro

Almost all harmonic analysis on locally compact groups is based on the existence (and uniqueness) of a Haar measure. Therefore, it is very natural to attempt a similar construction for non-locally compact groups. The essential idea is to replace the non-existing Haar measure on an infinite-dimensional group by a suitable quasi-invariant measure on an appropriate completion of the initial group or on the completion of a homogeneous space.

The aim of the book is a systematic development, by example, of noncommutative harmonic analysis on infinite-dimensional (non-locally compact) matrix groups. We generalize the notion of regular, quasi-regular and induced representations for arbitrary infinite-dimensional groups. The central idea to verify the irreducibility is the Ismagilov conjecture. We also extend the Kirillov orbit method for the group of upper triangular matrices of infinite order.

In order to make the content accessible to a wide audience of nonspecialists, the exposition is essentially self-contained and very few prerequisites are needed. The book is aimed at graduate and advanced undergraduate students, as well as mathematicians who wish an introduction to representations of infinite-dimensional groups.



Anne Thomas (The University of Sydney, Australia)
Geometric and Topological Aspects of Coxeter Groups and Buildings (Zürich Lectures in Advanced Mathematics)
ISBN 978-3-03719-189-7. 2018. 160 pages. Softcover. 17 x 24 cm. 34.00 Euro

Coxeter groups are groups generated by reflections, and they appear throughout mathematics. Tits developed the general theory of Coxeter groups in order to develop the theory of buildings. Buildings have interrelated algebraic, combinatorial and geometric structures, and are powerful tools for understanding the groups which act on them.

These notes focus on the geometry and topology of Coxeter groups and buildings, especially nonspherical cases, and. The emphasis is on geometric intuition, and there are many examples and illustrations. Part I describes Coxeter groups and their geometric realisations, particularly the Davis complex, and Part II gives a concise introduction to buildings.

This book will be suitable for mathematics graduate students and researchers in geometric group theory, as well as algebra and combinatorics. The assumed background is basic group theory, including group actions, and basic algebraic topology, together with some knowledge of Riemannian geometry.



SOCIETAT CATALANA DE MATEMÀTIQUES

Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

Carrer del Carme, 47, 08001 Barcelona

c/e: scm@iecat.net Adreça web: <http://www.iecat.net/scm>

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

(cal imprimir-a, omplir-la, signar-la i enviar-la a la SCM per correu electrònic, fax o correu ordinari)

Tipus de soci: Ordinari Estudiant* Institució

En reciprocitat. Sóc soci de _____
(Al web trobareu la llista de societats amb les quals la SCM té acords de reciprocitat.)

Nom i cognoms: _____
o institució

Adreça: _____ Codi postal: _____

Població: _____ NIF: _____

Correu electrònic: _____ Telèfon: _____ Fax: _____

Lloc d'estudi o de treball: _____

Dades per a la domiciliació bancària

Qui signa aquest document 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 / la targeta de crèdit que s'indica seguidament:

Titular del compte o targeta : _____

Entitat bancària: _____

Adreça de l'oficina: _____

Codi de l'entitat, oficina i dígits de control: _____

Número del compte o llibreta: _____

Targeta de crèdit: _____ Caducitat: _____

Data: _____ NIF: _____

Signat: _____

Signatura

Envieu la butlleta d'inscripció i l'ordre de domiciliació, que trobareu al web de la SCM, <http://blogs.iec.cat/scm/la-societat/fes-ten-soci/>, per correu postal o correu electrònic, emplenada i signada.

Les quotes per a l'any 2018 són les següents: 40 euros socis ordinaris, 20 euros socis estudiants i membres de societats amb conveni de reciprocitat i 80 euros institucions.

Us informem que les vostres dades seran incorporades a un fitxer que és responsabilitat de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC) amb la finalitat de gestionar l'activitat a la qual us inscriviu. Les vostres dades no seran cedides a tercers, i un cop finalitzada l'activitat es conservaran als efectes de registre històric. Podeu exercir els drets d'accés, rectificació, supressió, oposició, limitació en el tractament i portabilitat, adreçant-vos per escrit a l'Institut d'Estudis Catalans (carrer del Carme, 47, 08001 Barcelona), o bé enviant un correu electrònic a l'adreça ldades.personals@iec.cat.

Desitjo rebre informació sobre les activitats i les publicacions de l'Institut d'Estudis Catalans i de les seves societats filials.

*Cal adjuntar fotocòpia del comprovant de la matrícula



SCM / Notícies / 43
Edita la Societat Catalana de Matemàtiques
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

