



SCM

Notícies

49

Setembre 2021

Premi Abel

Lazlo Lowvász i Avi Widergson

Conversa

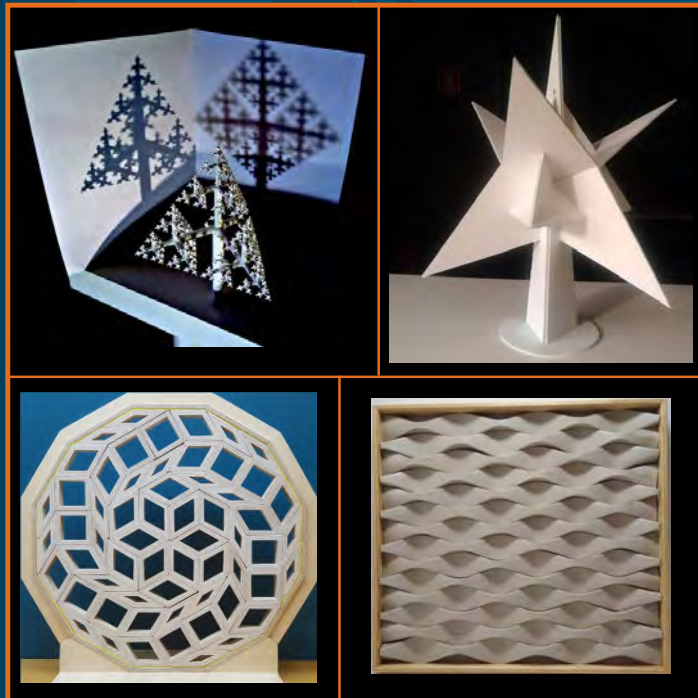
Xavier Ros-Oton i Carme Torras

Jornades SCM

IDM: Matemàtiques per a un món millor

12 maig: Matemàtiques Catalanes

Més veus: Klaus Hulek, UIB, Lleimat, Neurons Fregides...



Obres de matemàtics i artistes catalans presentades al *Bridges*, congrés internacional d'art i matemàtiques



Institut
d'Estudis
Catalans



Societat Catalana de Matemàtiques

Presidència: Dolors Herbera i Espinal
Vicepres.: Josep Vives i Santa-Eulàlia
Vicepres. adj.: Abraham de la Fuente Pérez
Secretaria: Immaculada Baldomà i Barraca
Tresoreria: Albert Granados i Corsellas
Vocal empresa: Aleix Ruiz de Villa
Vocal publicacions: Montserrat Alsina i Aubach
Vocals: Josep Grané i Manlleu
Manuel Udina i Abelló
Mireia Lopez i Beltran
Albert Ruiz i Cirera

Delegada de l'IEC: Pilar Bayer i Isant

Comunicacions: scm@iec.cat
Carrer del Carme, 47 Tel.: 932 701 620
08001 Barcelona
Secretària: Núria Fuster
de 10 a 17 h Tel.: 933 248 583

La **Societat Catalana de Matemàtiques** (SCM), societat filial de l'**Institut d'Estudis Catalans** (IEC), continua la tasca de la Secció de Matemàtiques de la Societat Catalana de Ciències de l'IEC, fundada l'any 1931.

Desenvolupa activitats a totes les terres de llengua i cultura catalanes amb l'objectiu d'estendre el coneixement de les ciències matemàtiques a la societat catalana, fomentar-ne l'ensenyament i la investigació teòrica i aplicada i publicar treballs.

A escala internacional: és sòcia de ple dret de la **Societat Matemàtica Europea** (EMS), està representada en la **Unió Matemàtica Internacional** (IMU) a través de l'adhesió al **Comitè Espanyol de Matemàtiques** (CEMAT), té representació a **Kangourou sans Frontières** (AKSF) i al **Centre Internacional de Matemàtiques Pures i Aplicades** (CIMPA), organització dedicada a la cooperació.

SCM/Notícies Setembre 2021. Número 49

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

Editora en cap: Montserrat Alsina i Aubach
scm.noticies@correu.iec.cat

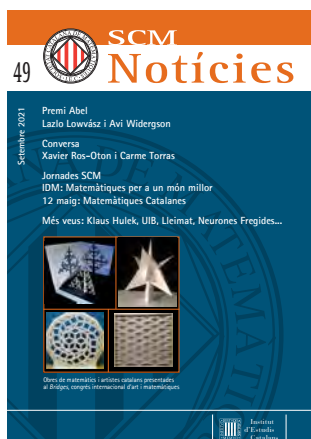
ISSN: 1696-8247
Dipòsit Legal: B.9480-2003

Col·laboradors núm. 49: J. Alemany, Ll. Aledà, M. Alsina, B. Ancochea, R. Angela, A. Atserias, I. Baldomà, M. Barcelona, A. Benseny, M. Blanco, A. Boix A. Brandó, L. Brustenga, P. Burillo, C. Calvo, R. Camps, J.C. Cantero, G. Cardona, R. Cardona, C. Casacuberta, J. Chamorro, J. Cirici, D. Codony, D. Dabrowski, M. de la Rosa, J. Diaz, J. Duran, A. Escudero, G. Flaquer, Q. Frigola, A. de la Fuente, A. Gasull, J. Girbau, A. Gomà, M. González, X. Gràcia, A. Granados, J. Guàrdia, G. Guasp, I. Guevara, T. Guillamon, D. Herbera, X. Jarque, H. López, M. Marcos, R. Merino, L. Mikec, N. Mira, M. Monge, F. Montardit, G. Murcia, B. Obon, J. Orobítg, J. Ot, J. Pla, F. Planas, D. Piñol, M. Prats, O. Rivero, X. Roca, L. Rodero, M. Roé, X. Ros-Otón, J. Rué, O. Serra, J. de Solà-Morales, J. Tarrés, C. Torras, E. Ventura, L. Vendrell, J. Verdera.

Portada: *Arbre tetraèdric*, B. Espigulé, *Starnari*, J. Tarrés, *Enreixat dodecagonal*, J. Rey, i *Katerina* J. Esparraguera, de la galeria d'art del congrés *Bridges*, edicions dels anys 2019, 2020, 2021.

L'edició impresa de la revista s'envia per correu als socis individuals i institucionals de la SCM.

Feu-vos socis omplint el formulari al web:
<https://scm.iec.cat/fes-te-soci-socia/>.



Editorial	2	Anem x + matemàtiques, N. Mira	53
La SCM informa		La veu del MMACA	
Informe de la Junta, I. Baldomà	3	Tallers a les escoles, G. Murcia	54
Internacional		Contribucions	
Informe de la presidenta, D. Herbera	5	Lazlo Lovász i Avi Widergson, Premi Abel,	
La columna de l'EMS, J. Chamorro	7	J. Rué, J. Diaz, J. Guàrdia, A. Atserias,	
Entrevista a Klaus Hulek	10	i O. Serra	56
Publicacions		Conversa a dues bandes	
El <i>Butlletí</i> , R. Camps, T. Guillaumon	12	X. Ros-Oton i C. Torras	67
Activitats de la SCM		La pregunta de la <i>SCM/Notícies</i>	
Jornada IDM, A. Granados, M. Alsina	14	Influència de les matemàtiques	
El cangur i altres activitats		a l'escriure novel·les o relats	75
Crònica entrega de premis, A. Escudero	17	Currículum de matemàtiques,	
El Cangur 2021, A. Gomà	18	A. de la Fuente, C. Calvo, I. Guevara	80
Jornada 12 maig, I. Baldomà, J. Cirici	23	“Tribunal de cuentas” i A. Mas-Colell	
Premis i convocatòries, E. Ventura	25	X. Jarque, F. Planas, J. Verdera	83
Activitats amb ajut de la SCM		Matemàtiques arreu i recursos	
XIII Jornada GeoGebra, B. Ancochea	28	Racó històric	
Mes de març, J. Alemany	31	Ada Lovelace, M. Blanco	87
Concurs Planter, L. Rodero	33	Bits de matemàtiques	
Notícies i veus comunitat matemàtica		Divulgació matemàtica en línia,	
Matemàtiques a la UAB		L. Brustenga, M. Prats	93
Activitats divulgatives, J. Orobitg	35	Matemàtiques i empresa	
Des de la biblioteca, M. Monge	36	El mercat de les criptomonedes,	
Quinze anys de <i>Materials Matemàtics</i> ,		M. Barcelona, A. Brandó i J. Ot	95
A. Gasull i G. Guasp	37	Matemàtiques i art	
Matemàtiques a la UB		Congrés <i>Bridges</i> , J. Tarrés, M. Alsina	99
Activitats de Matemàtiques, A. Benseny	39	Matemàtiques, llengua i societat	
Canvis al deganat, C. Casacuberta	40	Matemàtiques i divulgació, Q. Frigola	103
Des de la biblioteca, R. Angela	40	Parlem de llibres	
Matemàtiques a la UPC		DME en línia, J. de Solà-Morales	105
Activitats de primavera, P. Burillo	42	Relats curts	
Des de la biblioteca, G. Flaquer	43	<i>Els enamorats</i> , M. Roé	106
Matemàtiques a la UIB		<i>La misteriosa èpsilon</i> , M. González	108
L'escola EPS, G. Cardona, J. Duran	44	Treballs destacats	
La veu del CRM		Resum tesis universitats catalanes	110
Notícies i activitats, Ll. Alsedà	48	Reptes	
La veu de la FFSB		Problemes, O. Rivero	
Projectes de present i futur, X. Jarque	49	Matemots, X. Gràcia	119
La veu de la FEEMCAT		Invitació	119
Associació Lleimat, F. Montardit	51		

Montse Alsina
Editora *SCM/Notícies*

Benvolguts socis i amics de la SCM,

Amb la tardor i l'hivern, el vent fa dansar les fulles seques i se les emporta. . . Es podria emportar també aquest virus que tant ens condiciona, i les injustícies, ben lluny, fora d'aquest món, a l'espai sideral, per exemple.

Però les activitats que hem fet com a Societat Catalana de Matemàtiques durant la primavera i estiu del 2021, el que hem après i el que hem descobert, el que hem fet bé i el que volem fer millor no volem que s'ho emporti el vent. Aquesta revista és una manera de deixar-ho escrit i compartir-ho. Així, en aquest número hi trobareu informació de la Jornada del Dia Internacional de les Matemàtiques, amb el lema “Matemàtiques per a un món millor”; de la Jornada de les Dones Matemàtiques; de les Proves Cangur i l'entrega de premis, i d'altres activitats que reben el suport de la SCM. Us animem a consultar el web de la SCM, on trobareu notícies actualitzades, material de les jornades, etc.

La comunitat matemàtica catalana és molt activa, fins i tot en aquestes circumstàncies excepcionals de pandèmia. A la part *Notícies i veus de la comunitat matemàtica catalana* donem veu a les entitats i associacions relacionades amb les matemàtiques de les terres de llengua i cultura catalanes, que ens informen de les seves activitats i novetats. Volem destacar que en aquest número ens arriba la veu de la Universitat de les Illes Balears i de l'associació Lleimat.

A *Contribucions* hi trobareu un tast dels treballs de Laszlo Lovász i Avi Wigderson, que han rebut el Premi Abel 2021. La conversa està protagonitzada per dues persones catalanes que també han rebut diversos premis, Xavier Ros-Oton i Carme Torras, que parlen sobre la manca de places i recursos, la ràtio d'homes i dones, els recomptes de publicacions científiques, la gestió i la divulgació de la recerca. . . La pregunta de la SCM planteja la influència de les matemàtiques a l'hora d'escriure novel·les i relats, i en podreu

llegir respostes sinceres i enriquidores. La part acaba amb un escrit d'actualitat, sobre el Tribunal de Cuentas i Andreu Mas-Colell.

Matemàtiques arreu és la part de seccions habituals, ben variades, amb les matemàtiques actuant a diversos escenaris. Per exemple, el “Racó històric” està dedicat a l'Ada Lovelace, i a “Bits” es fa un repàs de la divulgació en línia de matemàtiques a les xarxes socials. Aquest tema també protagonitza la secció “Matemàtiques, llengua i societat”, que es va consolidant, i es completa amb l'anunci de l'edició en línia del *Diccionari de Matemàtiques i Estadística*. A “Matemàtiques i empresa” es tracta el tema de les criptomonedes, i a la secció “Matemàtiques i Art” es presenta el congrés internacional Bridges, i s'hi destaquen aportacions catalanes, algunes de les quals apareixen a la portada. També hi podeu llegir dos relats premiats.

Els resums de la part *Treballs destacats* permeten veure com avancen les matemàtiques a casa nostra, especialment amb les tesis dels joves. Finalment, a *Reptes* hi trobareu la secció de “Problemes” per resoldre, solucions dels números anteriors i els “Matemots”, ben originals. També hi hem inclòs una invitació, un repte dirigit a tota la comunitat matemàtica.

El contingut d'aquest número de la revista, i dels anteriors, no seria possible sense la col·laboració desinteressada dels autors. El temps és potser un dels béns més preuats, i cal agrair la generositat de compartir-lo. Amb aquest ja som al número 49 de la revista *SCM/Notícies*, per tant anem de cara al número 50, un bon moment per agrair la feina feta a totes les persones que ho fan possible. Potser és una tasca discreta, però, en qualsevol cas, no se l'emporta el vent, queda escrita.

Només em resta saludar els nous membres de la SCM i animar-vos, a tota la comunitat matemàtica, a participar a la SCM, i a les seves publicacions, de manera ben activa.

Bona lectura!

La Societat Catalana de Matemàtiques informa

Informe de la Junta

Inma Baldomá
secretària de la junta de la SCM

La SCM està involucrada en els diferents aspectes que envolten la vida dels matemàtics i matemàtiques catalanes: docència, recerca, empresa. Aquest és un resum succint de les principals activitats en les quals la SCM ha pres part durant els darrers sis mesos. Vam començar amb el format telemàtic, hem acabat amb una presencialitat reduïda, passant pel format híbrid quan ha estat necessari. Tenim l'esperança que el curs entrant ens apropi al final d'aquesta ja massa llarga situació.

Les Proves Cangur d'enguany s'han dut a terme amb una certa normalitat als instituts, però el projecte Estalmat ha estat en format majoritàriament telemàtic, amb l'excepció d'un parell de sessions. El 16 de juny va tenir lloc al Palau de Congressos de Barcelona l'acte de lliurament de premis de la Prova Cangur 2021, entre altres concursos. L'acte va ser presencial i hi van intervenir el senyor Joandomènec Ros, president de l'Institut d'Estudis Catalans, i Dolors Herbera, presidenta de la Societat Catalana de Matemàtiques. L'acte va oferir la possibilitat de visitar una exposició de materials del MMACA, així com una actuació de màgia matemàtica a càrrec de Sergio Belmonte.

La Junta de la SCM ha organitzat durant aquesta primera meitat de l'any dos esdeveniments que s'han fet en format telemàtic.

El primer esdeveniment, *Jornada SCM: Matemàtiques per a un món millor*, va tenir lloc el 13 de març per commemorar el Dia Internacional de les Matemàtiques. Amb aquesta jornada es va reunir la comunitat matemàtica amb professionals de diferents disciplines que

volguessin contextualitzar, compartir, aprendre i celebrar que les matemàtiques són importants per construir un món millor. La jornada va constar de quatre xerrades i una taula rodona. Les xerrades les van impartir els investigadors (en ordre d'aparició) Maria Bras, de la URV (*Codificació de la informació*); Isabel Serra, del CRM (*Valors extrems en sistemes complexos*); Mikel Álvarez, de la UB (*Mesures de poder en votacions*), i Gemma Huguet, de la UPC (*Matemàtiques per entendre el cervell*). La taula rodona va estar moderada pel periodista Toni Pou i hi van participar Bartomeu Coll (UIB), Rosa Donat (UV), Marta Sanz-Solé (UB) i Carme Torras (UPC).

El segon esdeveniment, *Jornada SCM: Matemàtiques catalanes*, es va dur a terme el 12 de maig a la tarda amb motiu del Dia de la Dona Matemàtica. En aquesta trobada, Joana Cirici, va donar algunes dades que constaten la baixada de les matriculacions de noies en els estudis de Matemàtiques (grau, màster i doctorat). Tot seguit, es va fer un visionament conjunt d'un documental en format d'entrevistes a dones matemàtiques de diferents perfils (docents, investigadores, d'empresa). Per acabar, va tenir lloc la taula rodona *Matemàtiques catalanes: passat, present i futur*, moderada per Ágata Timón i amb la participació d'Anna Busquet, Núria Fagella, Dolors Herbera, Mireia López i Pau Martín.

Respecte als esdeveniments futurs, la SCM, juntament amb la Societat Catalana d'Estadística (SoCE), l'Associació Catalana d'Intel·ligència artificial (ACIA) i el CRM, està organitzant la jornada *La funció de les dades*

en *biomedicina*, que vol posar en contacte investigadors en matemàtiques interessats en el tema i personal del món biomèdic amb necessitats de suport matemàtic. Es preveu que tingui lloc el 18 de novembre amb seu a l'IEC.

Els Premis Sant Jordi 2021 de l'IEC es van concedir a l'abril. La SCM, com a societat filial de l'IEC, convoca tres premis, dos dels quals anuals: l'Emmy Noether, al millor treball de fi de grau, i l'Évariste Galois, que està adreçat a estudiants de màster o doctorat per un treball d'investigació, bibliogràfic o d'assaig sobre matemàtiques. Un tercer premi és biennal, l'Albert Dou, que guardona treballs que contribueixin a la visibilitat de la importància de les matemàtiques en el món. Enguany aquest darrer ha quedat desert. Respecte al Premi Emmy Noether, s'ha atorgat a Gonzalo Cao Labora pel seu treball *Self-similar profiles in analysis of fluids. A 1D model and the compressible Euler equations*. En aquesta ocasió, el jurat va decidir atorgar dues mencions ex aequo a Enric Florit Zacarías, pel treball *Criptografia basada en isogènies*, i a Laia Weisz Font, pel treball *Mesures de Zygmund*. Respecte al Premi Évariste Galois, el guanyador d'enguany és Damià Torres Latorre, pel treball *Obstacle problems and boundary Harnack inequalities*. Anna Sopena Gilboy, per la seva banda, ha rebut un accèssit pel treball *Transferring filtered multiplicative structures in homotopy theory*. Com que a l'abril la situació pandèmica havia millorat considerablement, l'acte de lliurament de premis es va fer de manera presencial (amb una participació reduïda) a l'IEC el 23 d'abril d'enguany.

L'IEC ha canviat el nom del Premi Josep Teixidó a Assumpta Català per a la convocatòria de l'any 2022. Recordem que és un premi de la Secció de Ciències i Tecnologia que s'atorga a la millor tesi doctoral o treball d'investigació sobre matemàtiques. Aquest canvi de nom és

un reconeixement a la figura d'Assumpta Català i Poch, matemàtica i astrònoma catalana, primera dona a doctorar-se en Matemàtiques per la Universitat de Barcelona amb el treball *Contribució a l'estudi de la dinàmica dels sistemes estel·lars a simetria cilíndrica*, guardonada amb la Creu de Sant Jordi el 2009.

La Junta Directiva de la SCM ha donat suport explícit a la causa d'Azat Miftakhov, un jove estudiant de doctorat de Matemàtiques a la Universitat Estatal de Moscou, condemnat a sis anys de presó després de la retirada dels càrrecs de terrorisme (tota la informació a <https://caseazatmiftakhov.org/home>).

Així mateix, la Junta de la SCM s'ha adherit a la *Declaració de l'IEC en relació amb el procediment sancionador iniciat pel Tribunal de Comptes de l'Estat espanyol contra nombrosos antics membres del Govern català*, amb una especial menció al professor Mas-Colell pels seus vincles amb l'IEC i la Universitat catalana.

Volem acabar aquest breu resum de les diverses activitats de la SCM durant la primera meitat de l'any fent una menció especial als membres de la SCM que han rebut diversos reconeixements. En ordre alfabètic: Xavier Cabré ha estat conferenciant plenari al 8ECM; Eva Miranda ha estat coferenciant convidada també al 8ECM i, a més, ha estat inclosa dintre de la prestigiosa llista internacional de matemàtiques destacades Math in France; Xavier Ros-Oton ha estat guardonat amb la Stampacchia Gold Medal 2021, i Carme Torras ha rebut el Premio Nacional d'Investigació 2020 Julio Rey Pastor en l'àrea de Matemàtiques i Tecnologies de la Informació i les Comunicacions, del Ministeri de Ciència i Innovació, i el Premi Nacional de Recerca 2020 del Govern de Catalunya i la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI). Enhorabona a tothom per aquests més que merescuts guardons.

Informe de la presidenta

Dolors Herbera
Presidenta de la SCM

Hem començat un curs que potser no té tantes incògnites com el passat, però en el qual la desitjada “normalitat” està a tocar, però no acaba ben bé d’arribar.

Sembla que a l’ensenyament tot està decidit per tornar a la presencialitat. Val la pena fer esment que això també inclou l’ensenyament universitari, que ha estat el gran oblidat de la pandèmia i en el qual, com en tots els altres nivells, s’ha fet un gran esforç per tirar endavant malgrat la situació.

L’activitat de contactes institucionals de la SCM d’aquest darrer any s’ha portat, en bona part, de manera virtual i han abundat els esdeveniments posposats. Hi ha hagut una excepció molt notable: el lliurament de premis del Cangur que es va fer al Palau de Congressos de Montjuïc al mes de juny. En aquest número de l’*SCM/Notícies* ja en trobareu prou informació, però volia aprofitar per destacar l’emoció que vam sentir tots els presents en retrobar-nos després de tant de temps.

De cara al mes de setembre del 2021, donats els forts lligams entre la comunitat matemàtica polonesa i la comunitat matemàtica catalana, esperàvem amb moltes ganes el congrés Spanish-Polish Mathematical Meeting, organitzat conjuntament per la RSME, SEMA, SCM i PTM. La prudència, així com la gran quantitat d’esdeveniments previstos per al 2022, ha recomanat ajornar-lo fins al setembre del 2023. Podeu consultar-ne el programa al web. Veureu que la presència de matemàtics catalans és ben abundant.

SPANISH-POLISH MATHEMATICAL MEETING
RSME, SEMA, SCM - PTM
ŁÓDŹ, SEPTEMBER 4-8, 2023



CEMat i IMUB

El Comitè Espanyol de Matemàtiques (CEMat) ha continuat treballant amb l’Acció Matemà-

tica contra el Coronavirus col·laborant amb el Centre de Coordinació d’Alertes i Emergències Sanitàries (CCAES). S’està prou satisfet amb l’experiència, perquè ha mostrat la capacitat de reacció de la comunitat matemàtica en una situació d’emergència.

L’altre tema important de l’any al CEMat ha estat el grup de treball amb el Ministeri d’Educació sobre el currículum en matemàtiques a la LOMLOE. Ja vam fer difusió del document que es va redactar, i esperem que en una activitat propera el puguem explicar i debatre dins de la SCM. El grup de treball ha funcionat molt bé. Cal agrair de tot cor a l’Abraham de la Fuente i a la Iolanda Guevara tota la feina feta. Sembla que les reunions continuaran també aquest curs; us mantindrem informats.

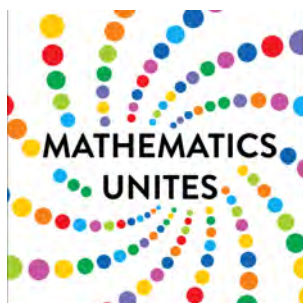
Sens dubte, el gran esdeveniment matemàtic del 2022 serà l’International Congress of Mathematicians (ICM 2022), que es farà a Sant Petersburg del 6 al 14 de juliol.

L’organització de l’esdeveniment vol atreure molta gent jove, per això han engegat el programa de beques Kovalevskaya. Adreçades a doctorands i postdocs, aquestes beques ofereixen pagar totes les despeses a Rússia dels candidats seleccionats per cada país. En el cas de l’estat espanyol, és el CEMat l’encarregat de la gestió d’aquestes beques, i es coordina amb les diverses entitats que en formen part. La SCM ha obert una convocatòria per assignar algunes d’aquestes beques i també se’n poden demanar a través de l’European Mathematical Society (EMS).

Les matemàtiques ens uneixen

Ja tenim el nou lema per al Dia Internacional de les Matemàtiques (IDM) 2022. En anglès és “Mathematics unites”, i ens caldrà pensar com ha de ser la traducció al català: “Les matemàtiques uneixen” o, potser millor, “Les matemàtiques ens uneixen”. La idea darrere d’aquest lema és fer notar que les matemàtiques

són tant un llenguatge comú com un tema comú en el qual ens trobem els uns amb els altres. Com sempre, des de la SCM us animem a celebrar el DIM 2022. Podeu trobar la informació de la celebració a escala mundial a <https://www.idm314.org/about.html>



Trobada de presidents de l'EMS

El 29 de maig es va fer la trobada anual de presidents de l'European Mathematical Society (EMS). La pandèmia va obligar que fos virtual, però, tot i això, es van tractar molts temes interessants. Com va dir a la reunió la vicepresidenta de l'EMS, Betül Tanbay, aquestes trobades són engrescadores perquè es discuteixen projectes futurs de la Societat, i no qüestions burocràtiques.

Val a dir que l'EMS ha fet un canvi de logo, perquè l'antic era poc funcional per a l'ús en xarxes, i també ha hagut de fer una renovació total de la pàgina web a causa d'un atac informàtic. Això ha anat acompanyat d'una renovació del butlletí d'informació, i de tota l'activitat a les xarxes de l'EMS.



Nou logo de l'EMS

Un tema del qual s'ha anat parlant molt en totes les reunions de l'EMS és la saludable situació financera de l'entitat. Això permet fer molts plans sobre activitats futures. L'objectiu de l'EMS és finançar activitats de recerca d'alta qualitat; a la pàgina web de l'entitat podreu veure les diferents convocatòries per demanar ajuts, i val la pena tenir-los molt en compte.

Una proposta innovadora que es va presentar a la reunió és la creació de *topical activity groups* (EMS-TAG), amb la idea de facilitar la comunicació i la col·laboració entre grups de treball afins de diversos països de la Unió Europea. Així, un EMS-TAG haurà de passar una validació de l'EMS cada quatre anys i, com a grup, organitzarà tota mena d'activitats científiques per a les quals podria demanar ajut econòmic a la Societat. Els grups hauran de ser inclusius en tots els aspectes, des d'igualtat de gènere fins a tenir membres de països d'arreu de la Unió Europea. Cal veure com s'acaba implementant la iniciativa, que promet ser molt interessant.

Va prenent forma quasi definitiva l'EMS Young Academy (EMYA), com una manera d'integrar els matemàtics joves dins de les activitats de la societat i implicar-los en les decisions. També se'ls vol donar tot el suport possible en el seu desenvolupament científic i en les seves perspectives de carrera. S'espera que l'EMYA ja sigui aprovada oficialment al consell del 2022. Es proposa que tingui 30 membres, escollits entre els candidats presentats per les societats. Ben aviat ens caldrà fer propostes de candidats, en què, certament, el grup de Joves SCM hi ha de tenir un paper molt important.

Un tema que també es tracta de manera intensiva en totes les reunions de l'EMS és el de les publicacions en obert. Aquesta vegada va tenir molt de protagonisme la renovació del Zentralblatt i tothom es va felicitar que hagi passat a ser en obert. En trobareu informació detallada a la columna de Judit Chamorro.

També es va presentar la iniciativa Mathematical Research Data Initiative (MaRDI), <https://www.mardi4nfdi.de>, que s'està impulsant des de Karlsruhe. MaRDI vol ser una plataforma de dades seguint el principi de FAIR (*findable, accessible, interoperable, repurposable*) en la recerca en qualsevol àrea de les matemàtiques i en les seves aplicacions. Realment és un projecte molt ambiciós que, de moment, està centrat en Alemanya; caldrà veure si s'estén a la resta de la Unió Europea.

Assemblea General CIMPA i Comitè de Pilotatge

El 22 de gener es va fer la reunió del Comitè de Pilotatge del CIMPA. Aquest comitè és el

que pren la decisió final sobre les escoles que s'organitzaran l'any vinent. També aprofita per discutir sobre les activitats futures. El 2 de juliol se'n va fer l'assemblea general, on un dels punts principals va ser l'entrada d'Alemanya com a nou país associat al CIMPA, que va ser aprovada per unanimitat.

La restricció de moviment a causa de la pandèmia ha afectat molt el CIMPA. Moltes de les escoles han estat ajornades, però també s'ha aprofitat per reforçar tota l'estructura per fer cursos de manera telemàtica. Actualment, el CIMPA disposa d'una biblioteca extensa i completa de cursos.

La columna de l'EMS

Judit Chamorro Servent
membre corresponsal EMS-SCM

Com és habitual en aquesta columna, resumim les notícies d'actualitat referents a l'European Mathematical Society (EMS). Volem fer èmfasi especial al vuitè Congrés Europeu de Matemàtiques (8ECM), que ha tingut lloc a finals de juny. A continuació, us volem apropar també els premis recents destacats, altres novetats de difusió científica i comunicació, congressos i seminaris futurs, convocatòries d'ajuts europeus i altres ofertes d'interès.

Breu resum del 8ECM

El 8ECM va tenir lloc a finals de juny d'enguany, <https://euromathsoc.org/news/8ecm-moved-online-1>.

El 8ECM va publicar set *newsletters* per introduir el congrés els dies abans que comencés, i un més publicat un dia abans que acabés. En aquest últim, resumia algunes estadístiques, que donen una visió de la magnitud del congrés, tot i les dificultats que va patir a causa de la pandèmia i les constants novetats en aquest sentit: 1.771 participants de 77 països, 1.058 contribucions, la conferència Abel, la conferència Bernoulli, la conferència Hirzebruch, 10 ponents plenaris, 30 ponents convidats, 6 xerrades públiques, 12 guanyadors, 62 minisimpòsiums, 9 conferències per satèl·lit, 105 beques atorgades, 350 estudiants participants (entre ells: 71 medallistes de l'Olimpíada Internacional de Matemàtiques, 36 medallistes

Una iniciativa molt interessant que s'ha iniciat aquest any són les beques CIMPA per fer recerca per parelles, que financen estades de recerca a Europa a investigadors de països en desenvolupament. L'objectiu de l'estada sempre ha de ser treballar conjuntament, amb un altre investigador del país receptor, en un projecte de recerca. L'import màxim de la beca és de 10.000 euros, cosa que permet pensar en una estada relativament llarga, i la sol·licitud és relativament fàcil de fer. La convocatòria per a aquest any està tancada, però certament caldrà estar atents a la convocatòria de l'any vinent.

de les Olimpíades Europees de Matemàtiques Femenines, 38 estudiants seleccionats pels organitzadors de minisimpòsiums), i més de 70 voluntaris i membres del personal que van fer un extraordinari treball durant el 8ECM.



Fa un any us anunciàvem ja els 12 guanyadors, però no ha estat fins al 8ECM, al mes de juny, que s'han presentat els treballs guardonats. Els premis comprenien tres categories.

Els 10 premis EMS Prize 2020, que s'atorguen a joves investigadors de menys de 35 anys, de nacionalitat europea o que treballin a Europa, en reconeixement a les excel·lents contribucions en matemàtiques. Aquests premis estan finançats per la Foundation Compositio Mathematica i

l'EMS Press. Entre els guardonats hi ha el català Joaquim Serra (d' ETH Zurich).

El Premi Felix Klein que s'atorga a un científic, o a un grup de tres científics com a màxim, de menys de 38 anys, per haver utilitzat mètodes sofisticats per donar una solució excepcional a un problema difícil de la indústria, d'un sector industrial concret. Aquest premi va ser atorgat a Arnulf Jentzen (Universitat de Münster), i el fons del premi l'ofereix l'Institut Fraunhofer de Matemàtiques Industrials de Kaiserslautern.

El Premi Otto Neugebauer, que es concedeix per un treball altament original i influent en el camp de la història de les matemàtiques que millora la nostra comprensió del desenvolupament de les matemàtiques o d'un tema matemàtic concret en qualsevol període i en qualsevol regió geogràfica. Springer Verlag ofereix el Fons del Premi Otto Neugebauer, i la guanyadora va ser Karine Chemla (Universitat de París i CNRS).

Altres premis i reconeixements

Jean-Michel Bismut (Universitat Paris-Saclay) i Jeff Cheeger (Universitat de Nova York) han compartit el Premi Shaw en ciències matemàtiques 2021 per les seves notables idees que han transformat i continuen transformant la geometria moderna.

Eva Miranda (UPC) ha estat inclosa en la llista internacional de 41 matemàtics i matemàtiques destacats. En aquesta prestigiosa llista, publicada per Maths in France, s'inclouen persones distingides amb diversos premis i conferencians de xerrades plenàries de congressos internacionals com ICM o ECM.

La Unió Matemàtica Italiana ha premiat Xavier Ros (UB) amb la Medalla d'Or Guido Stampacchia. Aquesta medalla és un guardó internacional que reconeix experts de fins a 35 anys que hagin fet recerca en el camp de l'anàlisi variacional.

Difusió científica i comunicació

L'EMS va estrenar pàgina web al març, i pocs dies després s'hi va publicar el primer exemplar de l'*EMS Magazine* (<https://euromathsoc.org/magazine/2021/119>), el nou format del seu predecessor *EMS News*. Actualment els

articles destacats es publiquen primer en línia i són recopilats trimestralment i enviats també de forma impresa als membres de l'EMS a petició.

L'editorial de l'EMS, EMS Press, ha arribat a un acord per assumir la publicació del reconegut *Annals de l'Institut Henri Poincaré C, Analyse Non Linéaire*. La revista, propietat de l'Association Publications de l'Institut Henri Poincaré, amb seu a París, deixarà de publicar-se amb Elsevier a finals del 2021 i serà publicada per l'EMS Press a partir del gener del 2022.

Finalment, una altra novetat administrada pel comitè de l'EMS per augmentar la consciència pública de les matemàtiques, és el Pop Math (<https://www.popmath.eu/>), on podreu trobar pròxims esdeveniments de divulgació.

Congressos i seminaris futurs

El centenari de la Conferència Internacional Matemàtica (ICM) tindrà lloc el 27 i 28 de setembre al mateix lloc on es va fundar l'IMU: Estrasburg, França.



Cartell del congrés ICM, l'any que es va fundar l'IMU

A la pàgina <https://icm2022.org/funding-opportunities-by-countries> es proporciona informació sobre les oportunitats de finançament ordenades per país d'afiliació (o de residència, per a persones sense afiliació).

Els anuncis i cerimònies dels Premis IMU, les exposicions dels premiats i d'invitats formen un element clau del programa ICM. En particular, les Medalles Fields, considerades per molts els màxims honors en matemàtiques, i la primera Medalla Abacus de l'IMU, que honra contribucions innovadores en informàtica científica i el vessant matemàtic de la informàtica. Aquests

premis s'atorgaran a la cerimònia d'obertura de l'ICM. No són menys importants el Premi Gauss, la Medalla Chern, el Premi Leelavati i la Conferència Emmy Noether. Per obtenir-ne més informació, consulteu la pàgina web de l'IMU (<https://www.mathunion.org/imu-awards/imu-awards-prizes-and-special-lecture>).

El comitè del Congrés Internacional de Matemàtica Industrial i Aplicada (ICIAM) convoca candidatures als sis premis ICIAM que s'atorgaran el 2023 (el Premi Collatz, el Premi Lagrange, el Premi Maxwell, el Premi Pioneer, el Premi Su Buchin i el Premi a la Indústria). Cada premi ICIAM té el seu propi caràcter especial, però tots tenen un caràcter realment internacional. També s'ha obert la candidatura a la Conferència Olga Taussky-Todd, que té lloc cada quatre anys a l'ICIAM. Aquest honor es confereix a una dona que ha fet contribucions destacades en matemàtiques aplicades o càlcul científic.

Pel que fa al pròxim ECM, l'EMS va anunciar el 4 de juliol la resolució del seu Consell d'acceptar la candidatura de Sevilla per al 9ECM, que tindrà lloc del 15 al 19 de juliol del 2024.

Convocatòries d'ajuts europeus

El nou programa Horitzó Europa compta amb un pressupost de 95.500 milions d'euros; engloba tres pilars principals, com es veu en la figura següent, i aposta per la Ciència Oberta i el partenariat (associacions estratègiques). En aquest *Notícies*, destaquem el Pilar I d'Excel·lència i, concretament, les accions Marie Skłodowska-Curie (MSCA, de l'anglès) i les European Research Council (ERC). Referent a les beques MSCA:

- Beques doctorals, MSCA-DN-2021, de finals de juny, fins al 16/11/2021 (pressupost de 402,95 MEUR).
- Beques postdoctorals, MSCA-PF-2021, de finals de juny, fins al 12/10/2021 (pressupost de 242 MEUR).
- Beques MSCA i Ciutadania, MSCA-NIGHT-2022, de finals de juny, fins al 7/10/2021 (pressupost de 15 MEUR).

- Beques d'intercanvi de personal, MSCA-SE-2021, del 7/10/2021 al 9/03/2022 (pressupost de 72,5 MEUR).
- Beques Cofund, MSCA-Cofund-2021, del 12/10/2021 al 10/02/2022 (pressupost de 89 MEUR).

Per trobar informació sobre com escriure aquestes beques, els canvis principals entre les convocatòries MSCA de l'Horitzó 2020 i del nou programa, així com altres recursos, una font d'interès és la pàgina web de Net4Mobility+ (<https://www.net4mobilityplus.eu/scientific-community/>). Net4Mobility+ és un projecte liderat pels Punts de Contacte Nacionals (NCP, de l'anglès) Horitzó 2020 per a MSCA. Aquest projecte va tenir molt bona acollida al programa passat i se n'ha allargat un temps el finançament.

D'altra banda, com ja us introduïem en l'edició anterior, a causa de l'inici del nou programa Horitzó Europa, els terminis d'algunes ERC han variat respecte a altres anys.

- Starting Grants - Aplicació oberta del 23/09/2021 al 13/01/2022 (pressupost de 757 MEUR).
- Consolidator Grants - Oberta del 19/10/2021 al 17/03/2022 (pressupost de 784 MEUR).
- Synergy Grants - fins el 10/11/2021 (pressupost de 300 MEUR).
- Advanced Grants - La convocatòria 2022 obrirà el 20/01/2022 i tancarà el 28/04/2022 (amb un pressupost de 561 MEUR).
- Proof of Concept Grants - La convocatòria 2022 obrirà el 16/11/2021, i les dates de tancament seran tres: el 15/02/2022, el 19/05/2022 i el 29/09/2022. El pressupost en aquest cas no varia entre el 2021 i el 2022 i és de 25 M.

Oportunitats de feina

Els llistats i la informació de les ofertes de feina matemàtiques i dels propers esdeveniments matemàtics ja estan en funcionament a la nova web de l'EMS: <https://euromathsoc.org/jobs>. Per publicar ofertes de feina o esdeveniments, cal registrar-se a la web de l'EMS, no és necessari ser-ne membre, per poder

iniciar sessió. Les ofertes també es publiquen a Twitter, a través del compte @EuroMathJobs (separat del compte principal @EuroMathSoc). Per obtenir més ofertes de feina, consulteu tam-

bé la borsa de treball (<https://euromathsoc.org/european-job-boards>) i MathHire.org (<https://mathhire.org/>).

Entrevista al professor Klaus Hulek sobre zbMATH Open

Judit Chamorro Servent
membre corresponsal EMS-SCM

En la *SCM/Notícies* núm. 48, al mes de febrer, ja us anunciàvem que l'EMS començava l'any unint-se a l'European Open Science Cloud (EOSC) per fer que els resultats científics i els desenvolupaments estiguin disponibles de manera "trovable, accessible, interoperable i reutilitzable", FAIR per les sigles en anglès. Entre les novetats que us vam introduir en aquesta línia, vam destacar l'accés obert a Zentralblatt für Mathematik, conegut com zbMATH Open. Hem tingut l'honor d'entrevistar Klaus Hulek, professor de matemàtiques a la Universitat de Leibniz de Hannover, que s'encarrega de l'edició del zbMATH Open i que ens ha aportat nous detalls d'aquesta iniciativa.

zbMATH  Open

Logo del zbMATH Open. (Font: K. Hulek)

Abans de l'entrevista, volem recordar als nostres lectors que zbMATH Open està editat per FIZ Karlsruhe, una organització sense ànim de lucre per a la informació i la infraestructura científica, en col·laboració amb dues institucions acadèmiques, l'EMS i l'Acadèmia de Ciències i Humanitats de Heidelberg.

El professor Klaus Hulek està al càrrec de l'edició del zbMATH des del 2016. L'entrevista original en anglès es pot trobar al web de la SCM.

Professor Hulek, podria explicar als nostres lectors què és zbMATH?

zbMATH Open, com es diu ara, és la base de dades més completa d'articles i programari matemàtic del món. Actualment, zbMATH Open conté al voltant de 4,2 milions d'entrades bibliogràfiques. La base de dades no només con-

té les metadades de les publicacions, sinó també nombroses ressenyes i resums, i cobreix més de 3.000 revistes i sèries de llibres, i uns 190.000 llibres. La nostra base de dades inclou més d'un milió de perfils d'autors identificats.



Professor Klaus Hulek. (Fotògraf: S. Gerhard)

El zbMATH l'edita l'EMS des del 1999, però ens en pot resumir la història? Realment va començar el 1931, oi?

La història del zbMATH és força interessant. Sí, es va fundar el 1931 sota el nom de Zentralblatt für Mathematik. El fundador va ser Otto Neugebauer juntament amb Richard Courant, Harald Bohr i l'editor Ferdinand Springer. En realitat, hi havia un predecessor de zbMATH, el Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, que s'havia establert el 1868. Moltes de les dades del Jahrbuch ara estan integrades a zbMATH Open. Per cert, també va ser Otto Neugebauer qui va fundar el Mathematical Reviews després de la seva emigració als EUA el 1939.

Després del final de la Segona Guerra Mundial, Zentralblatt es va restablir. L'editava l'Acadèmia de Ciències d'Alemanya i el distribuïa Springer Verlag. Després de la fundació dels dos estats alemanys, la República Federal d'Alemanya (Oest) i la República Democràtica Alemanya (Est), Zentralblatt era en realitat una cooperació germanoalemanya entre l'Acadèmia de Ciències d'Alemanya de l'Est, l'Acadèmia de Ciències de Heidelberg i Springer Verlag, fins al 1977. Això era força extraordinari, ja que hi va haver extremadament poques cooperacions entre el món oriental i occidental durant la guerra freda.

El 1979 es va establir el Fachinformationszentrum Energie, Physik, Mathematik (actual FIZ Karlsruhe - Leibniz Institute for Information Infrastructure <https://www.fiz-karlsruhe.de/en>). L'oficina de Zentralblatt es va constituir com a filial, mentre que l'Acadèmia de Ciències i Humanitats de Heidelberg va continuar sent responsable del contingut, i Springer es va ocupar de la impressió, màrqueting i distribució. Aquest va ser també el període en què Zentralblatt es va convertir en una base de dades digital.

El següent canvi important es va produir el 1999, quan la Societat Matemàtica Europea (EMS) es va incorporar com a editora, juntament amb FIZ Karlsruhe i l'Acadèmia de Ciències de Heidelberg, amb Springer Verlag com a soci de distribució. Finalment, l'1 de gener del 2021, zbMATH va esdevenir d'accés obert i va canviar el nom per zbMATH Open. Springer Verlag ja no participa en zbMATH Open. Referent a això, també voldria assenyalar que Springer Verlag va ser molt important per a la història de zbMATH, que no existiria sense el suport d'editors com Ferdinand Springer i els seus successors.

Des de que zbMATH s'ha convertit en zbMATH Open, s'han eliminat els pagaments. Com es va fer?

Això va ser possible gràcies a una generosa subvenció dels governs federal i estatal alemanys. La transformació en accés obert va ser, de fet, un procés complicat. Com que es va canviar la base legal, vam haver de renegociar tots els contractes amb els editors que proporcionaven metadades, resums i textos complets per revisar.

Quines són les noves oportunitats que ofereix el zbMATH Open?

En primer lloc, ara zbMATH Open és accessible de manera gratuïta per a tothom a tot el món. Esperem que això també ajudi tots els matemàtics que no són membres d'universitats que puguin permetre's la subscripció a vegades molt costosa de revistes i serveis de pagament. Això s'aplica en particular també als països en desenvolupament.

Però hi ha més coses. No només oferim accés al contingut de la base de dades, sinó que també oferim Open Data, que es pot descarregar mitjançant una API. Això inclou totes les metadades i les ressenyes. Aquestes dades es poden utilitzar per a projectes de recerca. De fet, hi ha projectes de recerca sobre la història de les matemàtiques i estudis sobre la bretxa de gènere a la literatura científica que fan ús de les nostres dades.

El nou format també obre noves oportunitats per connectar la nostra base de dades amb altres recursos i plataformes comunitàries. Un molt bon exemple és l'enllaç a la iniciativa MathOverflow. Si algú dona una resposta a MathOverflow, pot establir un enllaç directe amb una entrada de zbMATH i, al seu torn, sovint se li permet accedir al text complet d'una publicació amb un sol clic.

Estic segur que es podrien establir més enllaços a altres bases de dades i plataformes comunitàries, i espero que hi hagi iniciatives de la comunitat matemàtica que aprofitin aquestes oportunitats.

Ens podeu parlar de la base de dades de software matemàtic swMATH?

Això es va iniciar per primera vegada el 2011 com a projecte conjunt entre l'Institut de Recerca Matemàtica Oberwolfach (MFO) i el FIZ Karlsruhe. Des del 2015 està dirigit pel FIZ Karlsruhe en col·laboració amb el Konrad-Zuse-Zentrum Berlin (ZIB) i el Research Campus Modal.

swMATH és d'accés obert des del principi. La base de dades conté uns 35 milions de referències sobre software matemàtic i el seu ús en la bibliografia matemàtica. Es tracta d'una base de dades única que és molt valuosa per a aplicacions de software matemàtic, un camp

en ràpid creixement dins de la investigació matemàtica.

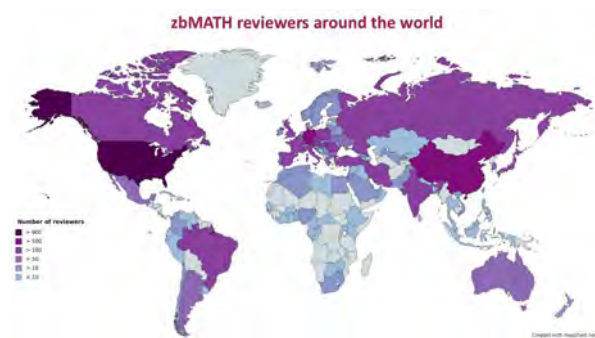
Hi ha més de 7.000 revisors experts actius de tot el món que col·laboren amb zbMATH Open. Però encara necessitem més revisors. Quins són els requisits i el procés per convertir-se en un d'ells?

Això em dona la possibilitat de subratllar la importància dels revisors. De fet, zbMATH Open és molt més que una mera col·lecció de dades bibliogràfiques. Les revisions, escrites per experts en la matèria, proporcionen informació crucial sobre una publicació matemàtica. Normalment, això inclou la connexió d'una publicació matemàtica amb altres resultats de la bibliografia o informació històrica. En alguns casos, les revisions també assenyalen problemes de validesa d'un resultat publicat. D'aquesta manera, es converteixen en una eina important per al control de qualitat.

zbMATH Open es basa en les contribucions voluntàries dels nostres revisors, i actualment disposem de més de 7.000. No obstant això, no és, amb diferència, suficient per cobrir tanta bibliografia com voldríem. Per aquest motiu, voldria animar més experts a ajudar-nos a revisar la bibliografia matemàtica. Per convertir-vos en revisors, haureu d'haver publicat vosaltres mateixos en revistes revisades i seguir activament els desenvolupaments de la investigació matemàtica al vostre camp.

Els candidats a revisors es poden presentar a: <https://zbmath.org/become-a-reviewer/>.

Per cert, els revisors reben una compensació de 3,00 euros per cada revisió, i privilegis per demanar llibres a l'EMS Press.



Revisors de zbMATH al món (Font: K. Hulek)

Voldria afegir algun anunci o informació per als lectors de l'*SCM/Notícies*?

“Com he dit abans, animem tots els membres actius de la comunitat investigadora a considerar convertir-se en revisors. També estem encantats de donar suport a les iniciatives noves dels membres de la comunitat que vulguin utilitzar les nostres dades per a la investigació matemàtica o crear nous enllaços a altres bases de dades i plataformes comunitàries.

Finalment, estem fent una enquesta sobre zbMATH Open i, el que és més important, sobre els desitjos de la comunitat sobre com ha de desenvolupar-se en el futur. Si us plau, responeu la nostra enquesta.

Donem les gràcies al professor Hulek i el felicitem per haver portat a terme aquesta iniciativa. Esperem que el zbMATH Open tingui l'acollida i l'èxit que es mereix.

Publicacions

El *Butlletí de la Societat Catalana de Matemàtiques*

Rosa Camps, Toni Guillamon
editors del *Butlletí*

El *Butlletí de la Societat Catalana de Matemàtiques* (BSCM) publica treballs matemàtics que cerquen un equilibri entre un alt nivell científic i l'interès d'un espectre ampli de lectors, amb

una cura especial per la terminologia matemàtica en català.

La publicació del *Butlletí* va arrencar formalment el 1987, tot i que des del 1977 la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i

Matemàtiques havia editat publicacions que se'n poden considerar precursors. En la presentació del primer volum, es definia com una publicació amb vocació de nodrir-se dels textos de les conferències que organitzava la SCM, si bé obria la porta a altres tipus d'aportacions. En els primers anys, impulsat per les Juntes de la SCM, presidides per Joan Girbau i Josep Vaquer, el *Butlletí* va actuar com a vehicle principal de comunicació de la SCM, i combinava notícies, articles i altres seccions. A partir del 1997, el *Butlletí* es concentra únicament en els articles, i apareix la figura del coordinador, exercida successivament per Jaume Aguadé i Frederic Utzet. A partir del 2004, s'estableixen els equips formats per un editor en cap i un editor adjunt, que han anat formant Oriol Serra, Josep M. Font, Julià Cufí i les persones que signen aquest article. El *Butlletí* es publica amb una periodicitat semestral (a finals de juny i de desembre); els socis de la SCM en reben un exemplar imprès, en primícia, i, setmanes després, els articles es publiquen electrònicament al Portal de Publicacions de l'IEC.

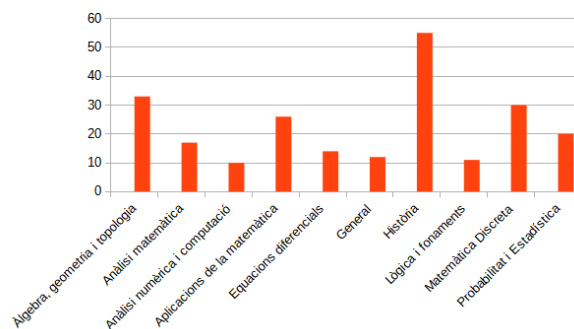
Si bé s'ha mantingut la idea inicial, actualment el *Butlletí* també publica conferències que organitzen altres institucions acadèmiques relacionades amb les matemàtiques, com ara en lliçons inaugurals de cursos o amb motiu d'altres celebracions. D'altra banda, amb els anys, s'han consolidat fins a esdevenir una part important del *Butlletí* les contribucions d'investigadors en matemàtiques dels Països Catalans, que posen a l'abast dels lectors exposicions del camp de recerca que conreen o revisions de temes d'interès general (originals i traduccions).

El *Butlletí* és obert a tots els camps de la matemàtica i als aspectes matemàtics d'altres disciplines. Des del comitè editorial, format per 12 persones de diferents universitats del país i àmbits de recerca diversos, es vetlla per la qualitat del contingut i per mantenir un equilibri temàtic.

També té el suport de personal tècnic en tasques d'edició i correcció lingüística.

Generalment, els articles tenen una extensió d'entre 20 i 40 pàgines, de manera que cada número consta de tres o quatre articles, lle-

vat de casos excepcionals. Des del 1987, han aparegut 232 articles al BSCM, repartits en moltes branques de la matemàtica i de les seves aplicacions. Al gràfic adjunt, mostrem un diagrama de barres d'aquest repartiment per àmbits significatius.



Distribució dels articles publicats des del 1987

En resum, el *Butlletí* vol ser la plataforma per mantenir informada, en català, la comunitat matemàtica de la recerca que es fa al país i arreu del món.

Us animem a fer-nos arribar les vostres col·laboracions, on podeu explicar temes que us semblin interessants col·lectivament i tastets d'aportacions originals exposats a l'abast d'un públic matemàtic generalista.

A <https://scm.iec.cat/butlletí/> hi trobareu l'enllaç a la versió electrònica dels números publicats, instruccions per a autors i adreces de contacte.



Portada del volum 36, número 1 del *Butlletí*

Activitats de la Societat Catalana de Matemàtiques

Jornada Dia Internacional de les Matemàtiques

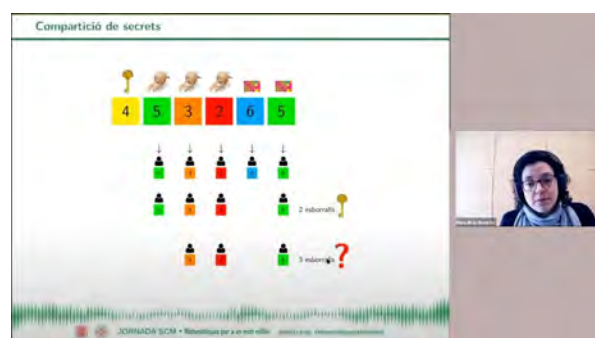
Matemàtiques per a un món millor

Albert Granados, Montse Alsina
membres del comitè organitzador

El format de les jornades “Matemàtiques i covid” el juliol del 2020 va ser ben valorat i des de la SCM s’ha volgut donar continuïtat a la iniciativa organitzant una nova jornada amb motiu del Dia Internacional de les Matemàtiques (IDM). Aquest cop, però, en lloc de dedicar les ponències a una sola temàtica es va desenvolupar el lema internacional de l’IDM, “Matemàtiques per a un món millor”. Així, persones expertes van presentar diversos temes de recerca en matemàtiques: teoria de codis (Maria Bras-Amorós, URV), sistemes complexos (Isabel Serra, CRM), teoria de jocs (Mikel Álvarez, UB) i neurociència matemàtica (Gemma Huguet, UPC).

Les ponències van tenir una durada de 30 minuts cada una, i la jornada es va concloure amb una taula rodona en la qual van participar persones de reconeguda trajectòria del món de les matemàtiques: Bartomeu Coll (UIB), Rosa Donat (UV), Marta Sanz-Solé (UB) i Carme Torras (CSIC-UPC). Les presentacions i els vídeos estan disponibles al web de la SCM <https://scm.iec.cat/jornades-scm-matematiques-2/>.

Un dels objectius d’aquestes jornades és la divulgació al públic general interessat per les matemàtiques, però amb especial èmfasi en la transferència de continguts per part d’investigadors al professorat de secundària i batxillerat. Les dades d’inscripció ho corroboren: dels 192 inscrits, el 46,9% van ser docents de secundària, mentre que un 27,6% el formaven personal docent i investigador d’universitats o centres de recerca. Per poder obtenir la certificació GTAF i GICE, es demanava el resum d’alguna de les xerrades o la taula rodona, incloent-hi una petita proposta d’aplicació a l’aula, la qual cosa animava a la reflexió, després de la jornada. A continuació comentem alguns detalls de les xerrades, i citem alguns resums rebuts.



Imatge de la xerrada de Maria Bras



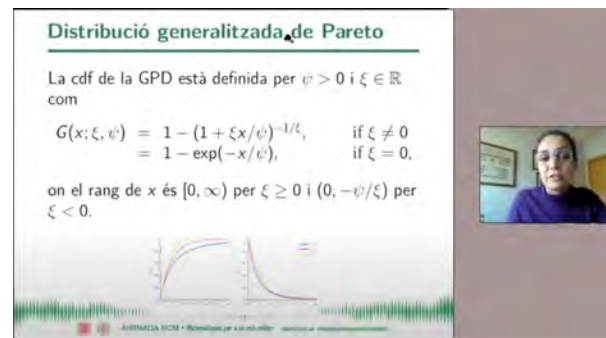
La primera de les xerrades va ser a càrrec de Maria Bras-Amorós, professora titular del Departament d’Enginyeria Informàtica i Matemàtiques de la Universitat Rovira i Virgili. En la seva xerrada, va parlar de la “Codificació de la

informació”, que estudia mètodes per detectar i corregir errors, deguts a pertorbacions en la transmissió del missatge.

De manera molt entenedora i didàctica, Bras va començar introduint les estructures algebraïques en les quals sustentava la teoria de codis (grups, anells i cossos finits) i va desenvolupar diversos exemples, fins arribar a mostrar codis de Reed-Salomon amb fotografies o codis QR. La majoria dels resums que s’han rebut per part del professorat de secundària proposen el llenguatge matricial com a relació amb el currículum de matemàtiques. Com proposa Manuel de la Rosa en el seu resum, a través de codis senzills es pot treballar el concepte de “nucli” tot codificant paraules o imatges. A més, De la Rosa també proposa recuperar l’article de Joan-Vicenç Gómez i Urgellés (*Butlletí de la SCM* vol. 34) per portar-ho a l’aula mitjançant *Octave*. També suggereix l’esteganografia com a tema de treball de recerca.

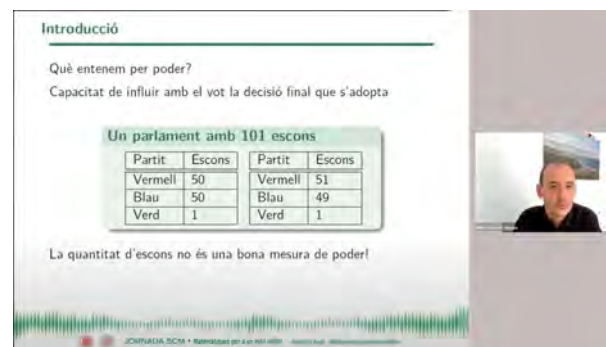
En la segona xerrada, Isabel Serra, del grup de sistemes complexos del Centre de Recerca Matemàtica, va parlar de “Valors extrems en sistemes complexos”. La xerrada es va dividir en dues parts: una primera de contingut matemàtic, en què va parlar de valors extrems, i una segona sobre sistemes complexos. Així com la mitjana d’una mostra permet deduir el comportament de “la majoria” de la població (si la mostra és prou gran), la teoria dels valors extrems posa el focus en els valors màxims de la població. Continuant amb el paral·lisme amb la mitjana, Serra va definir la **cu**a, que fa el paper de la desviació en el sentit que indica com d’allunyada està una mostra dels valors que superen un cert llindar.

Segons va explicar Serra en la segona part de la xerrada, una de les propietats més importants dels sistemes complexos són els patrons lliures d’escala, que solen ser indicatius de la presència de fenòmens que es poden interpretar mitjançant lleis físiques. La presència de patrons lliures d’escala es pot detectar fent servir eines de la teoria de valors d’extrems. Com a exemple, va presentar el càlcul de la probabilitat de l’ocurrència de tempestes geomagnètiques, que és de gran importància a causa de l’enorme capacitat que tenen de malmetre instal·lacions de telecomunicacions.



Imatge de la xerrada d’Isabel Serra

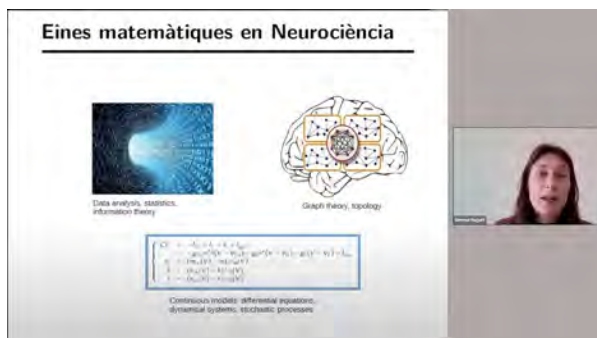
La tercera xerrada va ser a càrrec de Mikel Àlvarez, professor del Departament de Matemàtica Econòmica, Financera i Actuarial de la Universitat de Barcelona. En la seva xerrada, titulada “Mesures de poder en votacions”, Àlvarez ens va presentar eines de la teoria de jocs cooperatius per estudiar els equilibris de poder en parlaments o juntes d’accionistes, per exemple. Com ens resumeix Maria Marcos, mestra de primària, “els jocs cooperatius són aquells on hi ha coalicions, acords vinculants, són models matemàticament més abstractes i també normatius, de repartiment. Resolen aspectes com ara com es reparteix el que la coalició genera, quins són els criteris per fer-ho, etc.



Imatge de la xerrada de Mikel Àlvarez

La funció més característica del joc cooperatiu és, per una banda, les actuacions dels agents de les coalicions complementàries, i, de l’altra, també els pagaments factibles i viables per cada coalició i la utilitat transferible”. En la seva xerrada, Àlvarez ens va mostrar com el concepte de poder (capacitat d’influir mitjançant el vot en una decisió final), l’índex de Shapley-Shubik per mesurar-ho o el concepte de jugador nul ens ajuden a entendre els equilibris de poder en institucions com el Consell d’Europa.

Pel que fa a l'aplicabilitat a l'aula, David Pinyol, professor de secundària, ens proposa diferents exercicis per treballar a l'ESO, que van des de l'elecció de la Mesa del Parlament fins a la creació de grafs per il·lustrar les compatibilitats i incompatibilitats entre partits a l'hora de votar l'aprovació de lleis al Parlament. D'altra banda, en el seu resum, Laura Vendrell (mestra de primària)), ens explica que els alumnes de 3r treballen el funcionament del ple de l'Ajuntament d'Igualada (visita inclosa) tot dissenyant (en grups) partits polítics i simulant unes eleccions; així, proposa aprofundir en aquesta activitat estudiant la distribució d'escons i el funcionament de les votacions.



Imatge de la xerrada de Gemma Huguet

La darrera xerrada, “Matemàtiques per entendre el cervell”, va ser a càrrec de Gemma Huguet, investigadora del Departament de Matemàtiques de la Universitat Politècnica de Catalunya. Va començar la xerrada oferint una visió global de la modelització neuronal des de diferents camps de les matemàtiques: des dels models estocàstics, models de camp mitjà, grafs, topologia o anàlisi de dades per estudiar poblacions de neurones i les seves connexions, fins a equacions diferencials i sistemes dinàmics, molt usats per modelar detalladament el comportament d'una neurona. la xerrada d'Huguet es va centrar en aquesta última branca de les matemàtiques.

En primer lloc, va presentar diferents models neuronals, com les equacions de Hodgkin-Huxley o els models híbrids d'integració i tir (*integrate-and-fire*). Tot seguit, ens va explicar com simulant models de camp mitjà es pot preveure l'activitat (freqüència de descàrrega)

de tota una xarxa de neurones sense necessitat de simular-les individualment.

Finalment, ens va mostrar com aquestes eines es poden fer servir per predir codificacions de moviments al còrtex visual, i estalviar així mesures que són físicament molt complicades d'obtenir.

Pel que fa a l'aplicació a l'aula, Helena López, professora de biologia de secundària, ens proposa portar-ne una pinzellada a l'aula a 3r d'ESO tot estudiant el sistema nerviós. També ens proposa alguns treballs de recerca, com ara estudiar el paper dels astròcits o el d'alguns fàrmacs en les sinapsis.

La jornada va concloure amb una taula rodona, moderada per Toni Pou, periodista científic, en la qual van participar Bartomeu Coll, Rosa Donat, Marta Sanz-Solé i Carme Torras. La sessió va començar amb un petit parlament de cada participant al voltant de la temàtica de les jornades: com les matemàtiques contribueixen a fer un món millor. La sintonia dels candidats es va evidenciar en el fet que, més enllà de les seves aplicacions tecnològiques, les matemàtiques contribueixen a fer un món millor des d'un punt de vista social, per exemple amb el desenvolupament ètic de les seves aplicacions, el tractament ètic de les dades o el foment de l'esperit crític per formar una societat menys manipulable.

Com ens comenta en el seu resum Berta Obon, professora de secundària, els continguts que es van debatre a la taula rodona estan molt lligats amb les competències bàsiques, “ser competent en l'àmbit matemàtic implica que els nois i noies desenvolupin actituds com el plaer de comprendre les matemàtiques, de considerar-les una construcció personal i d'aplicar-les a la seva vida quotidiana”.



Taula rodona de la jornada

Crònica de l'entrega de premis Cangur

Alèxia Escudero

alumna premiada, Institut Morelló d'Esterrí d'Àneu

El dimecres 16 de juny va tenir lloc l'entrega de premis de la Prova Cangur 2021 i d'altres concursos organitzats per la SCM al Palau de Congressos de Barcelona. Cap a les 17 h, tots els convidats vam anar arribant amb moltíssima il·lusió.

Abans de començar la cerimònia, vam poder contemplar una exposició de materials del Museu de Matemàtiques de Catalunya, que estava situada a l'entrada de la gran sala on es duria a terme la solemne entrega de premis. Hi havia una gran cúpula de Leonardo que ocupava el centre de la sala, així com una exposició de meravellosos sistemes d'engranatges, escultures matemàtiques i jocs de taula. A les sis de la tarda, aproximadament, tots els premiats i les nostres famílies vam poder entrar, per fi, a l'auditori, i seure als seients que ens havien estat assignats.



Benvinguda a l'acte, per la presidenta de la SCM

Van presidir l'acte el Sr. Joandomènec Ros, president de l'Institut d'Estudis Catalans; la Sra. Maite Aymerich, directora general de Currículum i Personalització, en representació del Departament d'Educació, i la Sra. Dolors Herbera, presidenta de la Societat Catalana de Matemàtiques, entitat convocant de l'acte. Completaven la taula presidencial la Sra. Pura Fornals, professora de secundària, i els joves Victor Conchello i Aitor Josep López, com a

alumnes destacats. Justament aquests nois van rebre un premi molt important: ni més ni menys que el Pin de Plata del Cangur 2020 a l'inici de l'acte, que l'any passat no s'havia pogut entregar per la pandèmia.

La Sra. Dolors Herbera, presidenta de la SCM, va donar la benvinguda a totes les persones presents, i va explicar de què tractaven les Proves Cangur, entre altres coses. El parlament es va acabar amb l'entrega del Pin de Plata del Cangur al Sr. Xavier Jarque, president de la SCM del novembre del 2014 al febrer 2019.



Entrega del Pin de Plata del Cangur a Xavier Jarque

Aleshores es va començar el repartiment de premis de les Proves Cangur. Primer de tot, es van entregar els premis de categoria B d'aquest Cangur 2021, i es podia veure reflectida la il·lusió a la cara de tots els premiats, sobretot dels més petits. La sensació que s'experimenta en pujar a rebre aquest distingit premi t'omple d'alegria, felicitat i ganes de continuar participant-hi l'any vinent.

Per afegir una mica més de diversió durant l'entrega, el matemàtic i mag Sergio Belmonte ens va anar obsequiant en diversos moments de la cerimònia amb trucs de màgia, cada cop més espectaculars, i tots amb un rerefons

matemàtic: fletxes que canviaven de direcció, jocs de cartes, etc.

En acabar la primera tanda de trucs, va arribar el torn dels premis de categoria A del Cangur. També es van repartir aleshores els premis de l'Olimpiada Catalana de Matemàtiques, de la Marató de Problemes, de l'Olitele, del Concurs de Cartells 2020 i dels Concursos de Relats Matemàtics 2020 i 2021. Més aplaudiments, més somriures i més emoció a mesura que l'acte anava avançant. I també més trucs de màgia. A més, dues noies premiades, Raquel Trull (premiada a l'Olimpiada i l'Olitele) i jo mateixa (premiada a Cangur, Marató i Concurs de Relat) vam tenir l'honor de llegir uns poemes preciosos, relacionats amb les matemàtiques.

Així doncs, va arribar ja l'entrega dels "premis de podi" d'aquest Cangur 2021. En alguns casos, amb molts empats en el primer lloc, i en d'altres, amb solament un premiat en primer lloc, un de sol en segon lloc i també un únic tercer. Cada vegada que un grup pujava, primer anava a recollir el premi entre molts aplaudiments. Després, un fotògraf els feia les fotos de record i, finalment, entre molts més aplaudiments, tornaven a baixar.

Com cada any, trobareu els noms de totes les persones premiades al web del Cangur.

I llavors va arribar, segurament, el moment més "important" d'aquest acte: l'entrega dels Pins de Plata Cangur 2016-2021. Van ser tres els premiats amb aquesta valuosa distinció, tots ells de segon de batxillerat, que havien obtingut molt bones puntuacions en les Proves Cangur anteriors. Se'ls veia contents, i ja ho podien ben estar, de contents i orgullosos! Un d'ells també va llegir un bell poema.

El Cangur i altres concursos durant el curs de la pandèmia

Antoni Gomà,
comissió Cangur de la SCM

"En aquest complicat any 2021 volem agrair la confiança que han tingut, pel que fa a la proposta de la Prova Cangur, el professorat i els centres que la van organitzar el dia 18 de març i van fer possible la participació en el concurs de més de 90.000 estudiants a Catalunya."



Entrega dels Pins de Plata Cangur 2016-2021

Però... això no s'havia acabat, encara! Per sorpresa, es va entregar un altre Pin del Cangur, però aquest cop d'Or, al principal motor de les Proves Cangur: Antoni Gomà! Se li va donar per tot l'esforç que ha fet any rere any, incansable, per promoure les matemàtiques. Va ser tan espectacular que tots els presents a la sala ens vam aixecar per aplaudir-lo, cosa que no havíem fet en cap altre cas. I la veritat és que s'ho mereix moltíssim: ell és l'ànima dels concursos matemàtics, i puc constatar que sempre està disposat a ajudar en el que calgui.

A continuació es van pronunciar els discursos de la representant del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya i del president de l'Institut d'Estudis Catalans per cloure l'acte. Aleshores hi va haver un últim i fantàstic truc de màgia, i aquest cop el mag hi va fer participar tots els assistents amb les quatre cartes que ens havien donat a l'entrada. Finalment, i després de moltes emocions, la cerimònia va acabar.

L'acte d'entrega de premis que es va fer el 16 de juny del 2021 i que teniu comentat en un altre article d'aquest *SCM/Notícies* núm. 49 va ser una diada joiosa, la felicitat arribada a port després d'una llarga navegació durant el curs 20-21. Per això, he començat aquest recull amb

el primer paràgraf de la dedicatòria/editorial que la presidenta de la SCM va redactar per a la publicació que es dona al conjunt d'estudiants que reben premi o menció en la Prova Cangur i en altres concursos. En aquesta publicació es pot consultar una estadística detallada del Cangur 2021 i altres aspectes que comentarem més avall. La podeu descarregar de la pàgina web del Cangur 2021, www.cangur.org/cang2021.

Organització de l'edició 2021 i dades de participació

Quan començava el curs acadèmic, va ser complicat per a la comissió Cangur enfocar la convocatòria del nostre 26è Cangur, tenint en compte el fet que les circumstàncies que envoltaven la vida als centres docents, derivades de la pandèmia, distaven molt de ser concretes i afalagadores.

Així, es va convocar la prova per al tercer dijous de març, la data fixada internacionalment, amb la idea que cada centre organitzaria l'activitat per al seu conjunt d'estudiants, amb una innovadora idea clau de gestió. En vista dels condicionats de la covid, per a cada grup d'alumnes es preveia una doble opció:

- incorporar els resultats a la base de dades del concurs Cangur 2021
- avaluar-la internament, com una activitat didàctica (tal com molts centres van agrair de poder-ho fer l'any 2020)

Aquesta idea es va anar concretant i, a començaments del 2021, es va dur a terme la inscripció de centres que podríem dir que “va sorprendre l'empresa mateixa”. En la convocatòria que gestiona directament la SCM van ser 916 els centres inscrits, ben a prop dels 1.136 que hi van participar el 2019 (el màxim fins ara) i per això, com es pot llegir en la publicació que ja s'ha esmentat, “s'ha de considerar com un èxit el fet d'haver convocat l'activitat i és imprescindible valorar l'esperit de col·laboració dels centres i el professorat i dir ben fort: gràcies!”

D'aquests centres, van ser 822 els que van pujar llistes de participants per al concurs. Convé explicar que els centres insereixen la participació en el Cangur en la seva activitat de cada dia de maneres ben diverses. En alguns centres fan una selecció d'estudiants que hi

participen, en d'altres es fa per a estudiants que voluntàriament opten per fer la prova, però sabem que cada vegada més centres (i els condicionants d'aquest curs potser “hi han ajudat”) fan seva la idea que consta als estatuts de l'associació Le Kangourou sans Frontières: “... promouvoir la diffusion de la culture mathématique de base par tous les moyens et, en particulier, par l'organisation d'un jeu-concours annuel dont l'objectif est de stimuler et de motiver la grande majorité des élèves...”.

Rebem missatges de professorat que comparteix aquesta idea. Llegim opinions de matemàtics joves que diuen que el Cangur els va estimular, realment. I això fa que els components de la comissió trobem ben emprades les hores del nostre lleure que dediquem al Cangur.

És així que a la base de dades del Cangur 2021 hi consten 93.868 participants:

- 24.468 en el Cangur de primària
- 52.764 en el que en diem “el Cangur123”
- 16.546 en el “Cangur dels grans”

Cal afegir-hi els dels centres que van fer el Cangur com a activitat “de centre”. Tot fa pensar, doncs, que vam superar els cent mil.

Unes dades que volem subratllar i que parlen molt bé de la implicació global de molts centres en la preparació del Cangur són les següents:

- 102 centres amb concursants amb premi en el Cangur (15 premis per cada un dels 8 nivells escolars; amb els empats aquest any han estat 128 premis).
- Premis més mencions del millor 1%, 957 diplomes, de 396 centres.
- Llistes del 6% de millors puntuacions, en la qual amb els empats apareixen 5.772 participants, resulta que són de 667 centres diferents, dels 822 que van participar en el Cangur com a concurs.

Problemes i reptes engrescadors

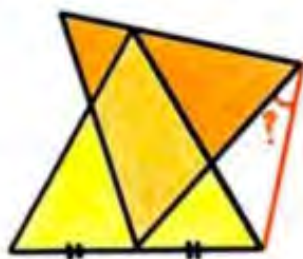
Vegeu ara una altra cita de l'escrit de la presidenta de la SCM: “Amb el Cangur, volem transmetre als estudiants de tots els nivells el goig de fer matemàtiques proposant-los exercicis que van més enllà dels continguts estàndard del currículum, que representen un desafiament

interessant i engrescador i que, fins i tot després del concurs, poden representar moments de trobada per a la família.”

Aquesta idea ha cristal·litzat en dos apartats de la publicació que han rebut molt bones valoracions. Una presentació de problemes que aporten una reflexió didàctica sobre les demostracions en geometria i unes pàgines que poden molt ben ser una lectura familiar.

- **Geometria sense fórmules.** Es presenten uns *puzles geomètrics* que la professora britànica Catriona Agg ha ideat i compartit al seu Twitter @Cshearer41. Sovint es veu quina “ha de ser” la solució numèrica, però s’anima el lector a fer-ne la demostració general...i que “faci geometria”, és a dir, que miri de demostrar-ho per raonaments euclidians. Ara bé, per si cal ajuda, al fullet s’inclouen idees clau per a cada un dels 28 problemes que es proposen.

15. Dos triangles equilàters.
Quina és la mesura de l'angle?



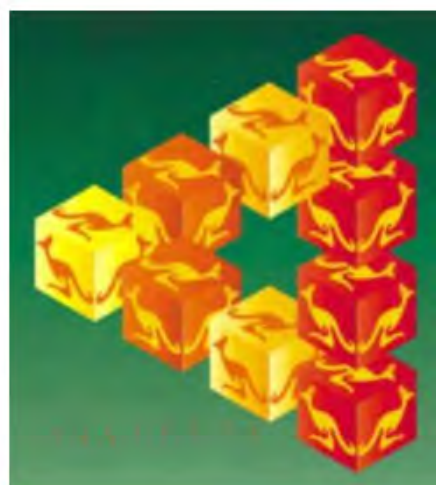
17. Dos triangles equilàters.
El més gran de tots dos té àrea 5.
Quina és l'àrea del triangle acolorit?



Mostra dels reptes proposats per Catriona Agg

- **Il·lusions òptiques.** Tenim el costum de fer conèixer algun material d'una de les entitats nacionals que formen part de Le Kangourou sans Frontières. Així, en la publicació del Cangur 2021 s'inclouen unes pinzellades de l'opuscle *Jeux d'illusions*, ACL Les Editions du Kangourou, 2018, una publicació de l'a-

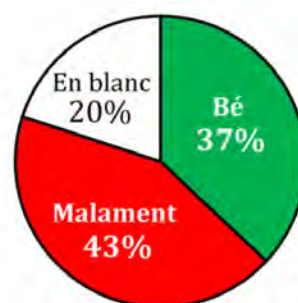
grupació francesa, la que va idear i impulsar el Cangur tal com el coneixem.



Construcció realitzable o il·lusió òptica? (Font: portada de *Jeux d'illusions*, ACL Les Editions du Kangourou)

I els concursants, constaten el “goig de fer matemàtiques” en la Prova Cangur, ho celebren com “la festa de les matemàtiques”, que així s’anunciava els primers anys? Ho respondrem fent referència als escrits dels premiats.

Tanmateix, pot ser que mirant les estadístiques sembli que hi ha “poc encert”. Hem globalitzat per a aquest article (amb percentatges arrodonits) les dades sobre la qualitat de les respostes que es poden consultar amb detall per edats en la publicació del Cangur 2021.



També és bo de mirar-ho per als tres graus de dificultat de les qüestions del Cangur.

	3 punts	4 punts	5 punts
Bé	56%	33%	22%
Malament	34%	48%	48%
En blanc	10%	19%	30%

Si el lector que hi tingui interès consulta l'estadística per edats veurà que a primària és un poquet millor que per al Cangur123 (enguany amb un descens a 2n d'ESO respecte a altres convocatòries i les altres edats) i que per als grans baixa el rendiment, sensiblement a 2n de batxillerat. Això ja és conseqüent amb el treball que es fa a la comissió de la SCM. Ho explico tot seguit.

A la reunió internacional de l'associació Le Kangourou sans Frontières es generen sis llistes oficials d'enunciats, cada una de les quals s'adreça, "teòricament", a dos nivells escolars, així: Student (concurants que fan 18-17 anys l'any del Cangur), Junior (16 - 15), Cadet (14-13), Benjamin (12-11), Écolier (10-9) i Pré-écolier (8-7). Disculpeu el "teòricament", a dos nivells escolars, així: Student (concurants que fan 18-17 anys l'any del Cangur), Junior (16-15), Cadet (14-13), Benjamin (12-11), Écolier (10-9) i Pré-écolier (8-7). Disculpeu el "teòricament", entre cometes, però volia dir que "a la pràctica" a moltes nacions es fan adaptacions. Per exemple, amb les directrius oficials, la prova que posem a 1r de batxillerat (Junior) correspondria a 4t i a 3r d'ESO. Altrament, les puntuacions serien globalment més baixes, com passa en altres països. Des de la comissió creiem que les adaptacions que fem estan justificades d'acord amb l'objectiu de motivar els estudiants, són prou consistents, i la continuïtat en la participació de tants i tants centres i, per tant, tants i tants alumnes, ho reafirma.

Hem vist que, globalment, l'assignació de problemes a 3 punts, a 4 o a 5 que es fa en el míting Kangourou és prou consistent amb els resultats que veiem a casa nostra. Però sempre hi ha sorpreses: problemes de 3 punts que provoquen moltes fallades o, en canvi, problemes de 5 punts molt ben copsats pels concursants i així mateix amb la resposta a les preguntes: "Quin és el problema que ha enganyat més?"; "Quin és el problema amb més encerts". Les persones interessades poden llegir-ne, a la publicació que fa una mica de fil conductor d'aquest article, una detallada anàlisi que, com sempre, ha fet Dani Bosch.

Ara en posaré uns exemples, que enllaço amb les intervencions que es van demanar als concursants de podi: "Quin problema t'ha agradat

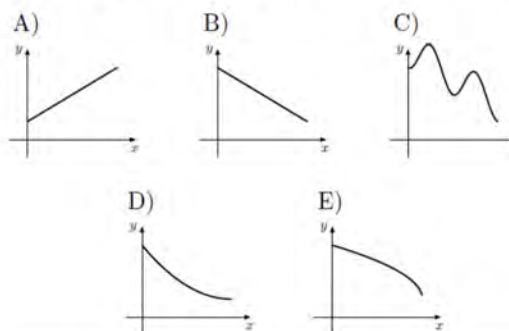
més? Ens podries redactar una idea clau que et va servir per a resoldre'l?". Us recomano llegirla!

El problema que va seleccionar el guanyador de 2n de batxillerat és un problema de 4 punts que ha resultat ser el que ha provocat més percentatge d'error de tot el Cangur (el 71%), segurament perquè la gran majoria d'alumnes el van trobar assequible i hi va haver molt poques respostes en blanc (el 7%).

19. Un gosset juganer agafa l'extrem d'un rotlle de paper higiènic i s'allunya a una velocitat constant.



Quina de les funcions següents descriu millor el gruix y del rotlle en funció de la longitud x desenrotllada?



"Cal imaginar la situació i és força divertida, i la idea clau ha estat valorar l'esforç que ha de fer el gos per treure una volta del rotlle si aquest és molt gran, i el que ha de fer quan el paper del rotlle està a punt d'acabar-se." (Àlex Rodríguez, 2n Bat, Institut Jaume Vicens Vives, Girona)

A les proves de 3r i 4t es repetia un problema de lògica. En tots dos nivells era de 5 punts i va ser el que va tenir un percentatge més petit d'encert... però va ser triat en dos casos per una persona del podi.

"El problema més divertit i que em va agradar més era el dels trols. Per resoldre'l vaig haver de fer totes les combinacions possibles. La clau és saber què diuen quan hi ha una parella mixta." Arnau Noguera (3r d'ESO. Institut Esteve Albert, Sant Vicenç de Montalt).

"La idea clau va ser veure que només els elfs que tinguin de parella un trol i els trols que tinguin de parella un elf respondran que la seva

parella és un trol.” (Alèxia Escudero, 4t d’ESO. Institut Morelló, Esterrí d’Àneu).

Més concursos

Sens dubte el Cangur és una activitat d’impacte per la quantitat de centres i d’estudiants que hi participen i això ens fa pensar que anem pel bon camí. Ara bé, al llarg del curs, la Societat Catalana de Matemàtiques convoca altres concursos, que tenen un lloc destacat en l’acte d’entrega de premis i dels quals es fa referència a la publicació.

Cronològicament el primer concurs de cada curs escolar és l’Olitele; “Oli”, perquè va néixer per impulsar la participació en l’Olimpíada, i “tele”, perquè és un concurs telemàtic. Posteriorment va néixer la Marató de Problemes per a alumnes d’ESO, que va de finals de gener a finals d’abril (per això té el nom de “marató”). Enguany la participació en aquestes dues activitats ha estat ben nombrosa i d’una qualitat excepcional. En teniu tota la informació a <https://www.cangur.org/telematics/>.

Van demanar a les persones premiades que triessin un problema dels de resposta tancada. Quatre de les cinc persones premiades en l’Olitele van triar el mateix problema:

Problema 6 del concurs telemàtic. Problema de 4 punts

Hem mesurat cinc costats consecutius d’un hexàgon circumscrit a una circumferència, i hem obtingut, en aquest ordre, 2017, 2018, 2019, 2020 i 2021 unitats. Quantes unitats mesura el sisè costat de l’hexàgon?

A part que la guanyadora del concurs, Raquel Trull, diu que va enfocar el problema de manera diferent de com seria tradicional, les idees concretes que expliquen van en la línia de considerar el fet que la distància del punt de tangència al vèrtex és la mateixa per ambdós costats. Aleshores, amb un càlcul algebraic es dedueix que la suma de la longitud dels costats alterns (“parells” i “senars”) en un hexàgon circumscrit a una circumferència és la mateixa.

Aquest estiu s’ha fet, de manera telemàtica, la fase mundial de l’Olimpíada Matemàtica Internacional, el concurs matemàtic de més tradició i prestigi. Hi han participat els catalans Roger Lidón, Bernat Pagès i Àlex Rodríguez, que ja van obtenir el primer premi a la fase catalana¹, i es van classificar a la fase espanyola. Felicitem l’Àlex Rodríguez, que ha obtingut una medalla de bronze.

Els concursos telemàtics per a equips de centre, els **Problemes a l’Esprint**, que convoquem conjuntament SCM, FEEMCAT i Cesire, sí que s’han dut a terme, en les seves quatre convocatòries, i amb un grau de participació molt elevat de centre que ho van poder organitzar per participar malgrat tots els condicionants derivats de la pandèmia. “Les matemàtiques han guanyat la covid”, ens deien en un missatge des d’un centre. Trobareu la informació completa a <http://www.cangur.org/esprint>.

Mirant endavant

Acabaré amb una nova cita de l’escrit de la presidenta de la SCM:

“La prova Cangur és el resultat de tot un any de feina. Propostes inicials dels països, míting internacional, traducció i adaptació dels enunciats... Tot un repte que la comissió Cangur de la Societat Catalana de Matemàtiques tira endavant amb dedicació admirable.”

Ja hem començat aquesta tasca per al Cangur 2022, amb la tramesa de problemes per debatre a la reunió internacional de novembre a Anvers (que de moment es planteja com a possible presencialment!) i a la web del Cangur ja es pot trobar el calendari previst per a tots els concursos.

Per la meua banda, com a veterà de la comissió Cangur, puc dir que espero poder continuar. Vull agrair a les persones que ho van decidir i al públic de l’acte d’entrega de premis que em va aplaudir, la distinció que se’m va fer, el Pin de Platí. I vull dir als lectors que per a mi la veritable distinció ha estat sempre poder tirar endavant projectes amb un conjunt de persones excepcional. Gràcies!

¹Article “Olimpíada de Matemàtiques, a Catalunya des del 1963”, a la *SCM/Notícies* núm. 48.

Matemàtiques Catalanes

Inma Baldomà, UPC, i Joana Cirici, UB
membres del comitè organitzador

El 12 de maig, Dia Internacional de les Dones Matemàtiques, es va celebrar la Jornada SCM Matemàtiques Catalanes, amb un seguit d'activitats en línia. En la jornada es van analitzar algunes dades sobre la situació de les dones matemàtiques a Catalunya. També s'hi va estrenar el documental *Matemàtiques catalanes*.

La jornada es va concloure amb una taula rodona.

Algunes dades

Fins a l'any 2010, la proporció de dones en els estudis de Matemàtiques, tant de llicenciatura com de grau, es va mantenir en general per sobre del 40%. En alguns anys, la proporció de dones arribava al 60%. A partir del 2010 observem una caiguda important que sembla establir-se en els darrers 5 anys al voltant del 30% (figura 1). Aquest comportament és similar a les tres universitats catalanes on s'imparteix el grau de Matemàtiques: la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), la Universitat de Barcelona (UB) i la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

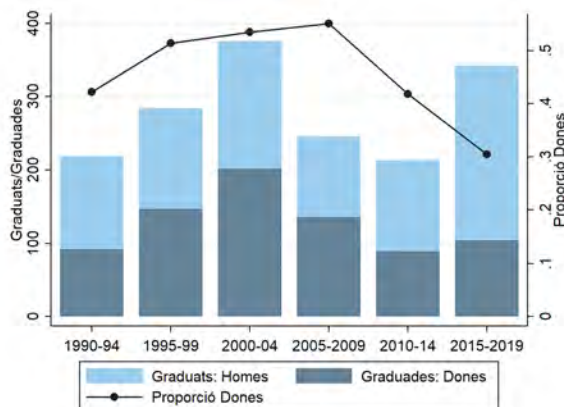


Figura 1. Llicenciatura i grau a la UB. Dades agrupades en períodes de cinc anys. La línia contínua mostra el percentatge de dones

Pel que fa al màster, el percentatge de dones és més baix, amb un 22% en els darrers cinc anys, tant al màster en Matemàtica Avançada de la UB com al màster en Matemàtica Avançada i Enginyeria Matemàtica de la UPC. Trobem un percentatge similar en els dobles graus de Matemàtiques-Física.

Segons el Math Genealogy Project, el percentatge de tesis llegides per dones es va anar enfilant, des de pràcticament zero als anys seixanta fins al 25% als anys noranta. En els darrers cinc anys, aquest percentatge ha oscil·lat al voltant del 28%. Les dades dels diferents departaments confirmen aquesta tendència, com mostra la Taula 1.

	HOMES	DONES	% DE DONES
UAB	43	13	23%
UB	35	9	20%
UPC	36	23	39%
TOTAL	114	45	28%

Taula 1. Tesis llegides en els darrers cinc anys

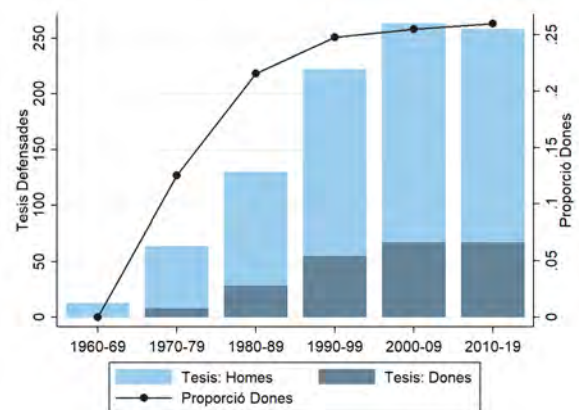


Figura 2. Tesis defensades a Catalunya, segons les dades disponibles al Math Genealogy Project

El percentatge de dones entre el professorat permanent es troba al voltant del 20% en les tres universitats. Una dada preocupant és el baix percentatge de dones entre les noves

incorporacions. Tant a la UPC com a la UAB, la contractació dels darrers 10 anys ha estat en general centrada en l'estabilització de personal. A la UB, en canvi, hi ha hagut una onada de noves incorporacions en els darrers sis anys. Entre els quinze nous professors només hi ha una dona.

Documental *Matemàtiques catalanes*

En el documental *Matemàtiques catalanes* sis dones matemàtiques expliquen com i per què van estudiar Matemàtiques, relaten els camins professionals que han seguit i comenten anècdotes i històries personals sobre la seva vida com a dones matemàtiques. Les sis protagonistes tenen perfils diversos, tot i que comparteixen els orígens i la passió per les matemàtiques:



Matemàtiques catalanes participants al documental

- Anna Busquet és llicenciada en Matemàtiques per la Universitat de Barcelona i gestora de projectes en una empresa de jocs per a mòbils.
- Núria Fagella és llicenciada en Matemàtiques per la Universitat Autònoma de Barcelona i doctora en Matemàtiques per la Universitat de Boston. És catedràtica a la Universitat de Barcelona, on fa recerca en sistemes dinàmics.
- Elisenda Feliu és llicenciada i doctora en Matemàtiques per la Universitat de Barcelona. Actualment és professora a la Universitat de Copenhaguen, on fa recerca en el camp de l'àlgebra i la geometria algebraica aplicada.
- Mar Giralt és estudiant de doctorat a la Universitat Politècnica de Catalunya, on desenvolupa la seva tesi en el camp dels sistemes dinàmics.

- Mireia López és llicenciada en Matemàtiques per la Universitat de Barcelona. És professora de secundària i actualment és membre de la comissió de serveis de l'ICE.
- Anna Tamarit és doctora en Matemàtiques per la Universitat Politècnica de Catalunya. Actualment treballa en el sector del tractament de dades, a l'empresa Bestiario.

Taula rodona

En la taula rodona, moderada per Ágata Timón, hi van participar Anna Busquet, Núria Fagella, Dolors Herbera, Mireia López i Pau Martín.

La taula rodona es va organitzar en tres blocs. El primer, dedicat a les circumstàncies personals que van portar les ponents a decidir-se per la carrera de Matemàtiques. Totes coincidien a considerar la decisió de gairebé casual. Trencaven així l'estereotip, tan estès, que la passió per les matemàtiques ha de venir de la infantesa. També van comentar l'experiència de cada una durant els estudis i, sobretot, de la descoberta de la passió per resoldre problemes complexos.

En un segon lloc, les ponents van expressar la seva opinió sobre la davallada de vocacions matemàtiques a les universitats catalanes. Per què hi ha tan poques dones a les universitats, i per què n'hi ha tan poques que escullin aquests estudis? En resum, s'hi van apuntar els factors següents:

- Estereotips equivocats. Cal donar informació, no tòpics.
- Biaixos a la societat que, de manera inconscient, poden perjudicar les dones durant els estudis o en el seu desenvolupament com a investigadores. La doctora Mireia López aporta dades molt interessants sobre la qüestió.
- En el cas de la carrera acadèmica, una estabilització massa tardana, que fa extremadament complicada la compaginació amb la vida familiar. Les doctores Dolors Herbera i Núria Fagella van comentar que, de fet, aquest és un problema relativament nou al nostre país, però que ja fa temps que és conegut per l'experiència en altres països.

- És possible que les sortides actuals més visibles de la carrera de Matemàtiques no siguin prou atractives per a les dones. Tanmateix, Anna Busquet apunta que és un bon moment per estudiar Matemàtiques: els graduats estan ben considerats per la societat i són dels més ben pagats. Sembla, però, que les sortides de les matemàtiques actuals, molt més competitives i associades a l'èxit professional, no acaben de motivar les potencialment interessades en la carrera.
- Cal no afavorir un determinat perfil d'estudiant i repensar estratègies per donar protagonisme a tothom.
- També en l'àmbit de l'educació caldria reflexionar sobre com s'ensenyen les ciències per fer-les més atractives ja des de la primària. Per exemple, es podria pensar en una figura de referència en els col·legis, amb un perfil marcadament científic, que aglutini iniciatives i estratègies.

En el tercer bloc, finalment, es debat sobre els valors de la diversitat. Partint de la idea que cal que hi hagi diversitat en els diferents estudis perquè aquesta diversitat arribi també a tots els estaments, als càrrecs directius de les empreses o als òrgans de govern, es comenten possibles accions a emprendre per redreçar la situació. Algunes de les reflexions que sorgeixen:

- La diversitat és important. Cal vetllar perquè els equips siguin equilibrats i continguin sensibilitats diferents. D'aquesta manera, les decisions preses i les estratègies que es dissenyen representen el conjunt de la societat i no només una part.
- D'altra banda, a l'educació s'apunta a la importància de destinar recursos a programes de mentoria i de xarxes entre iguals.

- S'ha de vetllar perquè els sistemes d'avaluació, tant en l'àmbit professional com en l'acadèmic, no tinguin biaixos inconscients.

La complexitat del problema és enorme, com va apuntar el doctor Pau Martín, i fa totalment necessària la col·laboració entre sociòlegs i científics amb l'objectiu de dissenyar mecanismes per quantificar tant els problemes com les solucions.

Podeu trobar tota la informació de la jornada al web de la SCM i, en concret, podeu veure el vídeo de la taula rodona. Esperem que us agradi.

Per acabar, volem donar les gràcies a totes les participants en aquesta jornada pel seu entusiasme i la seva generositat.

Premis i convocatòries

Premis Sant Jordi 2021, altres premis i noves convocatòries

Enric Ventura

En aquesta secció llistem premis i reconeixements a persones de la comunitat matemàtica catalana, amb vinculació a la SCM i l'IEC. Des de la *SCM/Notícies*, les felicitem cordialment. Ens fem ressò també de la convocatòria dels Premis Sant Jordi 2022. Podeu consultar-ne la informació al web <https://premis.iec.cat/premis/premis.asp>.

Premis Sant Jordi 2021

Premi Emmy Noether 2021

S'atorga anualment als millors treballs de fi de grau dels estudiants de matemàtiques de

les universitats catalanes. Els premiats són convidats a publicar un article a la revista Reports@SCM.

Enguany s'ha atorgat a Gonzalo Cao Labora, de la UPC, pel treball "Self-similar profiles in Analysis of Fluids. A 1D model and the compressible Euler equations". Cao realitza al seu treball dues contribucions noves a la dinàmica de fluids. La primera part del treball consisteix en una demostració, amb tècniques diferents a les ja existent, de l'existència de singularitats per al model d'Okamoto-Sakajo-Wunchs per a valors petits de la constant al

terme de convexió. A la segona part del treball realitza una nova demostració de l'existència de perfils autosimilars per a les equacions d'Euler isentròpiques compressibles que inclou rangs més amplis de la constant adiabàtica. El jurat ha valorat molt positivament la dificultat dels continguts així com la maduresa mostrada a la redacció del treball en tractar temes profunds i molt actuals com queda reflectit a l'extensa bibliografia.

S'ha concedit també una menció ex aequo als treballs de grau: *Criptografia basada en isogènies*, presentat per Enric Florit Zacarías i dirigit pels professors Xavier Guitart (UB), Santiago Seguí (UB) i Ramsès Fernàndez (UB) i *Mesures de Zygmund*, presentat per Laia Weisz Font i dirigit pel professor Juan J. Donaire Benito (UAB).



E. Florit i L. Weisz, mencions Premi Noether 2021

El treball de Florit està dedicat a l'estudi del protocol SIDH/SIKE, basat en el problema de trobar isogènies entre dues corbes el·líptiques, un dels candidats al procés d'estandardització de criptografia postquàntica de l'institut NIST. El treball realitza un estudi acurat d'eines sobre corbes el·líptiques i isogènies. Així mateix presenta els principis de la criptografia en l'intercanvi de claus tipus Diffie-hellman basat en isogènies entre corbes el·líptiques super-singulars sobre cossos finits. Estudia la tria de paràmetres i les optimitzacions necessàries per fer eficient el càlcul d'isogènies. L'autor implementa una sèrie de rutines en Sage per tal de definir el protocol, testejar-lo i analitzar-ne la seguretat, estudiant dos dels atacs proposats. El jurat ha valorat molt positivament la tasca realitzada tan teòrica com pràctica en un tema molt actual.

El treball de Weisz és un molt bon treball formatiu i de recerca on l'autora ha fet desenvolupaments propis rellevants en la solució d'un problema obert no trivial. L'objectiu d'aquest treball és l'estudi de les mesures de Zygmund, més concretament, la descripció dels conjunts que poden ser suport d'aquest tipus de mesures, que és un problema obert. En una primera part es demostren, amb algunes millores, dos dels resultats més importants en l'estudi de les mesures de Zygmund: el teorema de Kaufman i el teorema de Makarov. En la segona part, l'autora introdueix el concepte de capacitat Zygmund. Al treball es conjectura que la positivitats d'aquesta capacitat caracteritza el fet de suportar mesures de Zygmund. L'autora demostra una implicació d'aquesta conjectura, desenvolupa alguns exemples interessants que la recolzen i descriu un intent de demostració de l'altra implicació que no aconsegueix completar, tot i que la prova amb algunes restriccions. El treball acaba amb una interessant descripció de futures línies de recerca.

El jurat del premi va fer constar la qualitat remarcable de tots els treballs presentats al concurs.

Premi Évariste Galois 2021

S'atorga anualment per treballs d'investigació matemàtica originals que poden haver estat desenvolupats en un treball de fi de màster (TFM) o en la fase inicial del doctorat.

Aquest 2021 s'ha atorgat a Damià Torres Latorre, de la UPC, pel treball "Problemes de l'obstacle i desigualtats de Harnack a la frontera".



D. Torres, Premi Galois 2021

S'ha concedit també un accèssit a Anna Sopena Gilboy pel treball "Transferring filtered multiplicative structures in homotopy theory".

Premi Ferran Sunyer i Balaguer

Ofert per la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer (FFSB) 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 de manera important; està dotat amb 15.000 euros. Enguany l'investigador premiat ha estat Tim Browning de l'Institute of Science and Technology d'Àustria, per la monografia "Cubic forms and the circle method".

Premi Matemàtiques i Societat

Premi de la FFSB adreçat a autors de reportatges o activitats, en qualsevol llengua, de caràcter generalista, sobre qualsevol aspecte de les matemàtiques (ensenyament, recerca, divulgació, presència en la societat, etc.), produïts als Països Catalans durant l'últim any.

Els guanyadors d'aquesta edició han estat Clara Prats, investigadora del Grup de Biologia Computacional i Sistemes Complexos de la UPC, i Àlex Arenas, investigador del grup ALEPHSYS de la Universitat Rovira i Virgili, ambdós per les seves contribucions a la visibilització de les matemàtiques com a eina de resposta fonamental per al repte social que ha significat aquesta època de pandèmia.



C. Prats i A. Arenas, Premi Matemàtiques i Societat

Borses Ferran Sunyer i Balaguer

Atorgades anualment, amb la col·laboració de l'editorial Birkhäuser, a estudiants de doctorat en matemàtiques o de disciplines afins d'una universitat dels Països Catalans. en el tram

final de la tesi doctoral, amb l'objectiu de reforçar la formació en recerca dels estudiants premiats mitjançant una estada d'estudi o de recerca, d'entre un i tres mesos, en una institució fora de l'àmbit geogràfic de la universitat d'origen. Enguany se n'han concedit sis, als estudiants següents: Clara Burgos Simón de la UPV per fer una estada de dos mesos a Stockholm University (Suècia), Liena Colarte Gómez de la UB per fer una estada de tres mesos a la Università degli Studi di Genova (Itàlia), Wilson-Javier Forero Baquero de la UAB per fer una estada de dos mesos a la University of Virginia (EUA), Anastasia Matveeva de la UPC per fer una estada de dos mesos a LAREMA, University of Angers (França), Daria Stepanova de la UAB per fer una estada de dos mesos al Mathematical Institute, University of Oxford (Regne Unit), i a Maximilian Wötzel de la UPC per fer una estada de dos mesos a l'IMPA – Instituto de Matematica Pura e Aplicada (Brasil).



Joves premiats amb les borses FFSB

Altres premis i reconeixements

Carme Torras ha estat distingida amb el **Premi Nacional de Recerca 2020** de la Generalitat de Catalunya. També ha rebut el Premi Nacional d'Investigació Julio Rey Pastor 2020 del Ministeri de Ciència i Innovació.

Xavier Ros Oton ha estat reconegut amb la **Medalla d'Or Guido Stampacchia** atorgada cada tres anys per la Unió Matemàtica Italiana a experts, de fins a trenta-cinc anys, per contribucions significatives en el camp de l'anàlisi variacional i les seves aplicacions.

Convocatòria premis Sant Jordi 2022

Premi de Matemàtiques, en honor d'Assumpció Català i Poch

17a convocatòria del Premi IEC de la Secció de Ciències i Tecnologia que s'ofereix, de manera triennial, a la millor tesi doctoral en matemàtiques defensada en els darrers cinc anys o al millor treball d'investigació sobre matemàtiques. La dotació del premi és de 4.000 €. L'acceptació del premi comporta el compromís d'escriure un text de revisió sobre el treball guanyador, en català que serà publicat en una de les col·leccions de la Secció de Ciències i Tecnologia. El termini d'admissió de candidatures és el 3 de desembre de 2021, a les 13 hores.

Premi Emmy Noether

6a convocatòria d'aquest premi de la SCM instituit l'any 2016. Amb l'objectiu d'incentivar

l'elaboració de treballs de bon nivell, premia els millors treballs de fi de grau (TFG) defensats entre l'1 de gener i el 31 d'octubre del 2020, en un dels tres graus de matemàtiques que s'imparteixen a Catalunya (UAB, UB, UPC). L'import total dels premis, dotats per la Fundació Privada Cellex, és de 800 € per al premi i 400 € per a la menció. Els treballs guanyadors seran acceptats per a ser publicats en els Reports@SCM. El termini d'admissió de candidatures és el 3 de desembre de 2021.

Premi Évariste Galois

59a convocatòria d'aquest premi de la SCM instituit l'any 1962. S'adreça a joves investigadors o investigadores, titulats des de l'1 de febrer de 2017, per treballs d'investigació matemàtica originals que poden haver estat desenvolupats en un treball de fi de màster (TFM) o en la fase inicial del doctorat. La dotació del premi és de 1.000€ i el termini d'admissió de candidatures és el 3 de desembre de 2021.

Activitats amb ajut de la SCM

XIII Jornada GeoGebra: 6 de febrer de 2021

Bernat Ancochea Millet
president Associació Catalana de GeoGebra

Ningú es podia imaginar, en acabar la XII Jornada del 15 de febrer del 2020, que la situació evolucionaria cap a un confinament domiciliari, i com les entitats ens hauríem d'adaptar a un nou model de reunions, trobades i congressos en format telemàtic sense contacte entre les persones, a banda de veure'ns a través d'una pantalla d'ordinador o altres dispositius. El novembre del 2020 tenia lloc d'aquesta manera el Congrés Català d'Educació Matemàtica (C2EM), que va ser un èxit en tots els sentits. El 6 de febrer d'enguany es va fer la XIII edició de la Jornada GeoGebra, que la nostra associació organitza cada any adoptant també el format virtual amb el suport tècnic del Centre de Recursos Pedagògics Específics de Suport a la Innovació i la Recerca Educativa (Cesire), sense el qual no hauria estat possible.

Es va mantenir la mateixa estructura que en les jornades presencials, amb dues conferències,

quatre comunicacions i dues tandes de tallers simultanis de nivell bàsic fins a avançat, i la presentació de treballs de recerca de 2n de batxillerat en els quals s'ha fet servir el programa. Els enllaços als materials i als vídeos de les ponències i tallers els trobareu a la nostra pàgina web, [Acgeogebra.cat](https://acgeogebra.cat), tot i que alguns els citem també aquí.

El nombre d'inscripcions va ultrapassar totes les expectatives, amb assistents de molts països d'arreu del món. Com veureu, totes les imatges són captures de pantalla dels vídeos de les diferents ponències, per raons òbvies.

Premi Memorial Pep Bujosa

<https://geogebra.org/u/pep+bujosa>

Des de l'Associació Catalana de GeoGebra, aquest premi vol ser un homenatge a un dels membres fundadors, impulsor de l'ús didàctic d'aquest programa i de les jornades que han

arribat a la tretzena edició. Es vol que el premi sigui un reconeixement als docents que usen el GeoGebra com a eina, on destaquí l'aprenentatge que en fa l'alumnat. Han de ser activitats clares, concises, semblants a píndoles formatives. Les bases es trobaran al web de l'ACG i la intenció és atorgar el primer premi a la propera edició de les jornades.

Les conferències

Experiències d'aula amb GeoGebra

Débora Pereiro és professora de l'Institut As Barxas de Moaña (Pontevedra). Les aplicacions que ha fet amb GeoGebra les posa en pràctica amb l'alumnat del seu centre i són d'una gran senzillesa i claredat. En va mostrar diversos exemples, començant amb un joc de cubs per a primària i seguint amb un projecte per a secundària sobre com calcular les superfícies de les fulles.

Finalment, va parlar del nou ús de GeoGebra en època de pandèmia: el Classroom i les activitats autoavaluables. A la seva pàgina web del GeoGebra hi trobareu moltíssimes aplicacions que us poden ser molt útils i que us recomanem molt especialment (necessitareu temps!).

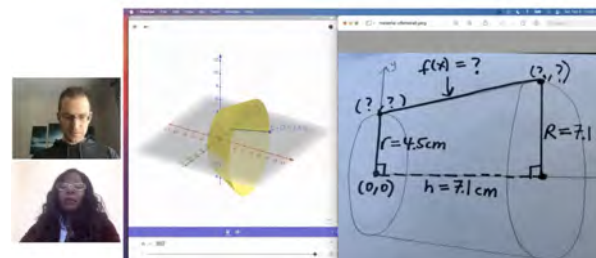
Tot i que els patrons de les aplicacions d'uns autors i altres són diferents, crec que les trobareu molt interessants. No sempre les podem modificar, però sempre podem adaptar-les, d'una manera o altra, al que volem fer o mostrar a l'aula.



Percepció espacial amb GeoGebra 3D i realitat augmentada

La realitat augmentada (RA) és una nova tecnologia que ara es pot trobar a la majoria de telèfons i tauletes. Tim Brzezinski (<https://www.brzmath.com/bio>) utilitza la calculadora 3D de GeoGebra per construir models de sòlids mitjançant coordenades i geometria

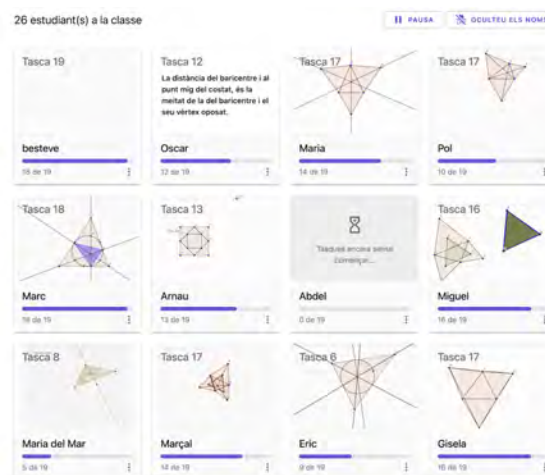
transformacional. La geometria de transformació (o geometria transformacional) és el nom d'una aproximació matemàtica i pedagògica a l'estudi de la geometria que se centra en els grups de transformacions geomètriques i les propietats invariants. És diferent de l'enfocament clàssic de la geometria sintètica de la geometria euclidiana, que se centra a demostrar teoremes.



Podem utilitzar la realitat augmentada als nostres dispositius per ajudar-nos a construir i provar la precisió dels nostres models virtuals superposant-los als reals del nostre entorn.

Les comunicacions

Com a primera comunicació, Bernat Ancochea i Guillem Bonet van presentar les darreres aplicacions de l'equip de desenvolupadors del GeoGebra sorgides arran de la situació que ha provocat la pandèmia, però que arriben per quedar-se com a eines per al professorat. Per una banda, el GeoGebra Classroom, al qual ja vam fer referència en un article anterior, per al seguiment en directe de tasques assignades a l'alumnat. Ja n'hi ha un tutorial en català,



Per altra banda, el GeoGebra Notes, una pissarra virtual interactiva amb tres tipus d'eines: llapis; figures, i mitjans que inclouen text, imatges, càmera, vídeo, àudio, PDF, gràfics, càlcul simbòlic, web i una curiositat, el *graspable math* (<https://graspablemath.com/>). Esperem que d'aquí poc n'hi haurà tutorial en català. La idea és que es puguin fer servir totes dues eines alhora, fins i tot amb interacció, tant per a l'aula com per a la formació a distància.

GeoGebra 3D, entre món digital i físic

Diego Lieban va presentar diferents possibilitats d'integració entre els universos digital i físic amb GeoGebra, amb impressions 3D o bé amb tall i gravat làser. El procés creatiu i participatiu de l'alumnat en les construccions són la motivació principal de les activitats que va presentar, amb propostes que combinen art i matemàtica o que tenen reptes lògics.

La volta al món amb el GeoGebra 3D

En aquesta comunicació, Annabel Soria i Ivón Cárdenas tenien com a repte no només l'estudi d'edificacions i monuments amb cossos geomètrics elementals, sinó també el modelatge en 3D mitjançant la composició de dos o més cossos utilitzant el GeoGebra 3D. Tenint en compte la diversitat a l'aula, els alumnes modelen una part o la totalitat de l'edificació, segons la seva complexitat. L'activitat permet deixar anar la creativitat, fomentar la recerca cultural i, alhora, integra la geometria dinàmica dins d'una activitat competencial. Adreçat a l'itinerari de matemàtiques aplicades a 4t d'ESO, es pretén despertar la curiositat arquitectònica i alhora engrescar i motivar l'alumnat a construir amb GeoGebra formes 3D que eren inimaginables per a ells. S'ha inspirat en el recurs "La volta al món en 8 edificis", de l'Equip ICE de Matemàtiques de la UdL: <https://apliense.xtec.cat/arc/node/30716>

Moviments orbitals amb GeoGebra

Xavier Espàrrech ens va explicar com l'ús dels lliscadors animats en GeoGebra permet, entre altres coses, donar moviment als diferents elements que es poden definir a la finestra gràfica. Això permet introduir la variable temps a la geometria en les nostres activitats a l'aula. Una de les possibilitats que se'ns obre és la de modelitzar, a través de rotacions, el

moviment que la gravetat produeix sobre els cossos a l'espai provant d'obrir les activitats a les competències i associant-ho a fets de la història de la ciència com la trajectòria de les estrelles errants o les òrbites el·líptiques de Kepler.

Els tallers

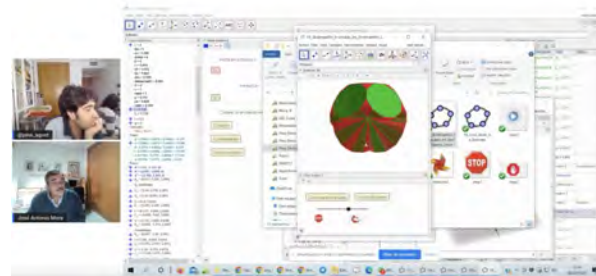
Hi va haver tallers de formació a càrrec de Guillem Bonet, i d'altres amb temàtiques molt diverses i per a diferents usuaris del programa.

Millorant GeoGebra amb JavaScript

En aquest taller, de caràcter molt tècnic però amb propostes molt interessants i explicacions molt detallades amb exemples, Pablo Triviño va mostrar com substituir diferents *scripts* que fan servir comandes de GeoGebra per un codi JavaScript més eficient. També va definir unes funcions *Fibonacci* i *Hanoi* i va fer una introducció a les instruccions *listener* i *ggbOnInit*.

Calidoscopis polièdrics

<https://www.geogebra.org/m/bm4heq77>



El taller va constar de les fases següents:

- Confecció dels calidoscopis polièdrics amb mirall plàstic; mesures i passos a seguir
- Construcció amb GeoGebra de la peça que simula un poliedre regular en el calidoscopi
- Descàrrega de l'arxiu en format GGB d'un poliedre arquimedià des de la pàgina de Recursos de la web de GeoGebra per construir la peça que s'insereix en el calidoscopi corresponent
- Descàrrega de l'arxiu en format STL que permet emmagatzemar la descripció d'un objecte 3D.

- GeoGebra 3D i realitat augmentada: càrrega dels *applets* creats mitjançant la Gràficadora 3D en Android o en iOS.

El GeoGebra a les PAU?

Carlos Giménez va intentar justificar en aquest taller la conveniència d'utilitzar el GeoGebra com un complement més a l'hora de preparar l'alumnat de 2n de batxillerat per a les proves de matemàtiques de les PAU. Partint de l'evidència que no podran fer servir aquest programari, ni, de fet, cap altre, a les proves, no es tracta en absolut de pretendre que el GeoGebra pugui substituir cap de les estratègies que fem servir habitualment, sinó que l'objectiu és el de facilitar-los una eina més que els empoderi en el seu treball resolent les qüestions plantejades en aquesta prova. Es prenen com a punt de partida les proves de la darrera edició de les PAU i es fa servir el GeoGebra Classroom com a eina de gestió del treball tant a l'aula com en mode confinat.

Full de càlcul del GeoGebra i geometria

En aquest taller, Josep Iglesias va mostrar el gran potencial que té el full de càlcul com a suport del treball amb GeoGebra. A la primera part es va veure com es poden ordenar les construccions o fer ràpidament ordres repetitives, amb l'avantatge de poder-les modificar fàcilment i quan ens convingui. A la segona

part, els assistents van entrar a una classe de GeoGebra Classroom per poder anar provant un llistat d'ordres que va anar explicant, i compartint diferents documents per veure com estan fets.

Recerca del tresor i GeoGebra Classroom

A la primera part, Laura del Río i Karina Rizzo van convidar els participants a participar en un joc de recerca del tresor per al qual havien d'utilitzar coneixements de geometria i eines bàsiques del GeoGebra (rectes, interseccions, polígons, còniques, punt mitjà, mediatriu, transformacions en el pla, entre d'altres). També van fer servir el GeoGebra Classroom simulant una activitat a l'aula, com es pot veure a la imatge. A la segona part del taller van explicar pas a pas com es construeix el joc utilitzant GeoGebra i van plantejar possibles variants perquè els participants puguin dissenyar els seus propis jocs adaptant-los a les seves necessitats.



Activitats del node català de Març, mes de les matemàtiques

Joan Alemany Flos

coordinador node català projecte "Març, mes de les matemàtiques!"

Si bé el mes de març té 31 dies, el projecte "Març, mes de les matemàtiques!" n'ha tingut uns 220, i encara en queden uns quants més.

Des de la xarxa DiMa (Xarxa de Divulgació Matemàtica a escala d'estat espanyol) es va idear un projecte per promoure les matemàtiques al voltant del Dia de Pi (14 de març), declarat a finals del 2019 Dia Internacional de les Matemàtiques (IDM). Per tal de generar més impacte, es va pensar a organitzar activitats durant tot el mes de març del 2021. Tanmateix, la situació actual amb la pandèmia va fer que el projecte s'hagués de replantejar, tant en el format com en el temps. La iniciativa va rebre

el suport de moltes entitats, entre les quals, la Societat Catalana de Matemàtiques, i també va rebre un ajut Fecyt. Es va fer coincidir el tema principal del projecte amb el tema de l'IDM, "Matemàtiques per a un món millor".

El resum de totes les activitats que s'han fet ocuparia massa pàgines. A grans trets: 25 conferències, 12 tallers, 3 exposicions, materials perquè docents puguin dur-los a classe, *escape rooms* virtuals, concursos de fotografia i un llarg etcètera.

En aquest escrit volem destacar com ha estat possible fer del projecte una realitat i la contribució del node català, amb participació

de la SCM, que ha incidit en els esdeveniments fets en català.

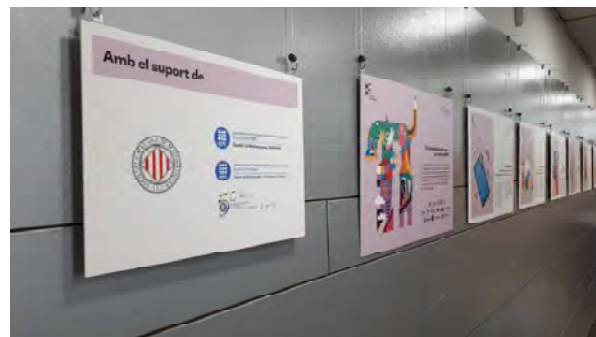
S'ha d'entendre que un projecte així no és possible gràcies a una única persona o entitat, sinó a la suma de molts esforços; com diu la dita, “la unió fa la força”. Un centenar de voluntaris i divulgadors de matemàtiques s'han ajuntat per fer possible totes aquestes activitats. Per poder coordinar-nos ha estat fonamental organitzar-se en nodes, que funcionaven en dues capes, una a escala territorial, per exemple el node català, i l'altra a escala de tipus d'activitat, per exemple, el node de les conferències o el de les exposicions. En el node català es va procurar que hi hagués representants de diferents institucions, entre d'altres, la SCM, el MMACA i algunes universitats.

Un dels grans reptes del node català ha estat organitzar les traduccions i procurar que el català hi fos ben present, incloent-hi la versió en català del logo, si bé no s'ha disposat de recursos per poder traduir tot el material a causa del seu gran volum. Tot i que l'organització del portal general del projecte estava centralitzada a la Universitat de La Laguna, entrant als apartats s'hi troben versions en català d'alguns materials. Així, s'hi poden trobar, per exemple, les unitats didàctiques de papiroflèxia en català, o bé l'*escape room* “Entra al costat fosc de Pi”, traduïts per voluntaris. També es van fer dos tallers en català, un de papiroflèxia, per Eulàlia Tramuns, i un sobre Voronoi, per Aleix Mestre.

Ara bé, el que es va prioritzar va ser la traducció de les exposicions. Gràcies a la SCM i sota la coordinació de Montse Alsina, s'ha pogut compartir amb les universitats per traduir i exposar les dues exposicions itinerants, que continuaran itinerant la resta del 2021 i possiblement el 2022. En particular, cal agrair la col·laboració dels departaments de Matemàtiques de la Universitat de Lleida i de la Universitat Rovira i Virgili, que han assumit les traduccions a través dels seus serveis lingüístics respectius.

“Sabies que...?” es va dissenyar inicialment amb continguts en forma targetes, perquè es repartissin via biblioteques. Amb la covid es va desestimar el repartiment presencial de material i es va transformar en una exposició en petit format. En l'àmbit de Catalunya, s'hi van interessar gairebé totes les universitats

públiques catalanes, a cada una de les quals se li va fer arribar un joc de set plafons. Així, s'ha exposat ja arreu de Catalunya, en vestíbuls o biblioteques universitàries de la UPC, la UdL, la URV i la UdG i, properament, s'exposarà també a la UB.



Estrena exposició “Sabies què...?”, FME, abril 2021

A més, també ha estat sol·licitada per biblioteques municipals de la xarxa de biblioteques de la Diputació de Barcelona, i així ha completat l'objectiu inicial. Si no l'heu pogut veure, encara tindreu ocasió de fer-ho. Per consultar el calendari o si teniu interès a exposar-la, podeu contactar amb la SCM.



Exposició *Sabies què...?* en una biblioteca

L'exposició, “Matemàtiques per a un món millor” és de gran format, amb cinc prismes rectangulars amb els títols *Viatjant sobre corbes i superfícies*; *Nombres naturals: de comptar a encriptar informació*; *Fractals, la geometria del caos*; *Dades massives i intel·ligència artificial: llums i ombres*, i *Matemàtiques i bellesa*



Exposició al Museu de la Tècnica de Manresa

En els continguts de les exposicions hi han col·laborat persones del node català, com Claudi Alsina, Bernat Ancochea, Sergio Belmonte, Guido Ramellini i Daniel Ramos. Altres membres a destacar de la llista del node català han sigut Anton Aubanell, Montse Alsina, Eulàlia Tramuns i Joan Alemany.

Si teniu interès a veure tot el que s'ha fet i aprofitar els materials creats, podeu anar al portal: <http://marzomates.webs.u11.es/>

Concurs Planter de Sondeigs i Experiments

Lourdes Roderó,
organitzadora del concurs

Com cada any, des de ja en fa 12, hem dut a terme una nova edició del concurs Planter de Sondeigs i Experiments. Aquesta edició ha tingut una participació notable, amb 57 treballs que s'han desenvolupat enmig de docència semipresencial i algun confinament provocat per la pandèmia.

L'acte de lliurament de premis de la 12a edició del concurs va tenir lloc el divendres 28 de maig del 2021 de manera virtual, a través de Google Meet. Aquest concurs, que convoquen anualment les tres facultats de Catalunya amb estudis de grau en Estadística (la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC, la Facultat d'Economia i Empresa de la UB i la Facultat de Ciències de la UAB), està adreçat a estudiants d'ESO, batxillerat i cicles formatius, i té com a objectiu principal despertar en els estudiants la curiositat per l'estadística com a eina fonamental en la recerca, tant en ciències experimentals com en ciències socials. Els equips participants (de fins a cinc alumnes) fan un treball d'estadística, on donen resposta a alguna pregunta rellevant utilitzant tècniques estadístiques, i presenten els resultats en un informe escrit.

Enguany en el concurs hi han col·laborat el Departament d'Estadística i Investigació Operativa de la UPC; el Departament de Genètica, Microbiologia i Estadística de la UB; el Departament d'Econometria, Estadística i Economia Aplicada de la UB; el Departament de Matemàtiques de la UAB; l'Institut d'Estadística de

Catalunya (Idescat); el Servei d'Estadística de la UAB; la Societat Catalana d'Estadística, i la Societat Catalana de Matemàtiques.

En aquesta edició hi han participat 169 alumnes, amb un total 57 treballs dirigits per 26 professors de 21 centres d'ensenyament secundari d'arreu de Catalunya. Cal destacar que 10 d'aquests 21 centres implicats han sigut centres nous, fet que demostra que el concurs segueix viu i que es nodreix de "saba nova".

La inquietud científica dels joves participants del concurs, que han estat assessorats pels seus tutors, els ha portat a fer experiments i a convertir aquesta edició en la més experimentadora de totes. Els experiments els han servit per entendre qüestions d'altres disciplines, com la física, la química, la tecnologia, l'alimentació, etc., i s'ha convertit en una eina STEM que els ha permès donar resposta als interrogants que s'han plantejat.

A banda d'això, també han pogut aprendre fent enquestes i estudis observacionals, emprant eines en línia que els han permès respondre moltes de les preguntes i hipòtesis que s'havien plantejat. Alguns, a més, han fet servir dades oficials per donar resposta als seus dubtes.

Els coneixements adquirits durant aquesta edició han estat molt diversos i de temàtiques molt diferents, com per exemple:

- El **coronavirus**, tant reanalitzant i reanalitzant les dades disponibles com an analitzant

com ens estan afectant la salut física i mental els diferents confinaments.

- L'**esport**, donant resposta, entre d'altres, a si el fet de competir en absència de públic afecta els resultats i quin ha estat l'impacte dels èxits dels equips **femenins** en la pràctica de l'esport.
- Alguns participants s'han fet preguntes sobre política i també sobre "com serien les eleccions si ...", i han plantejat diferents possibilitats.
- Els joves participants no han oblidat preguntar-se sobre **els hàbits tecnològics**, per saber si els joves estan enganxats als suports digitals.
- Aquesta edició ha tingut també un parell de treballs on els joves s'han preguntat sobre com es podria invertir en borsa de manera intel·ligent per guanyar diners.

Els organitzadors i el jurat del Planter de Sondeigs i Experiments, després d'examinar tots els treballs presentats, podem constatar que tots els estudiants participants han après molt (i, de retruc, nosaltres també) i que, a més a més, s'ho han passat molt bé. Això també s'ha posat de manifest durant les breus entrevistes que s'han fet durant l'entrega de premis en línia.

Treballs premiats

Per cada categoria s'han atorgat dues o tres mencions i el guanyador, i a la categoria 1r i 2n d'ESO hi ha hagut un empat al podi. Els treballs guanyadors en cadascuna de les quatre categories del concurs van ser:

- 1r i 2n d'ESO: *El bàsquet femení, el gran beneficiat per la covid*, dels estudiants Abril Gràcia, Joan Ortiz, Joan Gómez, Leire Moreno i Paula Espuñes (Institut Ciutat de Balaguer), dirigit per Ramon Tejedor, empatat amb el treball *Pelapatates vs. ganivet*, dels estudiants Alba Suárez, Marta Aguado i Aina Ruiz (Institut Caterina Albert, Barcelona), dirigit per Andreu Moreno.
- 3r i 4t d'ESO: *El soroll i com afecta la nostra salut*, dels estudiants Emma Ortiz, Irene González, Laura Albert, Mar González i Víctor Pinedo (Col·legi Regina Carmeli, Rubí), dirigit per M. Josep Freixanet.

- Batxillerat i cicles formatius: *El futur brilla més sobre un mantell verd?*, dels estudiants Adrián Quirante, Álex Navajas, Guillermo Gil, Iván Hidalgo i Marc Costa (Col·legi Bon Salvador, Sant Feliu de Llobregat), dirigit per Lúdia Aso.
- Premi Planter-Idescat: *Sedentarism, obesity and other weight-related issues in the younger population*, dels estudiants Kaleb Wolfgang i Pol Roca (Institut Jaume Vicens Vives, Girona), dirigit per Anna Castanyer.



Sessió telemàtica d'entrega de premis

Enguany, a causa de la celebració del 200è aniversari del naixement de Florence Nightingale, s'ha creat la menció Florence Nightingale per reconèixer algun treball relacionat amb qüestions de salut. Ha estat atorgat al treball *El no convidat: Incidència del virus covid a l'INS Terra Alta*, dels estudiants Alba Artigas, Andreu Miro, Laura Roig i Pol Pellicer (Institut Terra Alta, Gandesa), dirigit per Fernando Chavarria.

Fase estatal del concurs

El 30 de juny va tenir lloc en format en línia l'edició estatal del concurs. Els participants de cada comunitat autònoma havien d'enviar els seus treballs i publicar un vídeo curt a YouTube per explicar la feina feta. El treball representant per Catalunya a la categoria 3r i 4t d'ESO, *El soroll i com afecta la nostra salut*, va resultar el **guanyador estatal** de la seva categoria.

Enguany, a més de les categories habituals, es va obrir un nou **premi del públic** al millor vídeo i en va resultar guanyador el treball representant de Catalunya a la categoria de 1r i 2n d'ESO, *Pelapatates vs. ganivet*.

Enhorabona a tots, guanyadors i participants!

Notícies i veus de la comunitat matemàtica catalana

Matemàtiques a la UAB

Activitats divulgatives del Departament de Matemàtiques de la UAB

Joan Orobitg
relacions amb Secundària, UAB

Aquest primer semestre de 2021 hem reprès la major part d'activitats que duem a terme cada curs, encara que, com veureu, n'hem canviat alguns formats.

Dissabtes de les Matemàtiques

Després de tants anys, l'activitat Dissabte de les Matemàtiques ja és un clàssic i, en cada edició, més d'un centenar d'estudiants de batxillerat, els seus professors, monitors i altres fans de les matemàtiques tenen l'oportunitat de participar en aquesta experiència. La divuitena edició l'hem abordat amb la mateixa il·lusió que les edicions anteriors, però els participants no van assistir a la sala d'actes de la Facultat de Ciències, sinó que van seguir les sessions telemàticament. També es va fer l'emissió per un canal de YouTube. No es van dur a terme els tallers habituals, però sí que es va disposar d'un temps extra per posar en pràctica alguns dels conceptes tractats a les xerrades.

Les exitoses sessions programades per aquests mesos van ser:

- 6 de març (sessió conjunta amb els Dissabtes de la Física), Josep Maria Mondelo (Departament de Matemàtiques, UAB), *Disseny de missions espacials*. Valerio Pruneri (Icrea, Institut de Ciències Fotòniques), *D'un laboratori de recerca a les aplicacions industrials*.

- 13 de març, Roberto Rubio (Departament de Matemàtiques, UAB), *La quadratura del cercle i els polígons impossibles*.
- 20 de març, Giulia Binotto (Departament de Matemàtiques, UAB), *Volar amb les matemàtiques*.
- 10 d'abril, Marc Masdeu (Departament de Matemàtiques, UAB), *Sabem resoldre equacions de tercer grau ?*

Stat Wars: L'imperi de les dades

Amb el propòsit de potenciar l'interès per l'estadística entre l'alumnat de tercer i quart d'ESO, el dia 30 d'abril es va dur a terme a la sala d'actes de la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC una nova edició de Stat Wars. Aquesta activitat està organitzada regularment pel Departament de Matemàtiques de la UAB i enguany hi ha col·laborat el Departament d'Estadística de la UPC.

El projecte busca portar l'estadística fora de l'aula, amb la finalitat d'aconseguir que els i les joves estudiants siguin conscients, amb diversió i jocs, que vivim en un món ple de dades. Es vol mostrar que l'estadística és una disciplina científica molt utilitzada en tots els àmbits del coneixement.

Hi van participar un petit nombre d'alumnes de forma presencial i la resta, amb molt d'èxit, ho van seguir telemàticament.

XI Jornada Les Matemàtiques entre la Secundària i la Universitat

El dijous 8 d'abril de 2021, en el marc del Programa Argó de l'ICE, en col·laboració amb el Departament de Matemàtiques de la UAB, es va celebrar la XI Jornada Les Matemàtiques entre la Secundària i la Universitat. *Combinatòria i probabilitat, eines per comprendre l'atzar*. Aquesta jornada estava prevista l'abril de 2020, però es va suspendre a causa de la pandèmia covid-19. Aquesta vegada es va fer de manera telemàtica i va obtenir un gran nombre d'inscrits, la qual cosa va sorprendre gratament l'organització.

Hi va haver dues ponències. La primera, *Avaluació de riscos fent servir les matemàtiques*, a càrrec de Rosario Delgado, professora del Departament de Matemàtiques de la UAB. La segona, amb el títol *Una passejada aleatòria pel conjunt de Cantor*, la va impartir Frederic Utzet, professor del Departament de Matemàtiques de la UAB.

Cal destacar que la bona exposició dels dos conferencians va propiciar moltes preguntes, comentaris i aportacions per part dels assistents.

Tallers Matemàtics

Del 28 de juny al 15 de juliol el nostre departament ha organitzat una Estada d'Estiu de tres setmanes per a alumnes de batxillerat, dins del Programa Argó. Aquest programa, de

transició entre la secundària i la universitat, va ser endegat per la UAB el curs 2003-2004. El nom s'inspira en la llegenda dels argonautes i, més en concret, en el nom del vaixell que els va portar als confins del món. En el cas que ens ocupa, les alumnes participants han gaudit dels sis blocs d'activitats següents:

1. La criptografia, un duel d'enginy.
Professora: Rosa Camps.
2. Embolica que fa fort! (Matemàtiques en objectes quotidians)
Professora: Natàlia Castellana.
3. La geometria d'un rusc d'abelles.
Professor: Joan Bosa.
4. L'origami a l'antiga Xina. Del cub de Mitsunobu Sonobe als poliedres modulars.
Professor: Jaume Coll.
5. Jocs d'atzar: anàlisi i estratègies.
Professora: Giulia Binotto.
6. Les meravelles de la geometria.
Professor: Joan Josep Carmona.

Des de primers d'octubre fins a finals d'abril, el departament també ha participat en les sessions de preparació per a l'Olimpíada Matemàtica. Aquestes sessions, en format no presencial, han estat coordinades per Dolors Herbera, juntament amb Joan Claramunt, que hi participava des de Lancaster. Aquest format telemàtic també permet coses positives! L'alumne del doble grau Eduard Pozuelo també hi ha col·laborat amb encert i dedicació.

Des de la Biblioteca de Ciència i Tecnologia

Montserrat Monge
bibliotecària a la BCT, UAB

Exposicions matemàtiques²

Des del mes de febrer i fins al 9 d'abril, la Biblioteca de Ciència i Tecnologia va dedicar els seus espais expositius a dues celebracions matemàtiques internacionals.

La primera corresponia a **l'Any Internacional de la Dona a l'Estadística i a la Ciència de Dades** que, de maig del 2020 a juliol del 2021, commemorava el 200è aniversari del naixement de Florence Nightingale (1820-1910), pionera en el desenvolupament de gràfics

per a la visualització de dades, a més d'infermera.

Preparada per Rosa Camps, del Departament de Matemàtiques de la UAB, i Isabel Serra, investigadora i cap de transferència del Centre de Recerca Matemàtica (CRM), l'exhibició albergava una breu sinopsi sobre el llegat de Nightingale, així com una representació de les dones de la Facultat de Ciències de la UAB que treballen en la ciència de dades i, en especial, de la desapareguda Anna Espinal (1965-2019).

Es va poder visitar fins a finals de març del 2021, i aquí en teniu el recorregut fotogràfic: <https://ddd.uab.cat/record/237228>.

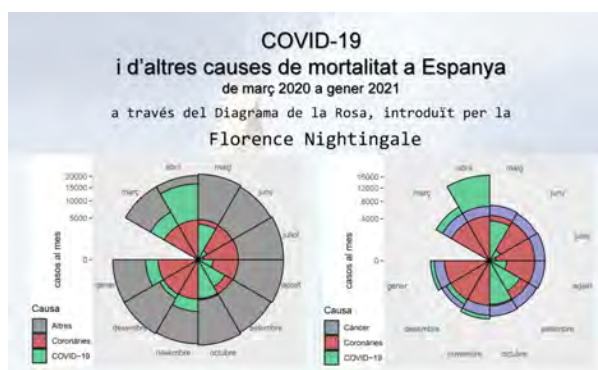


Diagrama de la Rosa aplicat a la covid-19, elaborat per a l'exposició

D'altra banda, la segona exposició va tenir com a protagonista el **Dia Internacional de les Matemàtiques**, que, enguany, té el lema “Matemàtiques per a un món millor” amb la intenció de posar de manifest el paper transcendental que les matemàtiques han tingut i tenen en la gestió de la pandèmia. Els professors Àngel Calsina i Xavier Mora, del Departament de Matemàtiques de la UAB, van coordinar la mostra “**Matemàtiques i covid**”, on repassaven diversos camps en els quals

les matemàtiques lluiten diàriament contra la covid-19 i que es va poder visitar fins al 9 d'abril del 2021.

Posteriorment, es va crear un web que recull la informació —i en alguns casos l'amplia— i els materials que es van exposar a l'aparador de la biblioteca, i que és d'accés obert a través de l'adreça <https://pagines.uab.cat/cienciaxllegir/matematices-covid>.



Cartell de l'exposició (disseny: Gregori Guasp)

Quinze anys de *Materials Matemàtics*

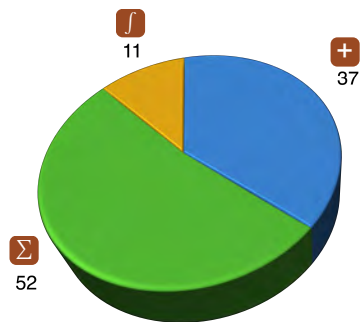
Armengol Gasull i Gregori Guasp
editors, Departament de Matemàtiques de la UAB

La revista de divulgació matemàtica editada pel Departament de Matemàtiques de la UAB, *Materials Matemàtics* (*MAT²*), va néixer l'any 2006 i, per tant, acaba de complir 15 anys. Era una època en què es patia una davallada important del nombre d'alumnes interessats a estudiar Matemàtiques. Per sort, aquesta tendència s'ha aconseguit revertir en els darrers anys. Ens agradaria pensar que aquesta iniciativa, juntament amb moltes d'altres, va aportar el seu granet de sorra perquè això hagi estat així.

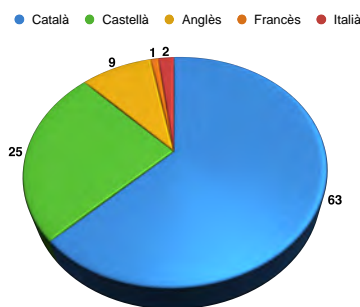
MAT² ja va néixer amb la filosofia de publicació en obert i electrònica, i no s'ha publicat mai en paper. Des del primer dia els treballs han estat lliurement a disposició de tot el món sense

que existeixin despeses de publicació per als autors, ja que el cost és assumit per la UAB. A més, s'ha procurat mantenir un bon nivell de qualitat en els treballs, que passen sempre per un procés de revisió a càrrec de col·laboradors de la revista.

Una primera particularitat d'aquesta revista és que els treballs estan catalogats amb tres etiquetes: +, \sum o \int segons estiguin dirigits a lectors interessats per les matemàtiques, estudiants de carreres científiques o matemàtics professionals, respectivament, d'acord amb el nivell matemàtic del seu contingut. La distribució dels 100 articles publicats fins avui és 37 +, 52 \sum , 11 \int . Quasi la meitat dels treballs són d'autors de fora del nostre departament.



La segona particularitat és que publica en totes les llengües del nostre entorn. En concret, hi ha treballs en català, castellà, anglès, francès i italià. Aquesta diversitat d'idiomes pensem que és bona, sobretot per als lectors joves, ja que els pot fer reflexionar sobre el fet que, sovint, la llengua no és més que un accessori, que el més important és el contingut científic, i això, d'alguna manera, obre la ment i, a més, anima a aprendre idiomes.



Recentment s'ha modernitzat la seva plana web per tal de millorar les seves funcionalitats, i ara disposa d'un buscador per paraules clau, any i nivell de dificultat dels treballs, així com d'un aspecte més actualitzat d'acord amb les tendències actuals.

Darrers treballs publicats

Per donar una idea de la variabilitat de temes que es tracten a *MAT*², podeu veure a continuació una petita llista dels publicats durant els darrers anys. També incloem la primera plana de l'últim treball publicat, que és precisament el número 100.

Publicacions dels darrers tres anys:

- *Aplicaciones de las fracciones continuas* (A. López).
- *Gemmes matemàtiques* (A. Gasull).
- *Polinomios con raíces entrelazadas* (A. J. Durán M. Pérez i J. L. Varona).

- *Anàlisi de xarxes metabòliques: On la biologia es troba amb l'anàlisi convexa* (J. Saldaña).
- *Un modelo simple para el número de infectados por Covid-19* (S. Rebollo).
- *El nombre de reproducció de la COVID-19 i el model SIR. L'efecte dels retards de comptabilització* (X. Mora).
- *Una passejada aleatòria pel conjunt de Cantor* (F. Utzet).
- *Polygons, conics and billiards* (R. A. Garcia).
- *L'art de repartir recursos escassos* (J. M. Giménez-Gómez i C. Vilella-Bach).
- *Iteració, capicues i matemàtiques* (A. Gasull).
- *Des d'on s'ha fet?* (G. Guasp).



Acabem aquest escrit amb una crida als lectors de la revista i, en especial, a tots els membres de la SCM, a publicar-hi els seus treballs. Estem convençuts que molts membres de la SCM tenen materials interessants, i de nivells molt variats, que d'aquesta manera podrien compartir amb tota la comunitat. Tingueu present que molts dels treballs publicats arriben, via els seus professors, als alumnes de secundària i que, sobretot els més generalistes, poden servir com a font d'inspiració per a treballs de recerca del batxillerat o projectes interdisciplinaris. Pensem que aquesta és una molt bona via per ampliar la cultura matemàtica i l'interès dels joves cap a aquesta disciplina.

Activitats adreçades a secundària de la Facultat de Matemàtiques i Informàtica a la UB

Antoni Benseny Ardiaca
Facultat de Matemàtiques i Informàtica, UB

La preparació per a l'Olimpíada Matemàtica es va fer d'octubre a desembre, els dimecres a la tarda, a càrrec del professor Jordi Marzo, ara nou vicedegà acadèmic de la facultat.

La Matefest/Infifest Virtual va tenir lloc el dia 5 de maig a <https://mat.ub.edu//matapps//matefest> i s'hi van integrar les xerrades taller, que havien quedat ajornades.



La Jornada de Portes Obertes es va incloure en el programa UBica't! <https://www.ub.edu/ubicat/>, organitzat pel Servei d'Atenció a l'Estudiant (SAE) de la UB. Ha tingut lloc com una activitat en línia a càrrec dels caps d'estudis el dia 14 d'abril. Aquest programa comptava també amb l'activitat *Pregunta'm!*, en què l'alumnat de la facultat responia qüestions de l'alumnat de secundària via xat, una tarda a la setmana, i amb l'activitat *Inspira'm!*, del dia 7 d'abril, en què professorat i alumnat a punt de graduar-se o ja titulat fomentava l'interès en el grau i graus dobles de la facultat. Aquestes activitats supleen la informació que es donava al Saló Estudia de manera presencial. Se'n poden consultar les presentacions dels caps d'estudis i el vídeos enregistrats en les sessions fetes a la pestanya de "Futurs estudiants" del web

de la facultat: <https://mat.ub.edu//futurs-estudiants>.

El programa de Suport a Treballs de Recerca es va posar a punt al mes de febrer a <https://mat.ub.edu/matapps/activitats/treballs-de-recerca-de-matematiques/?cat=mat>. Ha tingut una bona acceptació i s'ha pogut assignar alumnat de grau de la facultat a totes les sol·licituds fetes des dels centres.

Al programa de Premis UB-Santander als millors treballs de recerca de batxillerat s'hi han presentat molts treballs, molts dels quals de gran qualitat. Tota la informació i la relació de premis es pot consultar a <https://www.ub.edu/futurs/premis-treballs-de-recerca>.

Per al curs 2021-2022 es preveu que les activitats programades tornin a ser presencials, respectant les condicions sanitàries de cada moment. Confiam que la situació sanitària millori i que es pugui tornar a la situació anterior a la pandèmia ben aviat. En aquest sentit, es preveu dur a terme les Xerrades Taller els dimecres 17 i 24 de novembre i 19 i 26 de gener, a l'Aula Magna i a les aules de la facultat, com era habitual.

Amb el canvi d'equip deganal de la facultat, que va tenir lloc el dia 14 de juny, el nou vicedegà d'estudiants, Oliver Díaz, es farà càrrec de les activitats adreçades als estudiants, i el nou secretari, Xavier Guitart, de les relacions de l'equip deganal amb la SCM. M'acomio amb aquesta notícia desitjant el millor al nou degà, Oriol Pujol, i a tot el seu equip, i donant les gràcies a l'equip del degà Carles Casacuberta, del qual he tingut el goig de formar part. La facultat continua en molt bones mans i amb l'interès de continuar oferint activitats d'interès per a l'alumnat de secundària i el seu professorat.

Canvis al deganat

Carles Casacuberta,
degà Facultat de Matemàtiques i Informàtica 2017-2021

El 14 de juny del 2021 va prendre possessió Oriol Pujol com a nou degà de la Facultat de Matemàtiques i Informàtica de la UB. És especialista en aprenentatge automàtic i visió per ordinador. Formen part del seu equip Joana Cirici, com a vicedegana de recerca; Oliver Díaz, com a vicedegà d'estudiants i de relacions institucionals; Xavier Guitart, com a secretari, i Jordi Marzo, com a vicedegà acadèmic.

La Facultat de Matemàtiques va néixer el 1974 a conseqüència de la divisió de l'antiga Facultat de Ciències en cinc facultats, i va acordar afegir la Informàtica al seu nom el 30 de setembre del 2015. L'any 2001 s'havia començat a impartir una diplomatura d'Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes, que va convertir-se en grau en Enginyeria Informàtica el 2009. La facultat participa en un màster d'Intel·ligència Artificial des del 2006, i des del 2016 ofereix un màster propi en Fonaments de la Ciència de Dades. Aquestes titulacions s'afegeixen al grau en Matemàtiques i al màster en Matemàtica Avançada, a més de tres graus dobles i diversos cursos de postgrau. Tot plegat configura una oferta docent i de recerca molt àmplia, amb cada cop més oportunitats de transversalitat, tal com s'ha evidenciat en la jornada Mathematics Meets Data Science el 10 de setembre del 2021.

Aprofito aquesta oportunitat per tornar a agrair a l'equip sortint la seva dedicació durant quatre anys engrescadors però especialment difícils des del març del 2020: Antoni Benseny, com a vicedegà d'estudiants i de relacions

internacionals; Inmaculada Rodríguez, com a vicedegana de recerca i de relacions amb empreses; Jaume Timoneda, com a secretari, i Josep Vives, com a vicedegà acadèmic.

Un repte important per a la facultat ha estat i és l'adaptació dels models docents propiciats per la pandèmia. Els elements tecnològics i organitzatius que s'han hagut d'implementar durant els darrers mesos haurien de permetre un salt endavant en la qualitat dels ensenyaments si sabem potenciar tot allò que s'hagi aportat d'innovador.

Un altre camí on caldrà continuar avançant és el de la visibilitat i l'enfortiment de les relacions institucionals. És imminent la incorporació a la facultat d'una persona experta en comunicació, i esperem que també una en gestió de la qualitat. Això possibilitarà més iniciatives de promoció dels programes de la facultat, entre altres objectius que s'ha proposat el nou equip deganal per a una millora del posicionament tant dins de la UB com en l'entorn acadèmic i social. Els desitgem sort i molts encerts!



Fotografia del nou equip deganal

Des de la biblioteca: millores al CRAI, via un TFG

Roger Angela i Gambús
CRAI Biblioteca de Matemàtiques i Informàtica

El març del 2020, just abans del confinament, vam adquirir un televisor amb l'objectiu de muntar-lo al vestíbul i difondre tota mena d'informacions d'interès per als usuaris. Com qualsevol altre televisor intel·ligent, disposa de programari de reproducció multimèdia, però la

gestió i reproducció de continguts té limitacions i és una tasca feixuga. Després d'explorar opcions comercials, vam arribar a la conclusió que ens convenia una solució a mida. Calia que fos lliure, àgil, versàtil, remota, tan automatitzada com fos possible i fàcilment exportable.

Aprofitant que a la facultat s'hi imparteix el grau d'Enginyeria Informàtica ens vam posar en contacte amb Eloi Puertas, aleshores cap d'estudis de l'ensenyament, per proposar-li un treball de final de grau (TFG) que pogués resoldre aquella necessitat tan específica. Amb el seu assessorament, vam mirar de concretar les línies mestres del projecte, i ens va suggerir l'ús d'una Raspberry Pi, connectada al televisor i a la xarxa, que mostrés els continguts en un navegador maximitzat i que es pogués gestionar remotament des de qualsevol ordinador mitjançant el navegador.

El treball de final de grau

El treball de Vicent Núñez Delgado es va desenvolupar el primer quadrimestre del curs 2020-2021, mitjançant *metodologia àgil*.

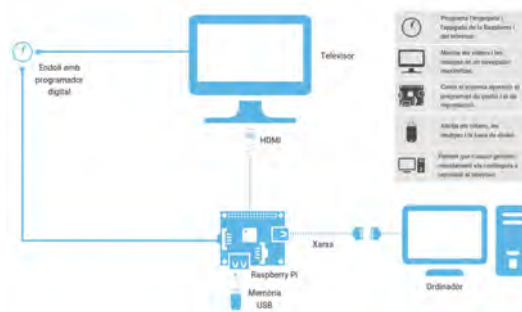
La primera reunió es va fer el 25 de setembre, i la darrera, el 18 de desembre. En total se'n van fer set, d'una a dues hores, i es van deixar intervals de 15 dies entre l'una i l'altra. Aquests períodes de temps permetien treballar els objectius que s'havien plantejat en cada trobada, comprovar-ne els resultats i definir ajustos, si calia.

Del 18 de desembre al 7 de gener es van fer proves exhaustives per comprovar totes les funcionalitats del programa i per assegurar-se que no apareixien més errors, prèviament no detectats. El 7 de gener del 2021 es va fer la instal·lació definitiva. Des d'aquell dia, el sistema ha estat en funcionament sense interrupcions.

El TFG es va defensar el 10 de febrer. La memòria i el codi font són al Dipòsit Digital de la UB.

El sistema de senyalització

El sistema, basat en arquitectura client-servidor i desenvolupat amb programari lliure, funciona allotjat en una Raspberry Pi 4, connectada al televisor i a la xarxa. Permet gestionar remotament amb el navegador de l'usuari els continguts a reproduir —vídeos i imatges estàtiques— i els mostra al televisor, en un navegador maximitzat. Està programat per engegar-se i apagar-se d'acord amb l'horari d'obertura.



Esquema de funcionament: maquinari i connexions

La interfície, clara i neta, està concebuda amb la intenció que qualsevol persona la pugui gestionar. Organitzada en pestanyes, diferencia clarament els continguts de la llista de reproducció, que és l'ànima del sistema. Admet quatre modes de reproducció diferents i l'automatització de la cua, tot plegat gestionat des de la xarxa interna de la UB.

El programa també preveu la gestió dels usuaris i un mode de manteniment, que permet aturar la cua de reproducció mentre s'hi fan canvis, i mostra al mateix temps un vídeo prèviament definit. D'aquesta manera es pot controlar en tot moment el que mostra el televisor, fins i tot mentre s'està modificant el comportament de la cua de reproducció.

Modes i algorismes de reproducció

Hi ha quatre modes de reproducció:

- **Seqüencial:** és el mode de reproducció bàsic, que respon a l'esquema FIFO. Els fitxers es reproduïxen l'un darrere l'altre en l'ordre que apareixen a la llista. Quan s'ha reproduït el primer, baixa fins al final de la llista i va escalant posicions fins que es torna a reproduir.
- **Intercalat:** el funcionament és igual que l'anterior, però entre element i element es reproduïx el fitxer que seleccionem com a fitxer intercalat. Això ens permet promocionar un determinat contingut de manera que es reproduïxi una vegada de cada dues.
- **Aleatori:** es basa en un algorisme aleatori però sense repeticions. Tria el fitxer a reproduir de manera aleatòria, però només entre els fitxers que encara no s'han reproduït. Quan tots els fitxers ja s'han reproduït, els torna a marcar com a no reproduïts i comença un nou cicle de reproducció.

- **Aleatori-intercalat:** és una combinació entre el mode aleatori i el mode intercalat, però amb una variació: per evitar que el fitxer intercalat es reproduïxi tantes vegades, l'algorisme comprova que no s'hagi reproduït just abans en el torn aleatori. Dit d'una altra manera: no es reproduïx mai dues vegades seguides.

Aquest projecte ens ha permès desenvolupar una solució a mida i resoldre la mancança que teníem. Atesa l'experiència tan reeixida i el resultat obtingut, ja ens estem plantejant un segon TFG per poder incorporar altres funcions que no s'han pogut abordar per manca de temps.

Matemàtiques a la UPC

Activitats del quadrimestre de primavera a la FME i al Departament de Matemàtiques de la UPC

Pep Burillo

vicedegà Relacions Internacionals i Promoció de la FME

Vida acadèmica

Durant la segona meitat del curs 2020-2021 de la Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME) de la UPC s'han alleujat les restriccions marcades per la covid-19, i s'han fet classes presencials amb el 30% d'aforament. Es va decidir que els alumnes de primer curs tinguessin classes presencials tot el quadrimestre, i els de segon curs, a partir de Setmana Santa.

El dimecres 12 de maig va tenir lloc la Jornada Florence Nightingale 2021, retransmesa des de la Sala d'Actes de la FME. Hi va haver quatre ponències, a càrrec d'Altea Lorenzo (estadística, Biomathematics and Statistics Scotland); Montse Vergara (estadística i infermera, Agència de Salut Pública de Barcelona); Clara Prats (física i professora de la Universitat Politècnica de Catalunya), i Gerard Giménez (estudiant del màster en Estadística i Investigació Operativa UPC-UB i *research assistant* per la Universitat de Girona). I, al final, una ronda oberta de preguntes i conclusions per cloure la jornada.

El dia 17 de maig es va dur a terme la 17a edició del seminari *Contextualització de les matemàtiques a les carreres tecnològiques de la UPC*, a càrrec d'Anna Rio, amb títol "Criptografia: L'aritmètica dels nombres grans".

El curs 2021-22 estarà dedicat al matemàtic Andrei Nikolàievitx Kolmogórov.

Activitats relacionades amb secundària i competicions

S'ha fet el Math Summer Camp 2021, del 4 a l'11 de juliol, adreçat a alumnes de batxillerat interessats en les matemàtiques.

La 18a edició del Premi Poincaré al millor treball de recerca de secundària ha marcat la majoria d'edat del premi, que gaudeix d'una salut excel·lent. Al premi del 2021 s'han presentat 64 treballs de 69 alumnes, de 35 poblacions diferents de Catalunya, i cal remarcar que s'hi han presentat més noies que nois. La cerimònia d'entrega de premis va ser via Google Meet el dia 20 de maig del 2021, i es van concedir tres premis i vuit mencions. Els tres treballs guanyadors són:

- 1r premi: Aniol Cortada Garcia: *La geometria taxicab. Un món on els cercles són quadrats*. Tutora: Nadina Palafoix Casademont. Centre: Cendrassos de Figueres (Alt Empordà)
- 2n premi: Biel Barberà Collado: *Sur la conception moderne de l'infini*. INS Eugeni d'Ors de Vilafranca del Penedès (Alt Penedès)
- 3r premi: Eugeni Soler Forn: *Newton en colors*. Tutor: Francesc Piazuolo Pont. Centre: INS Joan Mercader d'Igualada

Amb motiu de la 18a edició es va crear un espai especial al web del premi, amb un vídeo en què participen guanyadors d'anys anteriors.

També s'ha fet l'acte de lliurament de premis de la 12a edició del Concurs Planter de Sondeigs

i Experiments, el dia 28 de maig, de manera virtual. En podeu llegir els detalls en un escrit en aquest mateix número.

Des de la Biblioteca de la Facultat de Matemàtiques i Estadística

Gemma Flaquer
cap de la Biblioteca de la FME, UPC

Aprèn: Portal de la Producció Docent del professorat de la UPC

Aprèn és el nou portal de la UPC que dona accés als continguts que elabora el professorat de la UPC com a eina de suport a la seva activitat docent. Recull els continguts docents que el professorat de la UPC ha incorporat a UPCommons, el portal del coneixement obert de la UPC i al portal d'audiovisuals de la UPC Zonavídeo.



Els principals continguts docents que inclou Aprèn són: apunts i presentacions, exàmens, treballs de fi d'estudis (TFE), audiovisuals, llibres, treballs d'estudiants, problemes i exercicis i pràctiques.

A més a més, Aprèn permet consultar els continguts docents per diferents opcions: professorat, organització, assignatures, titulacions, continguts, accés obert, treballs finals, vídeos...

Els principals avantatges d'incloure continguts a Aprèn són:

- Millorar la visibilitat i l'impacte de la producció docent del professorat de la UPC.
- Donar valor a la producció docent
- Incrementar la publicació en accés obert dels continguts docents i facilitar-ne la reutilització
- Identificar unívocament l'autoria dels continguts docents

Matemàtiques per a un món millor

El 2019 la 40a Conferència General de la Unesco va proclamar el dia 14 de març Dia Internacional de les Matemàtiques.



En l'actual context de pandèmia mundial, les matemàtiques es consideren essencials per ajudar a fer front als desafiaments actuals, com el canvi climàtic, la intel·ligència artificial, l'energia i el desenvolupament sostenible, i, en definitiva, per millorar la qualitat de vida del món desenvolupat i del món en vies de desenvolupament. És per això que el lema del 2021 és "Matemàtiques per a un món millor".

Les biblioteques de la UPC s'han adherit a aquesta celebració amb un recull de recursos bibliogràfics dels temes on les matemàtiques tenen un paper essencial: anàlisi d'epidèmies, intel·ligència artificial, música digital, motors de cerca a internet, *big data*, canvi climàtic, coets

i satèl·lits, teoria de jocs, internet i telefonia, trànsit aeri, assegurances, etc.

Accés al recull de recursos: <https://bibliotecnica.upc.edu/fme/coneix/informacions-biblioteca>.

Matemàtiques a la Universitat de les Illes Balears

Matemàtiques a l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de les Illes Balears

Gabriel Cardona i Joan Duran

director de l'Escola Politècnica Superior i cap d'estudis de Matemàtiques, UIB

Orígens de la UIB i l'EPS

La Universitat a les Illes Balears endinsa les arrels en el pensament lul·lià com a eix de la investigació i de l'ensenyament superior, i s'integra en el context històric de les universitats de la Corona d'Aragó. L'origen dels estudis universitaris el trobem el 1482 amb la creació de l'Estudi General Lul·lià i, posteriorment, la Universitat Lul·liana de Mallorca (1691), la Universitat Literària de Mallorca (1772) i la Universitat Literària Balear (1840); aquesta última va ser suprimida l'any 1842. El 1951 es va refundar l'Estudi General Lul·lià i el 1978 es van restaurar els estudis universitaris amb la creació de la Universitat de Palma, integrada inicialment per les facultats de Ciències, Dret i Filosofia i Lletres, així com les escoles universitàries d'Estudis Empresarials i de Professorat d'Educació General Bàsica, que depenien de les universitats barceloneses. El 1985 es van aprovar els estatuts i es va canviar la denominació a l'actual d'Universitat de les Illes Balears (UIB).

El 1985 es van implantar a l'Escola Universitària de Ciències Empresarials i Informàtica els estudis conduents a l'obtenció del títol de diplomad en Informàtica. El 1989 es va crear l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica de Telecomunicació, autoritzada a organitzar els ensenyaments per a l'obtenció del títol d'enginyer tècnic de telecomunicació. El 1991 es va transformar aquesta escola en l'Escola Universitària Politècnica, on es van integrar els estudis de diplomad en Informàtica. El

1992 es van implantar els estudis d'Enginyeria Tècnica en Telecomunicacions, especialitat en Telemàtica; Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió, i Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes. D'altra banda, el 1988 es va crear la Facultat d'Informàtica i se li va autoritzar l'organització i gestió administrativa de la llicenciatura d'Informàtica. No obstant això, els estudis d'Enginyeria en Informàtica van ser aprovats l'any 1993 i es van estructurar de forma cíclica: el primer cicle es cursava a l'Escola Universitària Politècnica, i el segon, a la Facultat d'Informàtica. L'any 1999 l'Escola Universitària Politècnica i la Facultat d'Informàtica es van unir per donar pas a l'actual Escola Politècnica Superior (EPS), a la qual es va autoritzar el 1994 a impartir els ensenyaments per a l'obtenció del títol de llicenciat en Matemàtiques.



Edifici Ansel Turmeda, seu de l'EPS

Actualment, a l'EPS s'ofereixen els estudis de grau d'Edificació, grau d'Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica, grau d'Enginyeria Informàtica, grau de Matemàtiques, grau d'Enginyeria Telemàtica, grau d'Enginyeria Agroa-

limentària i del Medi Rural i el doble grau de Matemàtiques i d'Enginyeria Telemàtica.

La docència a l'EPS es reparteix entre diferents departaments de la UIB, i el Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica és el que té més càrrega docent; en particular, és l'encarregat de la docència de les assignatures de matemàtiques als diferents graus impartits. Aquest departament, creat l'any 1985, és també el responsable de la impartició d'assignatures amb contingut matemàtic a altres centres de la universitat. El grup humà està format per quasi un centenar de persones, entre professors, investigadors i personal d'administració i serveis. La recerca desenvolupada al departament està orientada a les àrees de Ciències de la Computació i Intel·ligència Artificial, Matemàtica Aplicada, Geometria i Topologia, Arquitectura i Tecnologia de Computadors i Enginyeria Telemàtica, entre d'altres.

Els estudis de Matemàtiques

Els estudis de Matemàtiques a la UIB donen a l'alumnat la possibilitat d'adquirir les competències necessàries per treballar en qualsevol dels àmbits on se'ls requereix. A més, pel fet que el grau s'emmarca dins l'oferta acadèmica de l'EPS, no pot deixar de banda el seu caire més aplicat, que incideix en problemes concrets de la vida real. Per això, els graduats tenen un perfil molt apreciat i demandat, per la seva alta capacitat d'adaptació a diferents àmbits, que van més enllà de la docència no universitària: finances i banca, informàtica i telecomunicacions, anàlisi de dades, recerca i docència universitària. Tot plegat ha dut en els darrers anys a un increment rellevant del nombre de preinscripcions als estudis, i això s'ha traduït en un augment constant de la nota de tall. En aquest sentit, el nombre de preinscrits en primera preferència en el curs 2021-2022 ha augmentat un 82,1% respecte al curs anterior.

De la llicenciatura al grau

La llicenciatura de Matemàtiques es va començar a oferir a l'EPS el 1994. Els estudis s'organitzaren en quatre cursos acadèmics que cobrien un total de 300 crèdits. L'any 2001 es va modificar el pla d'estudis i es va estendre la llicenciatura a cinc cursos. També se'n va modificar el contingut curricular.

El procés de Bolonya per a la configuració d'un espai europeu comú d'ensenyament superior es va implementar a la UIB el curs 2009-2010. Dins d'aquest marc, el grau de Matemàtiques es va organitzar en quatre cursos amb un total de 240 crèdits i una oferta de 45 places de nou ingrés. Amb un propòsit d'homogeneïtzació, els primers cursos dels diferents estudis que s'oferien a l'EPS es van configurar amb continguts comuns i transversals. Malauradament, això va acabar provocant un índex d'abandonament relativament elevat en el segon curs del grau de Matemàtiques. Per aquest motiu, es va plantejar una modificació del pla d'estudis centrada principalment en les assignatures de primer any i que es va implantar el curs 2018-2019. Arran d'aquesta remodelació, el primer curs del grau consta actualment de quatre assignatures de nou crèdits, on s'estableixen els fonaments de l'àlgebra, l'anàlisi i la matemàtica discreta, i quatre assignatures de sis crèdits que complementen la formació. A més, el 2013 es va implantar a l'EPS el doble grau de Matemàtiques i d'Enginyeria Telemàtica, el qual consta de 378 crèdits distribuïts en sis cursos acadèmics. Actualment, s'ofereixen deu places de nou ingrés per a aquest doble grau.

Programes millora i seguiment

Per tal d'intentar reduir l'índex d'abandonament inicial, des de l'entrada en vigor del nou pla d'estudis s'ha instaurat un seguiment i una coordinació especial en el primer curs, que vetlla per l'harmonització dels continguts entre les diferents assignatures i una certa homogeneïtzació en els criteris d'avaluació. A més, es fa una prova diagnòstica als estudiants de nou ingrés per poder seguir de prop i des de l'inici el seu progrés.

D'altra banda, el grau de Matemàtiques va ser pioner en la implantació d'un pla d'acció tutorial entre iguals per satisfer les necessitats d'adaptació que s'observen en l'alumnat de nou ingrés i facilitar la seva integració acadèmica, social i personal a la universitat, a través de l'experiència adquirida per companyes i companys de cursos superiors. En aquest context, la tutoria entre iguals, entesa com l'ajuda, informació, assessorament, orientació i suport entre estudiants, pot facilitar l'adaptació i el trànsit de l'alumnat de batxillerat a les condicions i exigències de la Universitat. Aquest

programa s'ofereix actualment a tots els estudis de l'EPS.

Som EPS i Aquí fem mates?

Les activitats *Som EPS*, adreçades a tots els estudiants de l'EPS, intenten oferir formació en competències transversals i genèriques per a tots els alumnes, així com apropar el món empresarial a la universitat. És una oportunitat per conèixer millor les empreses, per complementar la formació de l'alumnat i per descobrir les noves tecnologies i els mètodes que s'utilitzen en els sectors laborals vinculats a cada un dels graus.

Dins d'aquest marc, al grau de Matemàtiques es va inaugurar el curs 2015-2016 l'*Aquí fem mates?* (AFM), unes sessions que es fan de manera periòdica al llarg del curs per a tots els estudiants del grau. A més de la formació transversal, l'AFM pretén també afavorir la interacció dels estudiants dels diferents cursos. Entre altres activitats, a l'AFM es duen a terme les sessions inaugurals de cada curs, trobades amb antics estudiants de Matemàtiques, conferències de caràcter científic i divulgatiu, xerrades per part d'empreses de diversos sectors, concursos, o els AFM Awards, a càrrec dels estudiants amb els quals es conclou cada curs.



Clausura del curs 2017-2018 del grau de Matemàtiques de l'EPS amb els AFM Awards

Malauradament, la pandèmia de la covid-19 ha frenat la majoria d'aquestes activitats, tot i que algunes s'han pogut fer de manera telemàtica. Sempre que la situació sanitària ho permeti, s'espera poder reprendre amb regularitat les activitats de l'AFM i, en general, del *Som EPS*, el curs vinent.

Formació de postgrau

Els nostres graduats tenen l'opció de seguir la seva formació en Matemàtiques o en altres àrees

del coneixement mitjançant diversos màsters que ofereix el Centre d'Estudis de Postgrau de la UIB, entre els quals destaquem els següents:

- El màster universitari en Sistemes Intel·ligents proporciona coneixements avançats en temes com l'aprenentatge automàtic, la web semàntica, l'anàlisi de dades massives, la visió per computadors, els sensors i el control de robots, la mineria de dades i les xarxes complexes.
- El màster universitari en Física Avançada i Matemàtica Aplicada proporciona una formació interdisciplinària, orientada sobretot a la investigació en les àrees de matemàtica aplicada, astrofísica i relativitat, fluids geofísics, física de materials i sistemes quàntics.
- El màster universitari en Anàlisi de Dades Massives en Economia i Empresa proporciona a l'estudiant l'oportunitat de formar-se professionalment en l'anàlisi de grans volums de dades (*big data*) i el desenvolupament de negocis intel·ligents.
- El màster universitari en Formació del Professorat, juntament amb la titulació de grau pertinent, habilita per optar a llocs docents en centres públics, mitjançant el preceptiu sistema d'accés, i per a l'exercici docent en centres concertats i privats.

L'Escola de Doctorat de la UIB ofereix el doctorat en Tecnologies de la Informació i les Comunicacions. Les línies de recerca que el programa cobreix i que poden resultar d'interès per als graduats en Matemàtiques són la biologia computacional, els sistemes dinàmics, el processament i anàlisi d'imatges digitals, la visió per computador i la lògica borrosa.

Recerca en matemàtiques

Al Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica hi conviuen 11 grups de recerca que treballen en diverses àrees i participen en projectes, convenis i contractes amb empreses i institucions públiques. Destacarem aquells amb contribucions dins les matemàtiques.

El grup Biologia Computacional i Bioinformàtica (Biocom) té com a finalitat resoldre problemes en diferents camps de la biologia i la bioquímica i implementar-ne les solucions en

eines informàtiques que siguin d'utilitat per als biòlegs. Actualment, i de manera més general, el grup dissenya nous algoritmes d'assignació taxonòmica de seqüències metagenòmiques, desenvolupa eines de predicció i anàlisi del metabolisme conjunt d'una comunitat microbiana a partir de bases de dades metagenòmiques i s'ocupa de la predicció de les relacions entre els virus i els hostes basant-se en anàlisis genòmiques i filogenètiques. Més concretament, dins el camp de la filogenètica i emprant eines pròpies de la branca de la combinatòria i la teoria de grafs, el grup estudia, entre d'altres, índexs de balanç i de diversitat per filogènies; desenvolupa i analitza models estocàstics de creixement de filogènies i dissenya nous algoritmes de reconstrucció de xarxes filogenètiques.

El grup Tractament i Anàlisi Matemàtica d'Imatges (TAMI), que forma part de l'Institut IAC3 de la UIB i de la xarxa matemàtica - indústria Math-in, estudia models, principalment variacionals i estadístics, i algoritmes computacionals per a l'anàlisi i el processament d'imatges digitals i vídeos. Les seves principals línies de recerca són l'adquisició i restauració d'imatges digitals, la fusió de dades produïdes per satèl·lits d'observació terrestre i el processament d'imatges biomèdiques. El grup treballa també en els fonaments teòrics de l'aprenentatge profund, les seves fronteres amb la modelització matemàtica i la seva aplicació a la visió per ordinador. La major part de la recerca del grup s'ha coordinat amb la indústria i les institucions públiques. En aquest sentit, TAMI ha tingut contractes de transferència amb empreses com DxO Labs, Cognitech i Huawei, ha treballat amb l'Agència Espacial Francesa (CNES) i manté col·laboració estable amb l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA) i l'Hospital Universitari de Son Espases.

La recerca del grup Sistemes Dinàmics (SSDD) està relacionada, en un sentit ampli, amb les equacions diferencials ordinàries (EDOs) i les seves aplicacions. A partir de models matemàtics procedents de diferents àmbits científics, la teoria qualitativa de les EDOs constitueix una eina per a la seva comprensió. Aquest estudi es fa mitjançant la descripció topològica de les solucions, analitzant-ne el comportament a llarg termini i estudiant els canvis produïts

quan canvien els paràmetres que intervenen en el model. En aquest marc, les línies d'investigació principals del grup són la teoria qualitativa de les EDOs, dels sistemes d'EDOs lineals a trossos i dels sistemes dinàmics discrets. Aquestes línies s'apliquen a diferents problemes de la neurociència, en particular, a l'estudi de la connectivitat cerebral i la seva plasticitat. El grup forma part de l'Institut IAC3 de la UIB i col·labora i comparteix projectes d'investigació amb diferents grups de recerca tant a escala nacional com internacional, entre els quals destaca un projecte internacional EUA-ES sobre xarxes neuronals.

El grup de Soft Computing, Processament d'Imatges i Agregació (Scopia) té com a finalitat el desenvolupament teòric d'eines del *soft computing* i les seves aplicacions al processament d'imatges digitals, molt especialment d'imatges biomèdiques. A més, el grup contribueix també en la lògica i els conjunts borrosos, les funcions d'agregació i connectius lògics i les equacions funcionals, i desenvolupa models per a la presa de decisions. Scopia manté contactes estrets amb la majoria dels grups nacionals i internacionals especialitzats en aquestes línies de recerca, forma part de l'Institut d'Investigació Sanitària de les Illes Balears (IdISba) i està immers en projectes amb alguns grups mèdics de l'Hospital Universitari de Son Espases, a Palma, i de l'Hospital General Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso, a Cuba.

L'activitat de recerca del grup Models per al Tractament de la Informació, Informació Borrosa (Motibo) està centrada en l'estudi teòric d'estructures mètriques generalitzades, mesures de similitud i la topologia que indueixen. A més, el grup implementa aplicacions de l'estudi teòric al desenvolupament de tècniques de fusió de la informació i de presa de decisions en entorns incerts. Pel que fa a aquestes aplicacions, en l'actualitat el grup treballa intensament en el desenvolupament de tècniques de punt fix, de presa de decisions assistida en administració d'empreses i diagnòstic mèdic i, a més, en el modelatge de processos en sistemes multi-robot i la millora i implementació d'algorismes en robòtica intel·ligent i visió per computador. Aquesta última línia de treball la desenvolupa conjuntament amb membres del grup SRV (Sistemes, Robòtica i Visió). Motibo és un

dels grups que constitueix l'IdISBa i col·labora regularment amb diversos grups amb els quals comparteix línies comunes de recerca tant a escala internacional com nacional.

Divulgació

Amb l'objectiu de divulgar l'enginyeria, la ciència i l'arquitectura entre els joves de la societat, l'EPS organitza diverses activitats. La First Lego League, els experiments al laboratori DemoTec, els tallers Try Engineering i les activitats amb Scratch pretenen despertar l'interès dels alumnes preuniversitaris per la investigació, la resolució de problemes, la ciència i la tecnologia. Els pilars d'aquests programes són l'aprenentatge cooperatiu, la competició amistosa i la contribució a la societat.

Un dels motius de l'increment de la demanda dels estudis de Matemàtiques és la feina divulgativa que s'ha fet als instituts de secundària. A més de les activitats anteriors, i ja més específicament en l'àmbit de les matemàtiques, són moltes les activitats de promoció que s'han dut a terme al llarg dels darrers anys i en les quals l'EPS i professors del grau de Matemàtiques estan involucrats. Moltes d'aquestes activitats s'organitzen de manera conjunta amb la Societat Balear de Matemàtiques (SBM-XEIX), amb qui la UIB va signar un conveni de col·laboració l'any 2007.

Destaquem les següents:

- El programa Estalmat, que es va iniciar el 2016 en col·laboració amb la Reial Acadèmia de Ciències Exactes, Físiques i Naturals d'Espanya i la Societat Balear de Matemàtiques, pretén detectar, orientar i estimular de manera continuada, al llarg de dos cursos, el talent matemàtic excepcional d'estudiants de 12 i 13 anys, sense desarrelar-los del seu entorn.
- Col·laboració amb la RSME en l'organització de la fase provincial de l'Olimpíada Matemàtica, i amb la Societat Balear de Matemàtiques (SBM-XEIX) en les corresponents sessions de preparació.
- Col·laboració amb la SBM-XEIX en l'organització de les Proves Cangur arreu de les illes Balears, convocades per la Societat Catalana de Matemàtiques.

Finalment, el setembre del 2020 la UIB va signar un conveni de col·laboració amb la Real Sociedad Matemática Española. pel qual les dues institucions treballaran en el desenvolupament d'activitats de caràcter cultural, científic i acadèmic. D'aquesta manera, es promourà l'organització de cursos, jornades, seminaris o conferències, així com programes de recerca, desenvolupament tecnològic i innovació.

La veu del Centre de Recerca Matemàtica

Notícies i activitats del CRM

Lluís Alsedà Soler
director del Centre de Recerca Matemàtica

Santander Financial Engineering School



Al març va tenir lloc la primera escola d'enginyeria financera, patrocinada per Banco San-

tander i organitzada pel Centre de Recerca Matemàtica (CRM), juntament amb investigadors de la Universitat Pompeu Fabra, la Universitat Autònoma de Barcelona i la Universitat de Barcelona.

L'escola es va dur a terme en línia al llarg de tres setmanes, a causa de les restriccions derivades de la pandèmia, i va incloure tres cursos de sis hores (distribuïts en dos dies cada un) i impartits per professors distingits en temes d'interès pràctic i teòric; Alexander McNeil, de

la Universitat de York; Stéphane Crépey, de la Universitat d'Évry, i Carol Alexander, de la Universitat de Sussex.

L'objectiu de l'escola era el de promoure el contacte i la col·laboració entre joves professionals i estudiants de doctorat en finances quantitatives. Aquesta activitat es va organitzar com a complement del programa de recerca sobre finances quantitatives, que s'està duent a terme al CRM durant el juny i juliol del 2021.

La REM organitza les jornades sobre accés i dades en obert

El 6 i 7 d'abril, investigadors i professionals dels centres que formen la Red Estratégica de Matemáticas (REM), entre els quals hi ha el CRM, es van reunir virtualment per tractar els desafiaments que plantegen les polítiques d'accés obert en recerca. En les jornades hi van participar ponents experts en política científica i documentalistes.

Amb la recent aprovació de l'Estratègia Espanyola de Ciència, Tecnologia i Innovació 2021-2027 (EECTI) i el programa marc Horitzó Europa, les polítiques i mandats de ciència oberta — Open Science en anglès— han adquirit un protagonisme manifest. Per aportar llum a tots els dubtes sorgits en la comunitat matemàtica espanyola davant aquestes polítiques, la REM va acollir dues jornades virtuals dedicades a tractar aspectes pràctics i estratègics de la ciència oberta.

Les jornades es van inaugurar amb la ponència convidada de Pilar Rico, cap de la unitat d'accés obert, repositoris i revistes de la Fun-

dació Espanyola per a la Ciència i Tecnologia (FECYT), que va abordar l'escenari actual tant a escala nacional com europea. Durant la seva presentació, Rico ha recalcat que el programa Horitzó Europa, per exemple, “incorpora una política d'accés obert molt enfortida i una ampliació important cap al concepte de ciència oberta, amb l'objectiu de servir de guia per a les polítiques dels estats membres de la Unió”.

Amb la voluntat d'oferir un espai de diàleg i intercanvi de pràctiques, les jornades van comptar també amb una taula rodona en què van participar els investigadors Dae Jin Lee, del Basque Center for Applied Mathematics (BCAM); Pelegrina Quintela, del Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI), i David Rius, del Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT). Durant el debat, es va discutir sobre els reptes i beneficis que la ciència oberta planteja als investigadors, en particular des de la perspectiva dels diferents nodes de la REM, i es va donar resposta a les preguntes dels assistents.

Els materials i gravacions de les sessions dutes a terme durant les jornades es poden consultar a la pàgina web de la REM.



La veu de la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer

Projectes de present i futur

Xavier Jarque

Universitat de Barcelona i director de la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer

En els darrers mesos la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer (FFSB) ha treballat intensament en els seus projectes, tant en aquells més consolidats com en els que volem endegar. Aprofito també per donar un agraïment sincer als membres del patronat i a la Marta Viñuales

per la seva feina i predisposició. Tota aquesta activitat la continuem fent en un ambient enrarit per la pandèmia, que sembla que no podem doblegar. Malgrat la vacunació cada cop més universal, en les darreres setmanes hem tingut rebrotos sobretot entre els joves.

En qualsevol cas, el curs acadèmic passat no ha estat senzill, però tenim l'esperança (certesa?) que aquest curs vinent consolidarem la recuperació en molts sentits.

El Premi Ferran Sunyer i Balaguer

Com cada any, la Fundació ha atorgat el seu premi a una monografia matemàtica escrita en anglès que exposi els resultats més destacats d'una àrea de les matemàtiques en la qual s'hagin produït avenços recentment. S'hi van presentar 10 treballs que cobrien un ampli ventall d'àrees de la matemàtica: àlgebra, equacions en derivades parcials, sistemes diàmics, teoria d'operadors, matemàtica física, teoria de nombres, etc.

Un cop finalitzat el termini de presentació de monografies, el comitè científic va començar, a principis de desembre del 2020, el procés per decidir la guanyadora. La resolució va ser a finals de febrer (principis de març; no ho recordo exactament), i el treball que va merèixer el premi va ser *Cubic forms and the circle method* escrit pel matemàtic Tim Browning, de l'Institut de Ciència i Tecnologia d'Àustria. El llibre presenta diversos punts de vista sobre el mètode del cercle pel cas de polinomis cúbics. Es dona el cas que Tim Browning ja havia guanyat el Premi FFSB l'any 2009.

Tota la informació sobre els premis d'edicions anteriors i d'enguany la podeu trobar al web.

Com cada any, la Fundació ha atorgat diverses borses de viatge per estades d'entre un i tres mesos a centres de recerca i universitats d'arreu. Les poden sol·licitar estudiants en el darrer tram de la seva etapa de doctorat. Al proper número en parlaré amb més detall, ja que hi hem introduït algunes petites modificacions.

En tot cas, esperem que tots els guardonats amb l'ajut puguin fer les seves estades i en treguin el profit desitjat. Bona sort.

La covid, present als premis de la FFSB

Aquest any 2021, el Premi Matemàtiques i Societat s'ha concedit a dos investigadors catalans que han tingut un pes molt important pel que

fa a l'estat d'opinió de la societat en el tema de la pandèmia.

Per una banda, ha estat premiada Clara Prats Soler, investigadora del Grup de Biologia Computacional i Sistemes Complexos de la Universitat Politècnica de Catalunya. Els seus models i les tècniques estadístiques emprades han servit per entendre millor el comportament de la covid-19 i per assessorar la Comissió Europea en relació amb l'anàlisi diària amb prediccions a curt termini de la pandèmia per poder-hi fer front.

També ha estat guardonat Àlex Arenas, investigador del grup ALEPHSYS de la Universitat Rovira i Virgili. El premi reconeix la seva capacitat d'adaptació de models matemàtics basats en la mobilitat de les poblacions i que estudien la propagació d'epidèmies com la de la covid-19, incloent-hi les dades epidemiològiques obtingudes fins ara i preveient també la influència dels individus asimptomàtics que poden provocar nous contagis.

En tot cas, tots dos, i els seus equips respectius, han contribuït a fer visibles les matemàtiques com a eina de resposta fonamental pel repte social que ha significat i significa aquesta època de pandèmia.

El projecte amb Sant Joan de Déu

Com he escrit anteriorment en aquest espai, la col·laboració de la Fundació amb l'Hospital de Sant Joan de Déu és una iniciativa que volem que sigui d'èxit. Després de la darrera trobada amb l'equip que porta a terme el projecte a Sant Joan de Déu, hem tingut i tenim diverses reunions dins de la comunitat matemàtica catalana per buscar i dissenyar els millors equips humans que puguin dur a terme la col·laboració. No és tasca fàcil, ja que, malgrat l'interès intrínsec del projecte, costa obrir l'escaleta en les agendes molt atapeïdes dels investigadors que hauríem d'assumir la feina. Esperem que en el proper número us puguem dir que tot va endavant!

DITMAE i DIMAT, en format digital

Després que l'any 2020 no es poguessin dur a terme les sessions del DITMAE (Figueres) i del DITMAT (Lleida) per la pandèmia, aquest

2021 finalment les vam fer en línia i, consegüentment vàrem ajunta-les en un mateix dia (avantatges de la modalitat digital..., però vaja, ens agrada més el contacte amb els joves a l'aula, i aquesta és la nostra intenció de cara al futur).



Els cursos no corresponien als que teníem previstos l'any 2020, ja que els tallers havien de ser compatibles amb el format digital. Finalment, els dos cursos els van impartir Marc Masdeu (UAB) i Enric Ventura (UPC). El primer va anar de resolució d'equacions cúbiques, i el segon, de com pintar un graf.

L'èxit va ser considerable, amb un grapat d'estudiants aprenent i passant un dissabte al matí fent matemàtiques. No cal dir, però ho

dic, que cal donar un agraïment immens al suport incondicional de l'equip de joves que ens ajuden en els tallers i l'organització de l'activitat.

De president a presidenta

A partir de l'1 de setembre del 2021 l'Institut d'Estudis Catalans té la primera presidenta de la institució (en tota la seva història), Teresa Cabré, de la Secció Filològica. Com sabeu, o potser no, la presidència de la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer correspon al president o presidenta de l'institut; per tant, això vol dir que Teresa Cabré serà la nova presidenta de la Fundació. Li volem donar la benvinguda, amb l'esperança que la col·laboració entre ambdues institucions sigui tan profitosa com fins ara.

I, és clar, aquest relleu a l'IEC fa que Joan Domènec Ros deixi de ser president de la Fundació, com ho ha estat en els darrers 8 anys. Volem agrair-li la dedicació, el temps i l'actitud propositiva envers la Fundació. Li desitgem el millor en la nova etapa que ara tot just enceta.

Un darrer apunt personal

Com a director de la Fundació, puc dir que estimo les matemàtiques en particular i la ciència en general. I, per tant, també tinc estima pels matemàtics en particular i els científics en un sentit ampli. La meua solidaritat amb el científic Andreu Mas-Colell (i la resta de represaliats) en aquests moments difícils.

La veu de la FEEMCAT

Lleimat, l'associació de Professorat de Matemàtiques de Lleida i les seves comarques

Ferran Montardit
membre de Lleimat

Sota l'acrònim de Lleimat es troba l'Associació de Professorat de Matemàtiques de Lleida i comarques, una associació sense finalitats lucratives de mestres i professorat de tots els

nivells, des de l'educació infantil fins a l'àmbit universitari.

Lleimat es va construir formalment l'any 2006 per afavorir l'ensenyament, l'aprenentatge i l'estudi de les matemàtiques, així com per

estimular, entre les persones i les institucions implicades, l'estudi i la reflexió dels diferents problemes relacionats amb l'ensenyament i l'aprenentatge d'aquestes competències matemàtiques fonamentals en la formació del nostre alumnat. L'àmbit d'actuació de l'associació inclou les comarques del pla de Lleida i les de l'Alt Pirineu i l'Aran.

Des de l'any 2014 Lleimat és membre de la Federació d'Entitats per a l'Ensenyament de les Matemàtiques de Catalunya (FEEMCAT), amb la qual col·labora per ampliar l'àmbit d'actuació de manera recíproca en un món cada cop més globalitzat. A través de la FEEMCAT, la nostra associació també és membre de la Federació Espanyola de Societats de Professors de Matemàtiques (FESPM), i gaudeix dels avantatges d'un acord de reciprocitat amb la Societat Catalana de Matemàtiques (SCM). L'associació organitza diverses activitats al llarg del curs. Potser la més destacada és la Jornada Lleimat, una jornada de didàctica de la matemàtica en col·laboració amb l'Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat de Lleida, que es duu a terme cada curs un dissabte del mes de febrer, setmana amunt o avall. De fet no és gens agosarat escriure que aquesta activitat es pot considerar l'embrió de l'associació, ja que Lleimat es va formar després d'unes primeres jornades organitzades per un col·lectiu de persones que pocs anys després crearien l'associació. En aquestes jornades destinades a la formació del professorat s'organitzen xerrades i tallers orientats a totes les etapes educatives, ja que volem donar la importància que correspon a l'ensenyament de les matemàtiques des de l'educació infantil fins al batxillerat. Per aquestes jornades han desfilat il·lustres eminències de la divulgació, la pedagogia i la didàctica de la matemàtica: Claudi Alsina, Carme Burgués, Anton Aubanell, Fernando Corbalán, Clara Grima... La jornada d'enguany, el dissabte 6 de març, va ser la XVIII en el còmput d'aquestes jornades, duia el títol de *Camins matemàtics* i, per primer cop, es va oferir en format telemàtic, amb la qual cosa va poder ser seguida per professorat d'altres regions catalanes. Cal destacar les intervencions de Sergio Belmonte, amb la seua Matemàgia, i de Joseàngel Murcia, que va fer un paral·lisme sobre com l'ésser humà va

començar a comptar i com s'ensenyava a comptar en els primers cursos educatius. Aprofitant el lema de la jornada d'enguany i algunes de les presentacions que es van fer, l'equip Lleimat s'ha posat a treballar en un ampli projecte d'activitats matemàtiques per Lleida. Algunes l'alumnat les podrà fer *in situ* al carrer i d'altres són pensades per treballar a l'aula a partir d'elements arquitectònics, urbanístics, esportius o naturals de la ciutat i rodalia.

Evidentment, Lleimat també s'encarrega de les diferents fases del Fem Matemàtiques, en les quals participen un centenar d'alumnes de sisè de primària i primer cicle d'ESO de les nostres comarques. El 2018 Lleida va acollir la fase final catalana d'aquest concurs d'estimulació de la competència matemàtica; va crear un logotip amb la nostrada Seu Vella i el nom del concurs.

Així mateix, anualment, es duen a terme els tallers de l'Anem x + Matemàtiques, destinats a alumnat de 4t d'ESO que tingui interès per anar més enllà del dia a dia de la matèria als instituts. Aquests tallers els imparteixen membres de Lleimat i professorat de l'Escola Politècnica de la Universitat de Lleida. Durant tots els cursos que fa que es porten a terme s'han fet tallers de geometria amb GeoGebra, estratègia en jocs, encriptació i codis secrets, resolució de problemes històrics...

Finalment, cal dir que Lleimat ha dut a terme activitats al carrer per a la ciutadania en general i que col·labora amb altres activitats promogudes per la FEEMCAT i la SCM, com són la Copa Cangur i el Videomat.

L'any 2020 des de Lleimat s'havia creat la Copa Isard, una continuació de la Copa Cangur per a 4t d'ESO i 1r de batxillerat, però la situació sanitària la va tallar en sec quan ja estava tota encarrilada. Estarem encantats de mostrar-vos tota la nostra feina des del compte de Twitter @LleimatLleida, on ens podeu seguir.



Els tallers de l'Anem x + matemàtiques

Núria Mira, Montse Alsina
Anem x + Matemàtiques

L'*Anem x + matemàtiques* consisteix en uns tallers adreçats a l'alumnat de 4t d'ESO amb una certa destresa i gust per les matemàtiques, amb bons resultats acadèmics, no necessàriament d'altres capacitats, i amb motivació per aprendre.



Logotip de l'Anem x + matemàtiques

Actualment reben el suport del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya i l'organització es coordina des de la Federació d'Entitats per a l'Ensenyament de les Matemàtiques a Catalunya (FEEMCAT). Inicialment aquesta activitat va ser promoguda des del Ministeri d'Educació i Ciència.

Arrelament al territori

Els tallers són presents a diferents seus, i així aquesta activitat es fa accessible des de diferents punts de la geografia catalana.

Això és possible gràcies a les associacions de professors de matemàtiques que es responsabilitzen de l'execució de l'activitat, i que, de fet, són les que integren la FEEMCAT:

- Associació de Barcelona per a l'Estudi i l'Aprenentatge de les Matemàtiques (ABEAM)
- Associació d'Ensenyants de Matemàtiques de les Comarques Gironines (ADEMGI)
- Associació de Professors i Mestres de Matemàtiques (APAMMS)
- Associació de Professors de Matemàtiques de les Comarques Meridionals (APMCM)

Així, aquesta xarxa d'associacions permet que es facin aquests tallers en diferents localitats: Barcelona, Manresa, Girona, Mataró, Tarragona, Reus, Tortosa i Lleida.

En total es fan nou grups i hi participen cada any més de 200 joves.

La inscripció es fa a través dels centres escolars, i és el professorat de 4t d'ESO que ho proposa als alumnes i els hi inscriu, de manera que ja funciona com a procés de selecció. En l'adjudicació de les places s'afavoreix la participació de joves de diversos centres. La demanda per participar supera les places que s'ofereixen.

Les sessions

El programa consisteix en unes nou sessions de tres hores, amb introducció teòrica i estudi de casos pràctics tipus taller. El contingut de les sessions és ben variat, sempre amb un vessant divulgatiu com a eix vertebrador, com ara el cinema, la resolució de problemes, la criptografia, les fractals, l'estadística, la probabilitat, els jocs, el GeoGebra, la màgia...

Temps de pandèmia

Els tallers del curs 2019-2020 es van suspendre a partir del mes de març, arran de l'aplicació de l'estat d'alarma en relació amb la pandèmia causada per la covid-19. Així doncs, lamentablement, en la majoria de seus no es van poder fer la totalitat d'activitats previstes, si bé en alguna es va fer una sessió de cloenda telemàtica ben original.

Amb la il·lusió de donar resposta a les inquietuds dels apassionats de les matemàtiques, per al curs 2020-2021 ja es van programar les sessions en format telemàtic per poder continuar gaudint de les matemàtiques. Aquesta afectació ha suposat un esforç per part tant del professorat com de l'alumnat. D'una banda, ha calgut una adaptació dels tallers per actualitzar-se pel que fa a l'exposició i la manipulació telemàtica, i, de l'altra, els alumnes han vist incrementades les seves hores de seguiment telemàtic.

Però dins de les novetats, cal destacar la realització de sessions conjuntes de totes les seus. Així, tant la sessió inicial com la final van consistir en una xerrada-taller que podien seguir simultàniament joves i professorat dels diversos grups arreu de Catalunya.

La sessió inicial va ser "Matemàtiques i màgia" i va anar a càrrec de Fernando Blasco, de la Uni-

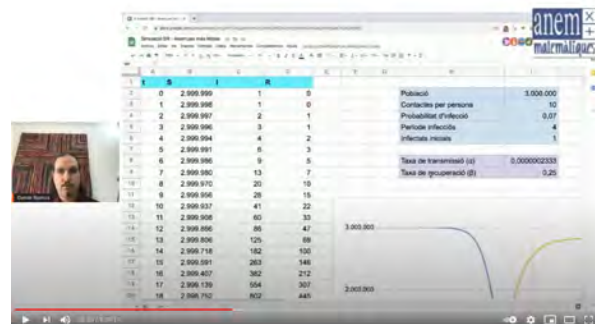
versitat Politècnica de Madrid. (<https://www.youtube.com/watch?v=fcwR8MzAIBk>) La sessió de cloenda es va titular “Com es fa un model matemàtic per a una pandèmia?” (https://www.youtube.com/watch?v=biY8JWo_Zek) i va anar a càrrec de Daniel Ramos, de la Unitat de Comunicació i Outreach del CRM. Les podeu recuperar al canal de YouTube de FEEMCAT.

El futur

La previsió és continuar fent aquestes activitats, i esperem que la situació sanitària permeti la recuperació de la presencialitat per poder gaudir en directe fent matemàtiques, tant els joves com els dinamitzadors de les sessions.

De l'experiència d'aquests mesos en quedaran les reunions telemàtiques, que faciliten la coor-

dinació entre el professorat responsable de les diferents seus, i sessions telemàtiques comunes especials, siguin d'inauguració de curs o de cloenda, per posar en valor la feina conjunta arreu de Catalunya.



Cloenda, amb la simulació del model SIR

La veu del MMACA

Tallers a les escoles

Gabi Murcia
educador del MMACA

El curs 2020-2021 ha estat marcat per la covid. Per tal de no aturar totalment l'activitat amb alumnes, hem dissenyat i engegat 10 tallers externs que ens han permès apropar les activitats matemàtiques als centres educatius directament i evitar que siguin els centres els que facin desplaçaments a l'exposició. Tot i que aquests tallers en cap cas substitueixen la visita, pensem que han facilitat les coses als centres educatius.

L'organització i l'execució de tota aquesta activitat s'ha hagut de fer amb part del personal en ERTO i amb reduccions de jornada i, evidentment, amb la plena dedicació d'alguns dels socis i sòcies. No s'hauria pogut fer sense el suport de diverses institucions (Ajuntament de Cornellà, SCM, FEEMCAT, Cellex, ICE de la UPC, Diputació de Barcelona, etc.).

Als educadors ens ha suposat un gran canvi, ja que estàvem acostumats que els centres vinguessin al museu, on ja dominem els espais on fem les activitats, ja sigui dins del Palau o al Parc de Can Mercader. Aquest curs cada

dia era una nova experiència, perquè ens vam haver d'adaptar a les necessitats de cada centre. Normalment fèiem els tallers a l'aula de cada grup (o al pati, en el cas, de les cúpules de Leonardo), però en alguns casos hem hagut de fer-los al menjador o al gimnàs. Recordo un centre on un alumne va arribar tard i s'havia perdut el taller. Llavors els mestres ens van demanar que poguéssim fer-lo amb el grup següent; l'alumne en qüestió va agafar la taula i cadira i es va situar al passadís al costat de la porta de l'aula per no barrejar grups bombolla.

A continuació teniu una breu descripció de cada taller. Els tres primers tallers ja els oferíem als centres al museu. Els altres set són els que hem dissenyat aquest curs.

Les cúpules de Leonardo

Construïm col·lectivament una o més cúpules de 4 a 5 metres de diàmetre i aproximadament 1 metre d'altura. Les peces s'encavalquen mútuament i no cal cap subjecció. En 15 minuts s'aconsegueix aixecar la cúpula. Un cop

construïda, podem entrar-hi i també aixecarla.

Descobrim la geometria

En aquest taller l'alumnat treballa en petits grups manipulant polígons diferents. Es fa un treball d'identificació de les peces i s'explora com combinar-les per crear noves formes geomètriques. Es potencien la percepció espacial i la creativitat.

Construïm polièdrons

En aquest taller descobrim els germans grans dels dòminos: els triòminos, tetròminos i pentòminos. Durant el taller, es descobreixen els 12 pentòminos existents i, amb això, es generen rectangles i altres formes geomètriques, pensant en el seu perímetre i la seva superfície i veient-hi possibles relacions.

El conte del triangle i el quadrat

El narrador explica un conte amb coixins en forma de quadrat o triangle rectangle isòsceles (mig quadrat) i de tant en tant s'atura per plantejar un repte que els espectadors de 5 a 8 anys han de resoldre amb els coixins. El conte està ple de reptes perquè tothom pugui sortir diverses vegades i intentar resoldre'ls. Al final els infants poden fer formes que els companys han d'endevinar.

El tangram, un joc i molt més

El tangram és un joc xinès conegut per molts de nosaltres, però el seu gran abast potser no està tan explorat. Després de construir el nostre propi tangram, explorem formes i geometria, però també la combinatòria, la proporcionalitat i les àrees.

Fes màgia amb les mates

La màgia desperta la curiositat, que és el camí més directe per a la motivació interna de l'aprenentatge. Així doncs, en aquest taller es veu com aplicar la màgia com a recurs didàctic per aprendre conceptes matemàtics (aritmètica, àlgebra, resolució de problemes, geometria...). Es potencien molt la contextualització de les matemàtiques, el llenguatge no verbal i la creativitat.

Exposició portàtil del MMACA

Duem al centre el material de les maletes del MMACA perquè els alumnes manipulin i interactuin amb els mòduls. Els educadors

presenten el material adaptant les explicacions al nivell i curs, acompanyen la seva descoberta i alhora aclareixen i resolen dubtes.

Probablement t'equivoques

Taller vivencial d'exploració de jocs i situacions d'atzar on la intuïció ens pot fallar. Treballem en petits grups, experimentem i recollim dades. Cada activitat va acompanyada d'una pluja d'idees i d'una explicació matemàtica. Al final s'acaba amb un bingo matemàtic on els alumnes posen a prova el que han après.

L'home de Vitruvi

Presentem el personatge de Leonardo da Vinci, la seva obra i la seva situació històrica. Els nens, ajudant-se entre ells, comproven si compleixen les proporcions del cos humà que Leonardo detalla a la seva obra L'home de Vitruvi. En segon lloc, llegim textos escrits especularment a l'estil de Leonardo ajudant-nos d'un mirall, i intentem escriure d'aquesta manera.

Puzles polièdrics amb globus

Utilitzant globus primis i llargs i altres materials (paper enrotllat, cordill, cordó elàstic, varetes, etc.) es proposa la construcció de diferents poliedres. Els participants exploren com enllaçar els globus o les varetes per obtenir des del material lineal inicial d'una dimensió les figures de dues dimensions (polígons) i les de tres dimensions (poliedres).

Segons hem vist i comprovat amb les enquestes que passem als centres, els tallers han tingut molt bona rebuda. De fet, el 70% dels enquestats ens han dit que a partir d'ara, a més de visitar el museu, també voldran que tornem al seu centre a fer-hi tallers.



Contribucions

Lazlo Lovász i Avi Widergson: Premis Abel 2021

Juanjo Rué,
Departament de Matemàtiques, UPC



Fotografia dels dos guanyadors del premi Abel 2021

El dia 17 de març l'Acadèmia de Ciències Noruega va anunciar que el Premi Abel 2021 s'atorgava a Laszlo Lovász i Avi Wigderson per, segons es llegeix de la *laudatio* del premi, "... les seves contribucions fonamentals a la informàtica teòrica i les matemàtiques discretes, i el seu paper principal en la seva configuració en camps centrals de les matemàtiques modernes..." Aquesta curta frase no podria resumir millor les contribucions fonamentals dels dos investigadors. Wigderson (Haifa, 1956) es va criar en el si d'una família jueva d'origen polonès supervivent de l'holocaust nazi. Segons recorda en més d'una entrevista, Wigderson va viure una infància i una adolescència molt tranquil·les, jugant a futbol i gaudint de la platja. El 1983 va obtenir a Princeton el seu doctorat en l'àrea de la complexitat computacional. Des d'aleshores, la seva carrera ha estat meteòrica, i ha fonamentat sobretot la teoria de la complexitat computacional. El Premi Abel és l'últim d'una llarga llista de reconeixements als innovadors i originals treballs de Wigderson en la fonamentació de la informàtica teòrica, entre els quals, el Premi Nevanlinna, el Premi Gödel i el Premi Knuth.

Per la seva banda, Lovász (Budapest, 1948) va ser un nen prodigi de les matemàtiques: per exemple, va guanyar tres medalles d'or a les Olimpíades Matemàtiques internacionals, en dues ocasions amb un reconeixement especial del jurat. Lovász pertany, de fet, a una generació de joves matemàtics hongaresos brillants i estimulats per l'ambient matemàtic de la Budapest de postguerra. En aquest punt, és necessari esmentar l'influència més gran per al jove Lovász: la del ja mític matemàtic Paul Erdős, amb qui va establir una col·laboració molt fructífera des de l'adolescència. De la mateixa manera que Wigderson, el Premi Abel és el darrer d'un seguit de reconeixements: els Premis Gödel i Knuth, així com el Premi Wolf, el Premi Kyoto i fins i tot, a casa nostra, el Premi Hipàtia.

No ens allargarem en els detalls biogràfics i pasarem a la ciència. En farem un tast de quatre contribucions diferents (i prou representatives), íntimament lligades per aquest principi d'interacció fonamental entre la matemàtica discreta i la informàtica teòrica que impregna la seva obra.

Contribució conjunta de Lovász i Wigderson a l'algorísmia

Josep Díaz, Departament de Ciències de la Computació, UPC

És un plaer escriure sobre l'impacte científic en el camp de l'algorísmia de dos investigadors que admiro molt, els recents guardonats amb el Premi Abel, professors Laszlo Lovász i Avi Wigderson. Els seus treballs han estat una contribució important al desenvolupament dels mètodes probabilístics en algorísmia. Per exemple, el *Lema local de Lovász*, que té una versió constructiva molt útil per dissenyar algorismes basats en mostreig, o les publicacions de Wigderson sobre paral·lelisme. A causa de les limitacions d'espai, en aquest article, únicament esbossaré la contribució de Lovász i Wigderson a un problema particular: la *k-vèrtex connectivitat d'un graf*. La seva contribució va ser donar un algorisme aleatoritzat més eficient que els existents l'any 1986, tot i que anys després altres investigadors van continuar les millores en el temps de resolució. He escollit aquest problema perquè és un dels dos únics treballs col·laboratius, i perquè les tècniques emprades són diferents de les utilitzades per altres autors per resoldre el mateix problema.

Abans d'entrar en l'algorisme de Linial, Lovász i Wigderson [11], faré una breu introducció al concepte d'algorisme aleatoritzat. En l'actualitat el mot algorisme ha esdevingut omnipresent i conegut. Un algorisme és simplement una llista d'instruccions per processar informació i resoldre problemes. Els algorismes existeixen des del començament dels organismes cel·lulars, ja que l'ADN i l'ARN són algorismes amb les instruccions per produir proteïnes.² Els humans han dissenyat i implementat algorismes al llarg de més de 25 segles. Un dels paràmetres importants associats amb un algorisme és el "temps" o nombre de passos que triga a finalitzar el càlcul per a la instància "pitjor" del problema. Aquest "temps" s'expressa com a funció de la grandària n de l'entrada. Fent un abús de nomenclatura, em referiré a la complexitat d'un algorisme com al nombre de passos o temps que l'algorisme triga a resoldre un problema. Amb la tecnologia actual, un algorisme que tingui una complexitat polinòmica de n^6 , per a valors de n prou grans pot trigar dies a donar la solució. Per exemple, un graf dirigit

que vulgui simular la xarxa de Facebook haurà de tenir 1.6×10^9 vèrtexs. Per accelerar el temps de resolució de problemes, els darrers anys s'han utilitzat avenços en sistemes processadors més ràpids, conjuntament amb canvis en el disseny d'algorismes utilitzant conceptes matemàtics i físics. La utilització de tècniques probabilístiques ha esdevingut clau en el camp de l'algorísmia. Dues de les seves aplicacions més conegudes són l'anàlisi de la complexitat dels algorismes i el disseny d'algorismes més eficients. La idea bàsica és que un algorisme determinista pot tenir una complexitat bona per a la majoria de les possibles entrades, però trigar molt més per a un nombre petit d'entrades. Emprar mètodes probabilístics pot evitar que les entrades patològiques distorsionin la complexitat de l'algorisme.

Per exemple, imaginem que volem ordenar de manera creixent una cadena de n enters. L'algorisme de dividir i vèncer anomenat *quicksort* agafa el primer element, a , de la cadena, el compara amb la resta dels elements i el col·loca a la posició que li correspondria si la cadena estigués ordenada, posant els enters $\leq a$ a la subcadena esquerra de a i els enters $> a$ a la subcadena dreta. Després aplica l'algorisme de manera recursiva a les dues subcadena desordenades. Si l'entrada està força desordenada, cada subcadena tindrà aproximadament la meitat de la grandària de la del pas previ, i la complexitat d'aquest algorisme és $O(n \log n)$. Però si l'entrada està ordenada, o quasi ordenada, una de les subcadena de la crida recursiva serà buida i l'altra subcadena tindrà grandària igual que la grandària de la crida prèvia menys 1, és a dir, per aquesta mena d'entrades, *quicksort* tindrà complexitat $O(n^2)$. Notem que un *adversari* pot donar com a entrada a *quicksort* la cadena ja ordenada. Aleshores, per estudiar la complexitat de l'algorisme té sentit considerar una distribució uniforme de les $n!$ cadenes, escollir-ne aleatòriament una i estudiar la complexitat de *quicksort* sobre aquesta entrada. Fàcilment es pot demostrar que el temps esperat serà $O(n \log n)$, i amb *alta probabilitat* que sigui així. Per tant, per valors

²Els vaccins mRNA contra la Covid-19 són algorismes.

de n molt grans, la probabilitat d'ensopegar amb una entrada *costosa* (ordenada) tendeix a 0, i aquesta darrera part ja no és fàcil de demostrar.

A partir d'aquest resultat podem dissenyar el següent *algorisme aleatoritzat*, que és una senzilla modificació del *quicksort*: Donada com a entrada una cadena, a cada crida recursiva, en lloc d'agafar com a pivot a fixar l'element més a la dreta de la subcadena, agafem com a pivot un element aleatori de la subcadena. Sigui quina sigui l'entrada, el temps esperat d'aquest algorisme aleatoritzat és $O(n \log n)$. Aquest algorisme s'anomena *rand-quicksort*. Un *algorisme aleatoritzat* és un procediment que utilitza probabilitat per prendre decisions de com continuar el procés. L'exemple de *rand-quicksort* és un algorisme molt senzill (en general, els algorismes aleatoritzats poden ser força més complicats). Com veurem després, una part dels algorismes aleatoritzats poden donar algunes solucions incorrectes a costa de funcionar ràpid; en aquest cas, es tracta de dissenyar l'algorisme de manera que la probabilitat de donar un solució errònia sigui mínima. Aquest tipus d'algorismes s'anomenen Monte-Carlo.

El problema de la k -vèrtex-connectivitat d'un graf

Donat un graf connex i no dirigit $G = (V, A)$ amb $|V| = n$ i $|A| = m$, es diu que G és *k -vèrtex-connex* si s'han d'eliminar com a mínim k vèrtexs per desconnectar G . Per exemple, un cicle amb n vèrtexs és 2-vèrtex-connex. El mínim conjunt dels k vèrtexs que desconnecten G s'anomena el *tall mínim de vèrtexs*. Donat un graf G i una k , $n > k \geq 1$, el problema de la *k -vèrtex-connectivitat de G* consisteix a determinar si G és k -vèrtex-connex.

Considerem el problema relacionat de, donat G , **trobar** el valor mínim $k > 0$ tal que eliminant k vèrtexs es desconnecta G . Des del punt de vista de la complexitat, tots dos problemes són $\log n$ -equivalents, en el sentit que si tenim un algorisme **AlgKvc** per resoldre el problema de la k -vèrtex connectivitat, aleshores fent una cerca binària sobre els $n - 1$ possibles valors de k , com que el nombre màxim de crides de la cerca binària és $O(\log n)$, aleshores per trobar el valor de k correcte s'ha de repetir **AlgKvc** com a màxim $O(\log n)$ cops.

Per tant, parlarem únicament del problema de determinar si G és k -vèrtex-connex. Un enunciat alternatiu d'aquest problema és comprovar si el tall mínim té un valor igual a k . Intuïtivament aquest enunciat indica la possibilitat d'utilitzar algorismes del tipus *maxflow-mincut* (vegeu per exemple, el capítol 5 a [4]). I, de fet, la majoria dels algorismes que s'han dissenyat per resoldre el problema estan basats en la següent estratègia bàsica: per cada parell de vèrtexs $\{u, v\}$ a G , es genera un digraf, i s'orienten les arestes a G perquè vagin de $u \rightarrow v$, amb totes les arestes amb capacitat 1, i aplicar l'algorisme de Dinic per trobar el flux màxim que dona el valor del tall mínim (vegeu la secció 5.2 a [4]). Aquest procés s'itera sobre els $\binom{n}{2}$ parells de vèrtexs a G . Com que l'algorisme de Dinic té una complexitat $O(m\sqrt{n})$, el temps total d'aplicar l'algorisme descrit per a resoldre el problema de determinar la k -vèrtex connectivitat de G és $O(mn^{5/2})$. Fonamentalment l'evolució dels algorismes pel que fa a temps de computació es va basar majoritàriament en diferents refinaments en la selecció de parells. El 1980 va aparèixer un algorisme determinista que resol el problema amb complexitat $(n^2 + k^2)mk$ [5], i un algorisme aleatoritzat que crida Dinic un nombre esperat de $O(n \log n)$ cops, per tant la complexitat esperada és $O(mn^{3/2} \log n)$ [2].

El 1986, Linial, Lovász i Wigderson (d'ara endavant, LLW) van utilitzar tècniques algebraiques, totalment diferents de les que usen l'estudi del flux màxim, per dissenyar un algorisme aleatoritzat que millorava les fites de complexitat dels algorismes previs [11, 12]. L'algorisme de LLW està basat a donar una caracterització algebraica de les condicions necessàries i suficients per a que donats G i k , el graf G sigui *k -vèrtex-connex*.

Sigui $G = (V, A)$ un graf. Per a tot $v \in V$, definim el conjunt de veïns de v com $\mathcal{N}(v) = \{u \in V : (u, v) \in A\}$. Notem que si G és *k -vèrtex-connex*, $\forall u \in V$ es té que $|\mathcal{N}(v)| \geq k$. Així mateix, donats G i r , per a tot $v \in V$, definim $\mathcal{N}_r(v)$ com un subconjunt de $\mathcal{N}(v)$ amb $|\mathcal{N}_r(v)| = r$. Finalment, donats G i $X \subset V$ amb $|X| = k$, direm que G té una *X -immersió convexa* si existeix una funció $f : V \rightarrow \mathbb{R}^{k-1}$, tal que $\forall v \in V \setminus X$, tenim que $f(v)$ pertany a l'envolupant convexa de $f(\mathcal{N}(v))$. Intuïtivament

si, per exemple, tenim que $|X| = 4$, podem pensar en una X -immersió convexa com una funció f que porta tot els vèrtexs de $V \setminus X$ a dintre d'un tetraedre a \mathbb{R}^3 que té per vèrtexs els elements de $f(X)$. Per evitar degeneracions, definim que una X -immersió convexa de G és en *posició general*, si cap hiperplà conté les imatges de més de $k - 1$ vèrtexs de V . Formalment, la immersió f ve donada per una matriu de rang k , i $f(X)$ forma una base de dimensió $k - 1$ a \mathbb{R}^{k-1} .

El teorema de caracterització que tenim és el següent [11, 12]: *Donats G i k , G és k -vèrtex connex si i sols si per a tot $X \subset V$ amb $|X| = k$, G té una X -immersió convexa en posició general.* Intuïtivament, aquest teorema ens indica que, si $v \in V \setminus X$, per a separar v de X necessitem eliminar com a mínim k vèrtexs, fet que no és sorprenent si considerem el teorema de Menger (vegeu, per ex., el teorema 6.4 a [4]).

Una part important de la demostració d'aquest resultat és una construcció algorísmica de la X -immersió convexa en posició general. És a dir, volem construir $f(V \setminus X)$ dintre d'un $k - 1$ -simplex unitat, on els vèrtexs del simplex siguin $f(X)$. La tècnica bàsica és una generalització del *mètode de les molles*, implícitament utilitzat a [25] per dibuixar de manera planar grafs 3-connexos, que admetin una representació planar.

Per a tot $(u, v) \in E$, tal que u i v no pertanyen a X , considerem que cada aresta $(f(u), f(v))$ és una molla. Les arestes entre els vèrtexs del simplex $(f(X))$ són les arestes rígides del $k - 1$ simplex. Recordeu que per cada $v \in V$, $f(v)$ té $k - 1$ components. La llei de Hooke ens diu que la força F per modificar una molla una distància d és $F = cx$, on c és el *coeficient d'elasticitat* de la molla i x és la posició. En el nostre cas, cada molla corresponent a (u, v) tindrà el seu propi coeficient d'elasticitat $c_{uv} > 0$. Per la llei de Hooke, el sistema tendeix a un equilibri de mínima energia dintre del $k - 1$ simplex, aquest equilibri és la X -immersió. El que no és sempre cert, és que aquesta immersió estigui en posició general (vegeu, per ex., la secció 3.3 a [14]). LLW demostren que, si escollim cada valor $c_{u,v} > 0$ de manera aleatòria, aleshores amb probabilitat tendint

a 1, el sistema evoluciona cap a l'equilibri i finalitzarà en posició general.

Segui f_c la immersió final quan el sistema s'ha estabilitzat en equilibri, on c és el vector de coeficients d'elasticitat escollits. Per cada $v \in V \setminus X$ la posició final $f_c(v)$, ve determinada per un sistema homogeni de $n - k$ equacions lineals, on cada equació correspon a un vèrtex $v \in V \setminus X$, i l'equació és: $\sum_{(u,v) \in E} c_{uv}(f(u) - f(v)) = 0$.

Per al vector aleatori c de les molles, aquest sistema d'equacions té una solució única. Per trobar la f_c de l'equilibri, hem de resoldre el sistema. Però cada $f(v)$ té $k - 1$ coordenades i, per tant, el sistema té $(n - k) \times (k - 1)$ variables. Per trobar la solució s'ha d'invertir una matriu d'aquestes dimensions, i això fa que la solució no sigui eficient. LLW van fer una hàbil manipulació, i van reduir el càlcul de $f_c(v)$ a una multiplicació de matrius molt més assequibles [12].

Com que les equacions estan definides sobre \mathbb{R}^{k-1} , un problema podia ser la precisió de les computacions amb coma flotant. Per solucionar aquest tema, LLW en lloc de resoldre les equacions sobre \mathbb{R} , ho fan sobre un cos finit, introduint el concepte de *X -immersió modular i aleatòria*. Aquest canvi fa perdre el significat geomètric de la immersió, però en manté l'estructura algebraica. La X -immersió modular i aleatòria funciona de la manera següent: donats G amb $|V| = n, |A| = m$ i $X \subset V$, escollim aleatòriament un nombre primer $p < n^5$, després escollim aleatòriament el vector de coeficients d'elasticitat $c \in (\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^m$ i amb aquests valors resollem el sistema d'equacions sobre $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$ per obtenir f_c . Per escollir p existeixen algorismes aleatoris força ràpids basats en Miller-Rabin (vegeu, per ex., 10.8 a [16]).

L'algorisme **AlgKvc** de LLW, que comprova si G és k -vèrtex-connex, està basat en la següent conseqüència del teorema de caracterització: Donats G i $k > 0$, G és k -vèrtex-connex si i sols si hi ha com a mínim k vèrtexs diferents $u \in V$, tals que G té una $\mathcal{N}_k(u)$ -immersió convexa f en què $\forall v \in V \setminus \mathcal{N}_k(u)$, el rang de $f(\mathcal{N}_k(v))$ és k .

L'algorisme **AlgKvc** utilitza una subrutina **Test $_k(G, u)$** que, donats un G i un $u \in V$, computa una $\mathcal{N}_k(v)$ -immersió aleatòria en

posició general per als $v \in \mathcal{N}(u)$. Recordeu que tota l'estona $m = |A|$.

Test_k(G, u)

Tria aleatòriament $p < n^5$ i $\mathbf{c} \in (\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^m$, p primer
 Computa la $\mathcal{N}_k(u)$ -immersió modular $f = f_{\mathbf{c}}$
 $\forall v \in V \setminus \mathcal{N}_k(u)$ comprova si $\text{rang}(f(\mathcal{N}_k(v))) = k$
 si $\forall v$ és compleix la condició, retornar *cert*
 altrament retornar *fals*

Finalment, l'algorisme MonteCarlo per determinar si G és k -vèrtex-connex,

AlgKvc(G, k)

Repetir $(n \log n)/(n - k)$ passos
 escollir aleatòriament $u \in V$
 si **Test_k(G, u)** torna *fals*,
 escriure G no és k -vèrtex-connex

Si per tots els u triats, **Test_k(G, u)** torna *cert*,
 escriure G és k -vèrtex-connex
 altrament escriure G NO és k -vèrtex-connex

LLW demostren que **AlgKvc(G, k)** retorna la resposta correcta amb probabilitat $> 1 - \frac{1}{n}$. La complexitat de l'algorisme és $O(n^{2.37} + nk^{\frac{7}{3}n^{4/3}})$, on l'exponent 2.37 ve de la multiplicació de matrius. Als anys 80, **AlgKvc(G, k)** va ser

l'algorisme més eficient per valors de $k \geq \sqrt{n}$.

Respecte a l'evolució posterior de la complexitat del problema, l'any 1991 Cheriyan i Reif van estendre el resultat de LLW a digrafs, utilitzant les mateixes tècniques i amb la mateixa complexitat [3]. El 2000, Henzinger *et al.* [7] tornant a utilitzar tècniques de fluxos van produir un algorisme aleatoritzat amb una millora de la complexitat a $O(kn^2)$. El 2019 Nanogkai *et al.* van dissenyar un algorisme aleatoritzat amb una complexitat $O(m + k^{7/3}n^{4/3})$ per a valors de k fins a \sqrt{n} [17]. El que és remarcable en aquest darrer treball és que és el primer algorisme que, per $m = O(n)$, trenca la barrera de complexitat $O(n^2)$, i la rebaixa a $O(n^{4/3})$. Als anys 70, es va conjeturar que el problema es pot resoldre en temps $\Theta(m)$. Molt recentment, Li *et al.* [10] han donat una solució al problema en temps $O(m^\alpha)$, on $\alpha \geq 1$ és l'exponent de l'algorisme més eficient que es coneix per computar el màxim flux, actualment $O(m^\alpha)$, amb $\alpha = \frac{4}{3} + o(1)$ [6]. L'algorisme de Li *et al.* queda molt a prop de resoldre la conjetura oberta des de l'any 70.

L'algorisme LLL

Jordi Guàrdia, Departament Matemàtiques, UPC

L'algorisme LLL va ser dissenyat el 1981 per tres "L" insignes de les matemàtiques: els germans Hendrik i Arjen Lenstra i Lazlo Lovász. Tot i que el seu origen remot és un problema de programació lineal i que la primera aplicació que en van fer els autors va ser un problema aritmètic, d'aleshores ençà ha anat revolucionant molts i diversos camps de les matemàtiques. Si algun moment heu de resoldre un problema amb xarxes, molt probablement l'algorisme LLL us serà molt útil.

Descrit molt breument, l'algorisme ens permet trobar bases *bones* de xarxes. Una *xarxa*³ en \mathbb{R}^n és el conjunt format per totes les combinacions lineals enteres de n vectors linealment independents. Un exemple molt senzill seria la xarxa generada pels vectors $(1, 0)$, $(0, 1)$ en \mathbb{N}^2 , que està formada pels punts de \mathbb{R}^2 amb coordenades enteres. Naturalment, una xarxa

donada admet moltes bases i algunes són molt més convenients que d'altres. Per exemple, la xarxa que acabem de descriure també admet la base $(5341, 393)$, $(4213, 310)$, però amb aquesta base serà bastant més difícil treballar. Per decidir quines bases són millors que d'altres solem tenir en compte la mida dels seus vectors. Ara bé, aquesta "mida" pot ser el seu mòdul en la mètrica euclidiana habitual de \mathbb{R}^n o, més en general, la mida respecte a una altra mètrica qualsevol, donada per una forma quadràtica definida positiva.

Les xarxes són una eina molt potent per a resoldre problemes pràctics d'àmbits molt variats. És molt important, doncs, tenir un bon algorisme per trobar una base "petita" d'una xarxa donada i això és el que fa justament l'algorisme LLL. En particular, l'algorisme calcula una *bona aproximació* del vector més

³En altres àmbits, són el que s'anomenen reticles, o *lattices* de l'anglès

curt de la xarxa, la determinació del qual és un dels problemes fonamentals en teoria de xarxes.

Per bé que l'algorisme és força senzill, no el descriurem amb detall i ens limitarem a remarcar que la seva clau és la noció de “*base reduïda*” d’una xarxa respecte a la seva mètrica. L'algorisme LLL troba una base reduïda d’una xarxa en temps polinomial respecte a la dimensió de la xarxa, la qual cosa és una fita sorprenent. De fet, els mateixos autors van dedicar un temps a repassar a fons l'algorisme perquè no els semblava pas possible!

Vegem com aplicar l'algorisme en un problema senzill. Volem factoritzar el polinomi $f(x) = x^5 + 3x^4 + 3x^3 - 5x^2 - 15x - 15$ sobre els enters. Mitjançant l’ús algun mètode numèric, trobem que $x_0 = 1.71$ és una aproximació d’una de les arrels. Per trobar un factor de f a partir de x_0 , considerem la xarxa generada pels vectors

$$v_1 = (M, 1, 0, 0, 0), v_2 = (Mx_0, 0, 1, 0, 0), \\ v_3 = (Mx_0^2, 0, 0, 1, 0), v_4 = (Mx_0^3, 0, 0, 0, 1),$$

on M és una constant prou gran que ajustem a conveniència; en aquest cas, $M = 100$ basta. L'algorisme LLL ens diu que el vector $v_4 - 5v_1$ és un vector molt petit d’aquesta xarxa, és a dir, que $x_0^3 - 5 \approx 0$, i això ens suggereix que $x^3 - 5$ pot ser un factor de f . Només ens cal fer la divisió entera per comprovar que, efectivament $f = (x^3 - 5)(x^2 + 3x + 3)$. Aquesta tècnica és la base de l'algorisme de factorització de polinomis amb coeficients enters, que és justament el problema que resolen Lovász i

Wigderson i l’atzar

Albert Atserias, Departament de Ciències de la Computació, UPC

Una conseqüència del fet que el conjunt dels nombres reals és de cardinal no numerable és que els nombres transcendents existeixen. És més, en són l’amplíssima majoria. Ara bé, demostrar que un nombre real concret, com e , π , o $e + \pi$, és transcendental és tota una altra història. Un fenomen semblant, potser encara més (?) dramàtic, es dona en alguns dominis discrets. Una bona part del treball d’Avi Wigderson sobre el rol de l’aleatorietat en l’algorísmia i la computació es pot entendre

els germans Lenstra en l’article on presenten l’algorisme ([9]).

Des d’aquest primer treball, l'algorisme LLL s’ha aplicat en moltes tasques pròpies de la teoria de nombres, des de problemes bàsics com la identitat de Bézout fins a qüestions molt elaborades com la determinació del grup de classes d’un cos de nombres o el càlcul d’equacions modulars. Però les aplicacions de l'algorisme han anat molt més enllà de la teoria de nombres. La criptografia és un altre dels camps on l’impacte de l'algorisme ha estat molt important. Poc temps després de la seva publicació, ja es va utilitzar per trencar el conegut criptosistema *knapsack* de Merkle-Hellman ([21]) i des de llavors altres protocols criptogràfics han sofert atacs basats en LLL, de manera que l'algorisme ha esdevingut una eina molt popular en criptoanàlisi.

A banda de les seves nombroses aplicacions pràctiques, l'algorisme també ha tingut implicacions teòriques significatives. L’estudi de la complexitat computacional del *shortest vector problem* va molt lligat al desenvolupament de l'algorisme. Des del punt de vista merament matemàtic, és la clau de la refutació de la conjectura de Mertens ([20]), que es considerava una via per demostrar la hipòtesi de Riemann. Fins i tot li podem atribuir un cert valor històric: la publicació de l'algorisme en una revista considerada de matemàtiques pures com és *Mathematische Annalen* va ser una proposta de H. Lenstra amb la intenció d’atreure l’atenció dels matemàtics cap a la teoria de la complexitat.

com l’intent d’explicar aquest fenomen i treure’n profit, reduint-lo a un cas concret. Gràcies al seu treball, avui dia sabem que el problema de construir funcions booleanes de n bits que, per una banda siguin estrictament explícites, però que, per l’altra, no es puguin descriure amb circuits de portes lògiques AND, OR, NOT de mida polinòmica en n és un *problema de construcció universal*. Expliquem-ho amb una mica més de detall.

Fixem un enter positiu k i considerem el conjunt de totes les funcions booleanes de n bits $f : \{0, 1\}^n \rightarrow \{0, 1\}$, per a un enter n prou gran. En nombre, d'aquestes funcions n'hi ha 2^{2^n} . Comparem-ho, ara, amb el nombre de funcions booleanes de n bits que es poden computar amb un circuit amb n^k portes lògiques. D'aquestes n'hi ha, com a molt, n^{4kn^k} , que és una fita superior al nombre de circuits amb n^k portes lògiques. Aquesta és una quantitat certament gran, però negligible respecte de la primera, quan k està fixat. Per tant, si diem que una funció de n bits és *fàcil* quan és computable amb circuits de mida n^k , llavors resulta que gairebé totes les funcions de n bits són *difícils*. Dit això, demostrar que una funció booleana explícitament concreta és difícil és un problema d'una extraordinària dificultat. En aquest context, que una funció sigui explícitament concreta vol dir que sigui computable en temps polinòmic de la seva taula de veritat, o, equivalentment, que sigui computable en temps exponencial $2^{O(n)}$ en la mida n de l'entrada de la funció. Per posar-ne un exemple, considerem la funció $\lambda(N)$ de Liouville, que determina la paritat del nombre de factors primers d'un nombre natural N de n bits. Ningú sap del cert (tot i que se sospita que no), si $\lambda(N)$ es pot computar amb n^k portes lògiques, per a k constant i n arbitràriament gran, on n és el nombre de bits en la representació binària de N . De fet, ara com ara, no es coneix cap funció de n bits que sigui explícitament concreta per a la qual s'hagi demostrat que calguin més que $5n$ (!) portes lògiques (i el !, aquí, *no* és el factorial).

La pregunta és, però, perquè voldríem poder demostrar que la funció $\lambda(N)$, o qualsevol altra de n bits, no es pot computar amb n^k portes lògiques. Part de la resposta és que aconseguir-ho seria demostrar $P \neq NP$, un dels Set Problemes del Mil·lenni. Però, per al cas que ens ocupa, la resposta és que fer-ho ens permetria confirmar, gràcies als treballs de Wigderson i coautors, que l'aleatorietat en algorísmia i, per extensió, en bona part del món físic real, és un recurs que, en principi, resulta substituïble per un increment de la potència de càlcul molt més petit del que es creia fa només dues dècades. Aquest va ser un canvi de paradigma molt important perquè va obrir la porta a atacar alguns problemes que es

consideraven fora d'abast. I algun es va poder resoldre sense assumir $P \neq NP$ ni cap altra conjectura.

La definició del concepte clau es remunta a la feina de Yao [27] de principis dels anys 80 del segle passat. Fem servir U_m per denotar la distribució de probabilitat uniforme sobre el conjunt $\{0, 1\}^m$ de les cadenes de m bits. Sigui $G : \{0, 1\}^m \rightarrow \{0, 1\}^n$ una funció que converteix m bits en n bits, on $n \gg m$. Considerem ara un conjunt T de tests estadístics, és a dir, un conjunt de funcions booleanes $t : \{0, 1\}^n \rightarrow \{0, 1\}$ que aplicarem a cadenes de n bits. Direm que G és un generador pseudoaleatori respecte del conjunt de tests T si, per a cada $t \in T$, se satisfà que

$$|\Pr[t(U_n) = 1] - \Pr[t(G(U_m)) = 1]| \leq 1/n.$$

A l'esquerra, U_n denota una mostra aleatòria de la distribució uniforme sobre n bits. A la dreta, U_m denota una mostra aleatòria de la distribució uniforme sobre m bits, la qual extenem a n bits aplicant-hi el generador G . Els generadors pseudoaleatoris, per a tests diversos, es van concebre, originàriament, per donar fonaments a la teoria de la criptografia moderna. I és prou evident que els generadors pseudoaleatoris també tenen aplicacions en algorísmia: un generador pseudoaleatori ens permetria *simular* n bits aleatoris generant-ne només $m \ll n$. Si m fos, posem per cas, $2 \log n$, i T fos una classe de tests que garanteix que l'algorisme funciona correctament amb la mostra escrutinada, llavors podríem eliminar la necessitat de bits aleatoris completament. En efecte, amb un increment multiplicatiu en temps de n^2 podríem: (1) recórrer l'espai de totes les possibles llavors $z \in \{0, 1\}^{2 \log n}$ per al generador G , (2) executar l'algorisme probabilista fent servir els n bits de $G(z)$ en comptes de la seva font d'aleatorietat genuïna i (3) prendre'n el vot majoritari de les respostes. L'algorisme resultant seria completament determinista, i retornaria la resposta correcta sempre que l'algorisme probabilista inicial tingués probabilitat d'error prou petita (menor que $1/2 - 1/n$ és suficient).

Un repte important, però, és que, per a classes de tests prou generals, com els que es necessiten en criptografia i en algorísmia, no es coneix *cap* generador pseudoaleatori que sigui prou

explícitament computable. Cap ni un. I aquí és on entren els treballs de Nisan-Wigderson [19] i Impagliazzo-Wigderson [8] de finals dels 90. La contribució és que, per tal de construir un generador que extengui m bits a n bits, i garantir que sigui pseudoaleatori respecte dels tests computables amb circuits de mida n^k , és suficient (i necessari) construir una funció booleana de $O(m)$ bits que no sigui computable per circuits de mida $O(n^k)$. Per exemple, si aconseguíssim demostrar que la funció $\lambda(N)$ de Liouville requereix circuits de mida n^3 per a nombres N de n bits, llavors podríem simular n bits aleatoris per a tests de mida n^2 amb, només, uns $O(n^{2/3})$ bits aleatoris reals.

La dualitat hardness vs. randomness que sorgeix de la transformació proposada per Wigderson i coautors té el mèrit de ser universal. De fet, la transformació és tan general, que dona lloc a moltíssimes derivades, algunes de les quals *incondicionals*, és a dir, sense que depenguin de conjectures per ara irresolubles com $P \neq NP$. Per exemple, Trevisan [23, 24] va ser el primer a adonar-se que els generadors de Nisan-Wigderson permetien produir *extractors* millors dels que es coneixien fins llavors.

Què és, doncs, un extractor? Un extractor és una funció booleana, eficientment computable, que purifica l'aleatorietat d'una font impura de bits aleatoris i n'extreu gairebé tota l'entropia. El descobriment de Trevisan va ser que el generador de Nisan-Wigderson és, de fet, un extractor explícit en si mateix! La clau

de volta és el punt de partida que ens ha dut fins aquí: que gairebé totes les funcions booleans de n bits són difícils per a circuits de mida $o(2^n/n)$. Fent números rodons, una font impura de n bits que tingui n^ϵ bits d'entropia proporciona una funció booleana d'uns $\epsilon \log n$ bits que no és computable amb circuits de mida $o(n^\epsilon/\log n)$, amb alta probabilitat. Per tant, aplicant-hi Nisan-Wigderson, obtenim un generador pseudoaleatori que proporciona uns $n^\epsilon/\log n$ bits aleatoris per a *tots* els tests. És a dir, proporciona un extractor.

El fet que extractors explícits es poguessin construir incondicionalment va inspirar molts d'altres a produir altres objectes pseudoaleatoris. Una de les fites més espectaculars és potser el treball del mateix Wigderson, en col·laboració amb Barak, Rao i Shaltiel [1], que va acabar produint la primera millora significativa en dècades per al problema de construcció de grafs de Ramsey. De saber construir grafs amb 2^n vèrtexs sense subconjunts homogenis de $2^{n^{1/2}}$ vèrtexs es va passar a saber construir-ne sense subconjunts homogenis de 2^{n^ϵ} vèrtexs per a qualsevol $\epsilon > 0$. El problema de construir grafs de 2^n vèrtexs sense subconjunts homogenis de $O(n)$ vèrtexs, que seria essencialment òptim, segueix obert. De ben segur, la feina de Wigderson en aquest camp inspirarà les generacions futures a resoldre aquest i molts altres dels problemes fonamentals que sorgeixen quan hom es planteja, seriosament, la pregunta de si l'atzar existeix i si es pot simular.

Combinatòria, grafs expandors i grafs límit

Oriol Serra, Departament Matemàtiques, UPC

Exposarem dos exemples de contribucions excepcionals a la matemàtica discreta degudes a Wigderson (grafs expandors) i Lovász (límits de grafs), i que exemplifiquen dues línies de recerca on l'interacció entre combinatòria i informàtica teòrica resulta cabdal.

Expandors

Els grafs expandors són un dels objectes més fascinants de la teoria de grafs. En la seva aplicació a les xarxes de comunicació, una de les característiques importants dels grafs és que no tinguin colls d'ampolla, de manera que el

tràfic d'informació a la xarxa es pugui repartir de manera homogènia. Una manera de capturar aquesta propietat és demanar que el nombre de nodes que estan connectats als d'un conjunt X de nodes sigui proporcional al cardinal d'aquest conjunt. Si ∂X denota el conjunt de nodes fora de X que són adjacents a algun node de X la condició s'escriu $|\partial X| \geq c|X|$, on la constant c és la mateixa per tots els conjunts X que tenen com a molt $n/2$ nodes (aquesta darrera condició resulta suficient i és tècnicament millor). Les xarxes de comunicació tenen la característica que cada node té un nombre petit de veïns.

Quan aquest nombre és el mateix per a tots els nodes el graf és regular. Donada una constant positiva c i un grau d (cada vèrtex té d veïns), l'objectiu és trobar, per a cada natural n , un graf G_n amb n vèrtexs que tingui constant d'expansió c (comuna a tots els grafs de la successió). Una successió G_n de grafs d -regulars amb aquesta propietat és un c -expansor.

Per a una família d'expansors G_n , el diàmetre, o distància màxima entre nodes és de l'ordre de $\log n$, l'ordre de magnitud més petit que pot tenir el diàmetre d'un graf de n nodes i grau fitat. A més el graf té bones propietats de connectivitat: hi ha un nombre gran de camins disjunts que connecten qualsevol parell de subconjunts de nodes. Aquestes són propietats desitjables en una xarxa de comunicació.

Es pot provar per mètodes probabilistes que, per a cada c prou petit i cada grau d fixat, gairebé tots els grafs amb un nombre prou gran de vèrtexs són expansors amb aquesta constant. Tot i això, trobar una construcció explícita d'una família d'expansors és un problema difícil. El gran matemàtic rus Grigori Margulis, que per política antisemita va anar a parar a l'Institut de Transmissió de la Informació de Moscou (un centre molt reputat en tecnologia però poc adient per a un especialista en teoria de grups i en teoria ergòdica com Margulis, guanyador d'una Medalla Fields el 1978 i del Premi Abel el 2020), va topar amb aquest problema i va obtenir la primera construcció explícita d'una família d'expansors, cosa que li va merèixer un gran reconeixement. Aprofundint en aquesta construcció i integrant-hi elements de teoria de nombres i de teoria de grups, Lubotzky, Phillips i Sarnak van obtenir una formulació encara més explícita. La monografia de Lubotzky [15] sobre aquest tema va guanyar el Premi Ferran Sunyer i Balaguer (de fet, en dues ocasions, cosa singular). En la seva conferència a Barcelona en recollir aquest premi, Lubotzky va comentar que la construcció era fruit d'una alineació màgica i inusual d'astres diversos, una conjectura de Ramanujan en teoria de nombres, elements de la teoria de varietats i l'existència de subgrups adequats d'un grup lliure.

Mentrestant, les aplicacions dels expansors s'estenen més enllà del context de les xarxes de comunicació a àrees molt diverses. A la convergència ràpida de processos aleatoris, al

càlcul de volum de cossos (amb una participació de decisiva de Lovász), al disseny d'algorismes eficients en teoria de la computació, a l'estudi espectral d'operadors en geometria o al disseny de codis que assoleixen asimptòticament la raó de transmissió òptima en un canal amb soroll, per citar-ne algunes de les més rellevants.

En aquest punt, Avi Wigderson va fer una contribució dramàtica en proposar una construcció combinatòria que resol de manera més efectiva el problema de donar construccions explícites d'expansors, l'anomenat *producte zig-zag*. La idea és construir una família infinita d'expansors a partir d'un graf donat, que sempre admet alguna constant d'expansió, de manera que aquesta constant es transmeti (de forma més dèbil però suficient) a tots els grafs de la seqüència. La idea del producte està basada en el producte cartesià ordinari de grafs. Donats dos grafs G i H , es defineix un graf al producte cartesià dels seus conjunts de vèrtexs establint adjacències entre parells quan una de les coordenades es manté fixa i l'altra segueix l'adjacència de l'altra factor del producte. La idea de Wigderson és introduir un element aleatori en la tria d'una de les dues menes d'adjacència que manté el grau del graf resultant fitat i fa que el producte resultant mantingui les propietats d'expansió dels grafs factors. La universalitat d'aquesta construcció fa accessibles construccions explícites i la seva aplicació en models concrets ha permès obtenir famílies d'expansors amb valors òptims de la constant d'expansió.

Una de les aplicacions més espectaculars del producte zig-zag, que d'alguna manera revela la profunditat de visió en la seva construcció, ha estat el disseny d'un algorisme d'exploració de grafs d'eficiència òptima. L'exploració eficient d'un graf és un dels problemes fonamentals en la teoria de la complexitat algorísmica. Es tracta de saber dirigir-se a un node de destí en un graf desconegut fent servir el mínim d'informació possible. Una altra vegada trobem Lovász en el disseny d'un algorisme probabilista que fa servir només una quantitat d'informació logarísmica sobre la mida del graf. El problema de convertir aquest algorisme probabilista en un que no ho és (les màquines fan servir algorismes deterministes) es va resoldre de manera enginyosa fent servir la seqüència de grafs obtinguts

amb el producte zig-zag a partir del graf donat fent servir la propietat d'expansió d'aquesta seqüència.

Widgerson [26] és un dels coautors d'un excel·lent article d'exposició, assequible amb una formació matemàtica no especialitzada, que recull la història, els resultats més rellevants i les aplicacions més importants de la teoria dels grafs expanders.

Límits de grafs

Un dels problemes centrals que va emergir amb força a finals del segle XX va ser el desenvolupament d'eines d'anàlisi de grans xarxes. L'eclosió de la xarxa d'internet en va ser una de les motivacions, però les grans xarxes han estat sempre presents; xarxes biològiques, físiques o socials. La mida d'aquestes xarxes, de l'ordre de bilions de nodes, comporta l'ús d'eines, resultats i anàlisis distintives que no estaven a l'abast. Del 1996 al 2006 Lovász va acceptar una oferta al Microsoft Research Center de Seattle amb l'encàrrec de desenvolupar un marc matemàtic adient per al tractament de grans xarxes que fins aleshores havien estat analitzades sobretot des d'una perspectiva heurística. En aquest període va desenvolupar la teoria de límits de grafs que ha resultat una eina fonamental en l'estudi de grans xarxes i ha tingut un impacte enorme en aquesta àrea.

La idea de límit apareix ja a Aristòtil, no és una idea nova. El desenvolupament del càlcul infinitesimal al segle XVIII fins a la seva maduresa a principis del segle XX va proporcionar un fonament sòlid a la noció de límit que es va estendre de límits de nombres a límits de funcions i d'objectes més abstractes. El que no s'havia abordat és la noció de límit d'estructures combinatòries discretes, la més senzilla de les quals és la dels grafs, precisament el model matemàtic de les xarxes. La idea fonamental és que la manera més eficaç d'analitzar grans grafs és interpretar-los com a integrants d'una successió de grafs amb n nodes per a $n \rightarrow \infty$ i estudiar-ne el límit. Per això cal concebre un espai on aquests límits tinguin

sentit i dotar-lo d'una mètrica que permeti identificar les successions convergents de grafs de manera que el límit en capturi les propietats més característiques.

Una manera natural de construir aquest espai s'obté identificant els grafs amb les seves matrius d'adjacència. La matriu d'adjacència d'un graf de n vèrtexs és una matriu A quadrada $n \times n$ que a la posició A_{ij} té un 1 si hi ha una aresta $\{i, j\}$ al graf i zero altrament. Si s'escriu una d'aquestes matrius per un graf de bilions de nodes en un paper es veuen simplement zones de la matriu amb més densitat d'uns i d'altres més buides, amb zeros. El resultat s'assembla al d'una funció $W : [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ que pinta punts més pròxims a 1 on hi ha més densitat d'uns i punts més pròxims a zero on n'hi ha pocs. Una funció així que és simètrica, $W(x, y) = W(y, x)$ (les matrius d'adjacència dels grafs són simètriques) i que és mesurable (un mínim d'estructura que permeti aplicar les eines de l'anàlisi matemàtica) és un *grafó* (contracció de graf i funció). L'espai dels grafons resulta l'espai apropiat per bastir la teoria de límits de grafs.

El programa per construir la teoria de grafs límits es va desenvolupar sobre aquesta idea a través d'una llarga sèrie d'articles, i Lovász el va recollir en una extensa monografia [13] que no només descriu de manera rigorosa tots els detalls analítics de la construcció, que té vessants probabilístics, combinatòris, topològics i analítics, sinó que desenvolupa també una sèrie d'aplicacions que il·lustren l'eficàcia d'aquesta construcció per a l'anàlisi de grans xarxes des d'una fonamentació matemàtica sòlida. A més, planteja preguntes intrigants sobre les característiques d'algunes classes de grafons que obren línies de recerca de conseqüències encara imprevisibles.

Com va recordar el mateix Lovász en el discurs que va donar amb motiu del Premi Hipatia, que li va ser atorgat per l'Academia Europaea i l'Ajuntament de Barcelona fa pocs anys, els límits de grafs es poden pensar com un intent de millorar la nostra comprensió de l'univers, vist com una immensa xarxa d'interaccions.

Referències

- [1] B. Barak, A. Rao, R. Shaltiel, A. Wigderson. *2-source dispersers for $n^{o(1)}$ entropy, and Ramsey graphs beating the Frankl-Wilson construction*. Ann. of Math., Vol. 176: 1483–1544 (2012)
- [2] M. Becker, J. Doenhardt, S. Hertel, G. Kaninke, W. Kerber, K. Mehlhorn, S. Näher, H. Rohnert, T. Winter. *A probabilistic algorithm for vertex connectivity of graphs*. Inf. Process. Letters, 15(3): 135–136 (1982)
- [3] J. Cheriyan, J. Reif. *Directed s - t Numberings, Rubber Bands, and Testing Digraph k -Vertex Connectivity*. Combinatorica 14 (4): 435–45 (1994)
- [4] S. Even. *Graph Algorithms*. Computer Science Press, (1979)
- [5] Z. Galil. *Finding the vertex connectivity of graphs*. SIAM J. Computing, 5: 618–623 (1982)
- [6] T. Kathuria, Y.P. Liu, A. Sidford. *Unit capacity maxflow in almost $o(m^{4/3})$ time*. Proc. 61st IEEE FOCS, 119–130 (2020)
- [7] M. R. Henzinger, S. Rao, H. N. Gabow. *Computing Vertex Connectivity: New Bounds from Old Techniques*. J. of Alg., 34 (2): 222–250, (2000)
- [8] R. Impagliazzo, A. Wigderson. *$P = BPP$ if E Requires Exponential Circuits: Derandomizing the XOR Lemma*. En Proc. 29th ACM STOC: 220–229 (1997)
- [9] A. Lenstra, H. Lenstra, L. Lovász. *Factoring polynomials with rational coefficients*. Math Ann. 261: 515–534 (1982)
- [10] J. Li, D. Nanongkai, D. Panigrahi, T. Saranurak, S. Yingchareonthawornchai. *Vertex Connectivity in Poly-logarithmic Maxflows*, En Proc. 53st ACM STOC, (2021)
- [11] N. Linial, L. Lovász, A. Wigderson. *A physical interpretation of graph connectivity and its algorithmic applications*. En Proc. 27th IEEE FOCS, 39–48 (1986)
- [12] N. Linial, L. Lovász, A. Wigderson. *Rubber bands, convex embeddings, and graph connectivity*. Combinatorica, 8: 91–102 (1988)
- [13] L. Lovász. *Large Networks and Graph Limits*. Colloquium Publications AMS, vol. 60 (2012)
- [14] L. Lovász. *Graphs and Geometry*. Colloquium Publications AMS, vol. 65 (2019)
- [15] A. Lubotzky. *Discrete groups, expanding graphs and invariant measures*, vol. 125 of Progress in Mathematics. Birkhäuser Verlag, Basel (1994)
- [16] C. Moore, S. Mertens. *The Nature of Computation*. Oxford Univ. Press (2011)
- [17] D. Nanongkai, T. Saranurak, S. Yingchareonthawornchai. *Breaking quadratic time for small vertex connectivity and an approximation scheme*. En Proc. 51st ACM STOC, 241–252 (2019)
- [18] P. Q. Nguyen, B. Vallée (eds); *The LLL Algorithm: Survey and Applications*. Springer V. (2010)
- [19] N. Nisam, A. Wigderson. *Hardness vs Randomness*. J. Comput. Syst. Sci. 49 (2): 149–167 (1994)
- [20] A. M. Odlyzko, H. J. J. te Riele. *Disproof of the Mertens conjecture*. J. reine angew. Math., 357: 138–160 (1985)
- [21] A. Shamir. *A polynomial time algorithm for breaking the basic Merkle-Hellman cryptosystem*. En Proc. 23rd IEEE FOCS, 145–152, (1982)
- [22] D. Simon. *Selected applications of LLL in number theory*, dins de ([18])
- [23] L. Trevisan. *Construction of extractors using pseudo-random generators (extended abstract)*. En Proc. 31st ACM STOC: 141–148 (1999)
- [24] L. Trevisan. *Extractors and Pseudorandom Generators*. J. ACM, 48(4):860–879 (2001)
- [25] W. T. Tutte. *How to draw a graph*. Proc. London Math. Soc. 13, 743–768 (1963)
- [26] S. Hoory, N. Linial, A. Wigderson. *Expander Graphs and their applications*. Bull. Amer. Math. Soc. 43: 439–561 (2006)
- [27] A. C.-C. Yao. *Theory and Applications of Trapdoor Functions (Extended Abstract)*, En Proc. 23rd IEEE FOCS: 80–91 (1982)

Xavier Ros-Oton i Carme Torras

Montse Alsina

Editora de la *SCM/Notícies*

La conversa a dues bandes d'aquest número va transcórrer en una aula de la universitat, davant d'una pissarra, com si fos sortint d'una classe o d'un seminari de recerca. La protagonitzen dues persones apassionades per la recerca, que comparteixen l'honor d'haver estat premiades recentment, i que ja havien rebut altres premis anteriorment. Xavier Ros Oton ha rebut la Medalla d'Or Guido Stampacchia, que atorga cada tres anys la Unió Matemàtica Italiana. Carme Torras ha rebut el Premi Nacional de Recerca 2020 de la Generalitat de Catalunya i el Premi Nacional d'Investigació Julio Rey Pastor 2020 del Ministeri de Ciència i Innovació.

Van compartir les seves experiències i la seva mirada a la situació actual, amb preocupació per la manca de places i recursos, la ràtio d'homes i dones, el paper de les publicacions científiques, la implicació en la gestió i la divulgació de la recerca i la manca de professorat de secundària. Però ho van fer amb una visió constructiva, i van aportar possibles solucions i propostes per debatre a la SCM. Tot un plaer compartir la conversa amb ells i, ara, amb els lectors de la revista.



Carme Torras i Xavier Ros Oton, a una aula de la FME, UPC

Premis, trajectòria i tornada a Catalunya

Carme Torras (CT): Què han significat, Xavier, aquests premis que estàs rebent contínuament?

Xavier Ros Oton (XR): Bé, contínuament, no. Però he de dir que aquest últim premi de la Medalla Stampacchia em fa molta il·lusió, perquè és un reconeixement internacional en el meu camp d'investigació, i va més enllà del Premi de la Fundació Princesa de Girona o els anteriors, de societats espanyoles, de la UPC o de la SCM. A més, ha tingut impacte mediàtic. De cop et truquen dels diaris, que els

matemàtics no hi estem gens acostumats. De fet, és un període curt, que dura unes setmanes i després ja passa. Em pregunto si tu vas viure el mateix per a aquests dos grans premis recents, que se sumen ja a premis anteriors.

CT: Sí, però en tractar temes de robòtica, intel·ligència artificial i ètica, ja fa temps que estic immersa en una allau d'entrevistes. Els premis que he rebut recentment són molt singulars perquè són un reconeixement a la trajectòria, i en aquest estadi fan molta il·lusió i m'agrada molt pel grup. És un grup que al llarg dels anys s'ha anat fent gran: actualment som gairebé seixanta persones, i aquesta visibilitat

és molt important per a la gent jove del grup. El que m'alegra més és la part compartida, més que a títol personal.

XR: Com a matemàtica, quina trajectòria vas seguir per arribar a la robòtica i al punt actual on ets ara?

CT: Al llarg de la meva trajectòria he tingut diversos moments d'inflexió. Vaig cursar Matemàtiques a la UB i en acabar vaig anar a treballar a una empresa multinacional d'ordinadors. M'agradaven molt les màquines, des de sempre. El meu pare comprava "mecanos" i jo havia fet cursos d'informàtica pel meu compte. Vaig cursar la llicenciatura de Matemàtiques enfocada cap a la informàtica, en la branca que en deien Matemàtica Aplicada. Potser si hagués existit la carrera d'Informàtica no hauria fet la de Matemàtiques. Però aleshores la meva trajectòria hauria estat molt diferent, perquè m'hauria perdut l'element diferencial tan important que ha estat el meu enfocament matemàtic de la robòtica. Per exemple, la clau de la meva ERC Advanced Grant és combinar conceptes de topologia amb algorismes d'aprenentatge i, com a curiositat, els tres *postdocs* contractats són matemàtics i dos tenen, a més, una segona titulació en Enginyeria o Informàtica. Quan aconsello els joves en l'elecció de carrera, sempre dic que vagin als graus troncats: un titulat en Matemàtiques pot fer un postgrau en Informàtica o en Economia, però a l'inrevés és molt més difícil.

Com deia, em vaig posar a treballar com a informàtica. Però a mi m'encantava investigar, a l'empresa feia de suport de software (em tocava salvar un disc dur que se'ls havia contaminat, per exemple) i era avorridíssim. No em va agradar l'experiència, però em va permetre llegir molt. Així, vaig llegir el llibre *Brains, machines and mathematics*, de Michael Arbib, i li vaig escriure. La seva resposta va ser: "Vine a fer un màster sobre això!", i vaig anar-hi. Va ser un punt d'inflexió molt important.

XR: On vas anar, exactament?

CT: A la Universitat de Massachusetts. Hi vaig fer el màster i vaig anar i venir una temporada. Hi vaig estudiar/aprendre modelització neuronal perquè ell treballava en l'anomenada *brain theory*, i aquí era impossible trobar un lloc experimental d'aquest tema. Aleshores em

va arribar una oferta per treballar en robòtica, un tema supernou, a proposta del rector de la UPC, en Gabriel Ferraté. Vaig decidir provar-ho; d'això en fa quaranta anys, i encara hi soc.

XR: La meva trajectòria és més curta.

CT: Però molt intensa!

XR: És més fàcil d'explicar. Em vaig interessar per les matemàtiques arran de les Proves Cangur i les Olimpíades, i m'hi vaig enganxar; em van agradar molt i vaig decidir estudiar Matemàtiques a la FME. Tenia bastant clar que volia fer un doctorat en matemàtiques, tot i que encara no sabia de quin tema, i l'últim any de la llicenciatura em vaig decidir a fer-lo en equacions en derivades parcials, a la mateixa UPC amb en Xavier Cabré. Després del doctorat vaig anar de *postdoc* als Estats Units, a Austin, i tres anys després vaig desplaçar-me a la Universitat de Zuric amb una plaça de professor. Després de tres anys, he tornat a Catalunya, amb una plaça ICREA a la UB. No hi ha hagut un canvi sobtat, sinó que més aviat ha estat un camí amb la sensació que la derivada, a cada passa, augmentava. Estar a Austin va ser molt bo, va ser un salt a un entorn de qualitat molt internacional, amb A. Figalli i L. Caffarelli, per exemple, amb molt ambient de recerca. Anar a Zuric després, i ser-hi uns anys abans de tornar aquí també trobo que va ser molt bo, i em va permetre ser professor fora, i treballar molt amb Figalli i Joaquim Serra, que segueix a Zuric.

CT: Sobre el tema de tornar, jo recordo que vaig dubtar molt. Era una època diferent, i el nivell de recerca dels Estats Units no tenia res a veure amb el d'aquí. Vaig dubtar moltíssim, però al final vaig decidir a escala personal, volia tornar al meu país. En el teu cas, també vas tenir aquests dubtes? Són èpoques de crisi i tampoc era fàcil de tornar, oi?

XR: Exacte. La part personal em tirava molt cap aquí i tenia bastant clar que, tard o d'hora, acabaria tornant. Mentre era a Austin ja em va sorgir l'oportunitat de tornar, però vam quadrar-ho amb la feina de la meva dona, i vam decidir anar a Zuric. Estic molt content d'haver-ho fet, ja que matemàticament va ser millor. Quan era a Zuric, tot i que em podia quedar allà com a professor, és quan em van

oferir l'oportunitat de tornar en condicions molt bones; vaig decidir que era el moment, i n'estic content. En el tipus de recerca en matemàtiques que fem nosaltres, tampoc necessitem tants recursos físics. Avui en dia el contacte amb l'estranger és més fàcil que fa trenta o quaranta anys. Combinant el correu electrònic, les plataformes de videoconferència i els viatges, puc treballar molt amb gent de fora. Però continua sent molt important tenir finançament per a la recerca de cara als viatges i per tenir estudiants doctorals i *postdocs*. El grup a Zuric és molt potent en el meu camp; de fet, és dels millors llocs del món en matemàtiques, però des d'aquí puc fer-ho, també. A part del component personal, també hi ha una part relacionada amb la feina, que és que m'agrada poder portar aquí coses que faig a fora. A Zuric ets un més a contribuir; aquí hi ha l'oportunitat de fer créixer la matemàtica catalana en aquest camp de recerca, i és més satisfactori a escala personal.

CT: Sí, coincideixo molt amb això que dius. Quan vaig tornar, la intel·ligència artificial tot just començava, i aquí vam engegar dos programes de doctorat: el de Robòtica i Automàtica i el d'Intel·ligència Artificial, i en el curs de Cerca Heurística, per exemple, havia arribat a tenir quaranta alumnes! Feia bo de fer créixer no només la recerca, sinó també les competències en computació i l'ensenyament en general. Aquest sentiment de contribuir en alguna cosa... M'hi identifico molt.

Sobre la manca de places i recursos

CT: Durant tot aquest temps de crisi, aquests anys sense places ni recursos ens han donat molta intranquil·litat. Havíem format gent molt bé, doctors que havien marxat fora, però volien tornar i no podien.

XR: Ho heu resolt un mica, en el vostre àmbit, ara, o encara passa?

CT: Gràcies a l'Advanced Grant de l'ERC, per exemple, he pogut donar l'oportunitat de tornar a una persona amb un itinerari potent, primer als Estats Units i després a Alemanya, i ara té una plaça al CSIC. Poder atreure gent i fer un bon grup dona molta satisfacció. Però conec moltes altres persones que han sortit i que no poden tornar. Sí, encara passa, i sap molt greu.

XR: Sí, sap greu. De fet aquesta època de crisi, de poques places, és l'única època que he viscut, ja que vaig acabar la carrera el 2010.

CT: Es diu que l'any 2008 és quan es va agreujar tot això.

XR: Al sector públic potser es va notar una mica més tard. No sé exactament quan van començar les retallades més fortes, però ho vaig notar quan acabava la carrera i començava el doctorat. Molta gent que va començar el doctorat alhora que jo ho van deixar directament o no van fer *postdocs* perquè ho veien bastant negre. Potser ara es comença a veure una mica de llum, amb algunes places. Tinc la sensació que en pocs anys començarà a haver-n'hi moltes. Hi haurà moltes jubilacions, algú haurà de fer les classes i, per tant, s'haurà de contractar molta gent. Com que tanta gent ha abandonat, al final hi haurà més places per a menys gent... El sistema és una mica imprevisible, però sembla que esperen tot el que poden i en algun moment potser sortiran moltes places, que és pitjor que fer-ho escalat.

CT: També cal tenir en compte que, a escala personal, hi ha unes finestres de temps per tornar. Si se sobrepassen, i es fa família fora, és més difícil. Sap greu, són persones que haurien tornat però no van trobar la finestra d'oportunitat.

XR: Exacte, i aquests ja no tornen. Conec gent que va anar als Estats Units uns anys, ara tenen una plaça allà i ja no tenen intenció de tornar. Potser quatre anys enrere, sí. Que surtin moltes places de cop no ho salva; hauria estat millor esglaonadament.

I la ràtio d'homes i dones?

CT: Canviant una mica de tema, en informàtica i matemàtiques la ràtio d'homes i dones encara està malament.

XR: Sí, la informàtica crec que és el cas pitjor.

CT: Fa dos anys, a Informàtica s'hi matriculaven un 8% de noies. Ho trobo patètic. Però s'estan fent moltes iniciatives per millorar-ho, per exemple la de la Fundació Episteme, una fundació de professors de secundària, que promou les STEM i posa èmfasi en les noies, a través del projecte Spider, basat en les meves

novelles, la qual cosa em fa molta il·lusió. Tinc molta esperança en aquest projecte.

XR: Sí, hi estic participant com a assessor i és on tu i jo ens vam conèixer personalment.

CT: En matemàtiques també cal treballar-ho. Vaig mirar dades de les Proves Cangur: a 3r d'ESO el percentatge de noies en l'1% millor de Catalunya és el 25%, però em sembla recordar que a 4t d'ESO ja baixa al 15%, a 1r de batxillerat n'hi ha poques, i a 2n, de l'any que vaig mirar, no n'hi havia cap. Això és tristíssim. Vaig preguntar una mica a companys que han estat professors de secundària i em diuen que el problema no és que tinguin resultats pitjors, sinó que no s'hi presenten.

XR: Sí, és un tema que cal treballar i que m'interessa perquè és important.

CT: Això s'ha de solucionar d'alguna manera. Cal que les noies vegin que són carreres que poden fer. Hi ha noies que les descarten per estereotip social, o per dubtes de si seran prou vàlides, pensant que els nois se'n surten millor.

XR: Exacte. I això és mentida. En llibres de ciència de l'aprenentatge vaig llegir que, des d'edats molt joves, si preguntes per separat a nois i noies si els van bé les matemàtiques, les noies opinen que els van pitjor que els nois. Però si immediatament els fas un examen, les noies ho fan igual o millor que els nois. Això aquí és més accentuat que en altres països europeus, és un cert estigma cultural, que té molts factors, però cal canviar aquesta percepció. Des de l'experiència personal, recordo que al meu institut de les Corts la participació al Cangur a 1r de batxillerat baixava, però sobretot pel que fa a les noies. Fins i tot una noia del meu curs que a 1r de batxillerat va quedar la primera noia de Catalunya, l'any següent no hi va voler participar.

CT: Diuen que és falta d'autoestima, d'afany de competitivitat.

XR: Potser sí, però al Cangur no sé si es tracta tant de competir.

CT: Per anar un pas més enllà, pel que fa a investigació en matemàtiques, també hi ha una gran baixada en el nombre de dones, oi?

XR: Jo crec que deu ser el mateix fenomen. Potser és el mateix quan tenen 8 anys, que

quan en tenen 18 o en tenen 23. Acaben la carrera i es troben que hi ha molts més nois que estan convençuts que volen fer el doctorat; en canvi, noies que tenen les mateixes bones notes, i que ho podrien fer igual de bé, dubten que fer un doctorat sigui per a elles. Ho hem comentat amb companyes de la UB: les noies ens pregunten si elles poden fer el doctorat, dubten de si ho aconseguiran, i en canvi els nois no ens fan aquest tipus de preguntes. En la nostra ment col·lectiva encara tenim que és més cosa de nois, i en informàtica suposo que encara més.

CT: També passa en tecnologia. Als nois els encanta jugar a l'ordinador, i fan grans campionats online, i en canvi la relació via xarxes socials interessa més a les noies.

XR: Sí, sembla un tema cultural.

CT: Hi ha una cosa que m'ha cridat l'atenció durant la meua carrera, i és que les noies potser són més pragmàtiques, busquen sempre un sentit pràctic. Hi ha més noies que nois que es pregunten per a què els servirà fer el doctorat. I m'he trobat amb força noies que ja han estudiat el doctorat i que em diuen "He fet una branca fonamental i ara m'agradaria fer un canvi més a alguna cosa social, com ho podria fer?". Això no m'ho ha arribat a preguntar cap noi. Em crida l'atenció, aquest vessant cuidador de les dones, que és un estereotip social que hi influeix molt. Per exemple, als congressos de robòtica, en les sessions de mecànica i cinemàtica pràcticament no hi ha dones. En canvi, en les de robòtica social, el 50% com a mínim són dones. Com pot haver-hi aquest desnivell? De fet, jo mateixa m'he anat decantant cap a aquesta part.

XR: En els àmbits matemàtics, en especial a la matemàtica pura, la finalitat costa més de veure. Tot i que cada individu diu que fa un tema perquè li interessa, potser globalment afecta i, encara que hi ha dones amb doctorats de matemàtica pura, a biologia matemàtica, per exemple, hi ha moltes més dones que homes. Sembla un patró recurrent, completament cultural, que costa de canviar. No crec que tingui una solució fàcil, aquest tema. Però està molt bé que hi hagi diverses iniciatives, i a diferents nivells per anar-ho canviant a poc a poc.

CT: Sí. A més, esperem que es produeixi un efecte de bola de neu de com se senten les

dones. Quan en un congrés era l'única dona, em sentia fora de lloc, com si hagués fet alguna cosa estranya o malament.

XR: Suposo que és com sentir que aquest no és el teu lloc, que no s'és on toca.

CT: Esclar i tens la sensació que t'estàs perdent altres coses. Això també m'ho han dit molt: comencen, es veuen molt soles i canvien de carrera.

XR: Sí, per això és important tenir referents, per veure que hi ha més dones. Als Estats Units fa més anys que es cuiden que hi hagi dones i també gent de totes les ètnies, que no se sentin estranyes en una facultat. És bo no sentir-se sol. Quan es fa el doctorat, costa, i això no vol dir que no sigui per a tu.

CT: De fet hi ha grups de treball per qüestions de gènere, fins i tot a la mateixa UPC, que han observat que, en lloc de repartir les noies en diverses línies d'enginyeria, o fins i tot en grups, és millor posar-les juntes, ja que així fan pinya i no se senten fora de lloc.

Sobre les publicacions científiques

CT: Volia preguntar-te com veus l'evolució de les publicacions científiques. Des que vaig començar, la ciència ha evolucionat molt, però crec que aquest afany per publicar articles fa que es deixin de banda altres qüestions. A més, han aparegut un munt de revistes anomenades depredadores o, com m'agrada anomenar-les, impostores, que fan veure el que no són; van escalant els índexs, acaben sent Q1 i la gent s'hi aboca. Et bombardegen cada dia convidant-te a ser editor i potser al consell editorial tenen 600 persones. Naveguem en un mar d'informació i als investigadors, especialment els joves, els costa destriar què és seriós i què no. Com ho veus?



XR: M'ho comenten companys d'altres disciplines; enginyeria i biologia, per exemple. En matemàtiques trobo que estem prou bé, comparativament, en aquest sentit, ja que, encara que existeixen aquestes revistes, d'entrada no se'ls fa tant cas, i no hi ha tant afany per publicar un nombre d'articles molt alt. Als Estats Units i a les universitats europees més bones es tendeix a valorar les millors publicacions i la qualitat de les publicacions ve de la tradició matemàtica. Una revista nova, impostora, amb un factor d'impacte molt alt, no ho altera gaire, ja que la gent no la coneix de res i no la tracta com a bona. Dit això, a Espanya i a llocs com Itàlia, per exemple, es tendeix a valorar també el nombre de publicacions que siguin del Q1. Això fa que existeixin més i més revistes impostores d'aquest estil, i és un problema que no sé com es resol. El factor d'impacte no s'hauria de fer servir tant, ja que hem vist que es pot falsificar i manipular d'una manera molt barroera.

CT: És un tema que em preocupa des de fa molt temps. Al Comitè Científic de la Reial Societat Matemàtica Espanyola vam fer una reunió monogràfica per tractar aquest tema, i és cert que la comunitat matemàtica està una mica millor que la informàtica. Però la derivada va cap allà, clarament. Continuen sorgint revistes d'aquestes, i hi ha gent a la comunitat matemàtica també molt preocupada. Per exemple, les acreditacions a l'ANECA: quan són avaluacions multitudinàries no es pot filar tan prim per veure quina és la millor publicació, i s'utilitzen paràmetres quantitatius. Un motiu d'esperança és que l'Agència Estatal d'Investigació ha signat la Declaració de San Francisco. És molt bona notícia, ja que denuncia que aquests índexs d'impacte inicialment no eren per avaluar currículums, sinó revistes. Hem obert aquesta escletxa i estem plantejant una taula rodona amb tots aquests actors: de l'agència, de l'ANECA, de la RSME, de la SCM... per veure com posar-hi remei. Quan s'han d'avaluar una multitud de centres necessitem índexs, i s'ha de veure quins índexs posar-hi perquè no depengui del nombre de publicacions, ja que és insostenible. És veritat que algunes persones ens podem permetre dedicar-nos a coses complexes i no fer una publicació fins que no ho veiem necessari, però els joves noten que han de fer currículum a tres anys vista, llegir la tesi... Això que

el currículum individual xoqui tant amb el benefici científic general és molt pernicios i costarà molt d'arreglar.

XR: Sí. En alguns països, que també tenen acreditacions similars, un comitè molt gran d'experts en matemàtiques han elaborat un rànquing de revistes guiats per la tradició, en lloc de guiar-se per factors d'impacte. Així fan una llista de revistes de matemàtiques i diuen quines són les millors, les que són molt bones...Crec que seria molt bo si la comunitat matemàtica a escala internacional pogués fer un rànquing aproximat, que puguin fer servir les agències. Potser com el rànquing de Xangai i tots aquests rànquings de les comunitats, que fan enquestes a professors de les universitats més bones per decidir quines són les millors revistes. Alguna cosa així, a gran escala, podria ser una solució per tenir un índex alternatiu.

CT: Sí. És una de les propostes de la reunió de la RSME, i se'n va fer un article.

XR: En l'àmbit de Catalunya, personalment tinc la sensació que l'AQU funciona millor i no té un biaix tan fort cap al nombre d'articles, o si és Q1 o no. Sembla que van més en línia amb el que deies de la Declaració de San Francisco, tot i que potser no sigui explícitament. Posar números a tot, com fa l'ANECA per intentar ser objectiu, pot acabar sent pitjor.

CT: Fa uns anys a l'AQU hi havia també uns nombres.

XR: Sí, però crec que actualment són uns números més flexibles, amb un marge raonable.

CT: M'alegra molt sentir-ho. Vam estar lluitant per assolir això.

XR: Suposo que en avaluacions internes de les universitats també deu passar el mateix, que depèn moltíssim de quines són les persones, si són raonables i miren la qualitat dels articles més enllà del número. De fet, qui ha guanyat la Medalla Fields no és per haver fet molts articles, sinó per haver fet coses molt bones, i això és a criteri del tribunal i no hi ha cap regla escrita sobre què és millor. Si ens basem en factors d'impacte, anem malament.

CT: Sí, per això en la reflexió que vam fer s'apel·lava molt a la responsabilitat individual dels científics, matemàtics en aquell cas, que fan

l'avaluació. Cal que posem un granet de sorra per a les properes generacions de matemàtics, en comptes d'un "Ja s'ho faran"; cal que hi hagi consciència i actuar en conseqüència. Potser no s'ha donat prou difusió al llibre blanc de les matemàtiques, que inclou anàlisis estadístiques dels problemes que hi ha i dels índexs.

XR: És difícil arribar a tothom amb aquestes iniciatives.

Gestió i divulgació de la recerca

XR: Al llarg de la teva trajectòria, a part de recerca, també has fet tasques de gestió en relació amb la recerca, oi?

CT: Sí, la veritat és que he acceptat fer força gestió. He de dir que la part administrativa no m'agrada gens, però és indispensable; per poder guiar, s'ha de fer, com a servei.

XR: Sí, de fet en anglès ho diuen, *service*. Crec que és important que la gent que ha estat activa i que coneix més el món de la recerca, i que ha estat a l'estranger, per exemple, porti fent també gestió. Pot fer mandra i no és la feina més agradable, però forma part de la responsabilitat de l'investigador.

CT: Tanmateix, algunes tasques podrien professionalitzar-se més. Per exemple, els comitès editorials de revistes haurien de ser petits i durar un període concret: dos, tres anys o el que sigui, però assumint la responsabilitat sobre tot el que es publiqui a la revista. Una feina professional de veritat, amb compromís de seleccionar, votar i fer accions orientades a una línia editorial molt clara, no només de revisar o enviar articles a revisors.

XR: D'altra banda, és natural que la gent més jove en una etapa més productiva ho faci menys, i que amb el pas dels anys potser s'hi dediqui més temps.

CT: Sí, i també es pot repartir millor la feina, segons les habilitats de cadascú. Hi ha gent crítica que opina que hauríem de tenir a la direcció el millor cervell en anàlisi matemàtica. Doncs no, penso que no cal, potser és millor qui té més criteri.

XR: I tant.

CT: Considero que hi ha gent que ha d'estar al lloc per al qual està més dotada. No cal ser un investigador-orquestra, que molts cops és el que

ens demanen. Al CSIC, per exemple, sembla que els objectius generals es traslladin a cada investigador: ha de tenir projectes de recerca, ha d'estar en comitès, ha de portar doctorats, etc. No és eficient que tots fem de tot. Hi ha gent amb unes facultats per liderar projectes de recerca, altra gent amb facultats per fer gestió administrativa, i una altra per fer transferència o divulgació.

XR: D'entrada està bé que tothom faci una mica de tot, per conèixer-ho, però sí que després cadascú s'especialitzi en el que pot fer millor o el que té més ganes de fer.

CT: Però veig que a les places de catedràtic, per exemple, demanen punts de tota mena. I vols dir que cal? Si una persona realment és molt dotada en recerca, cal que es posi a fer gestió relativament jove, de cap de departament, per exemple? Sembla que es potencia, i crec que s'hauria de rumiar.

XR: De fet, cal tenir en compte, a l'hora de valorar, que si es dedica temps a una cosa, se'n pot dedicar menys a una altra.

CT: I també cal dedicar atenció a la divulgació. Jo n'he fet i m'agrada. En l'àmbit social, cal millorar la conscienciació que la ciència és molt important. La pandèmia hi ha ajudat, però fer bona divulgació no és gens fàcil.

XR: Estic d'acord que la divulgació és molt important. Potser tots n'hauríem d'intentar fer més, però cal tenir-ne ganes i, tal com dius, fer-ho bé.

CT: De fet, a l'IEC també hi ha la Societat Catalana de Comunicació i organitzen un congrés anual de recerca en comunicació, en què s'ha parlat de comunicació científica, com millorar la divulgació, etc. Realment es pot aprendre molt. És important tenir bones bases de com fer bona divulgació; així arriba molt més, i fins i tot ajuda a fer bona recerca.

XR: Però és dels temes que costen d'avaluar de cara a places. No oblidem el tema de les classes. És molt important fer les classes bé i és una part crucial de la feina. Són moltes coses que formen part de la feina i necessitem intentar fer-ho tan bé com podem.

CT: Sí. Però els investigadors-orquestra haurien d'haver passat a la història. No cal que tothom faci de tot. En general, ara la investigació es fa en grup, i hi pot haver diferents perfils

que facin diferents tasques, o intensificacions en diferents activitats.



Manca de professorat de secundària

CT: També cal bon professorat de matemàtiques a secundària.

XR: Sí, tenir bons professors a secundària és crucial. Crec que molta gent de la que ha estudiat matemàtiques és perquè van tenir algun professor o familiar que els va influir. Sense un bon professor, difícilment es troba el sentit i la gràcia a les matemàtiques i, per tant, tampoc se n'apren. Que la gent sàpiga matemàtiques té un efecte socioeconòmic a llarg termini com a país, ja que les feines científiques són molt importants.

CT: Hi ha una part bona. El prestigi i la quantitat de sortides que tenen ara les matemàtiques és brutal, en tots els àmbits, i hi ha una gran contractació de matemàtics. Quan jo estudiava, l'única sortida era fer de professor, i no era una carrera gaire ben valorada. Ara encara passa, i és un problema gros. Tant de bo es valorés més la carrera docent.

XR: El que està passant que hi hagi pocs matemàtics i matemàtiques que vulguin dedicar-se a la secundària i facin les classes majoritàriament gent que ha estudiat Química, Biologia, Arquitectura, ADE... és un problema immens, molt gros. Segurament molts d'aquests s'hi apunten perquè ho veuen com a bona opció laboral, però no perquè tinguin interès per les matemàtiques, i també pot ser gent a qui els manqui contingut matemàtic.

CT: Per saber incentivar les matemàtiques, s'ha de ser molt bon professor i estimar les matemàtiques, ja que si el professor no estima

les matemàtiques no les transmetrà bé i no motivarà. Però, com fer-ho?

XR: Per solucionar-ho, hi veig diverses opcions. Una és que hi hagi més matemàtics, i ampliar el nombre de places dels graus de Matemàtiques existents. Una altra opció és crear un grau nou especialitzat en matemàtiques per a secundària, que ja tingui aquest objectiu. Potser no cal que sàpiguen continguts tan específics com anàlisi funcional o àlgebra abstracta, ni que vagin dirigits a feines específiques d'alt nivell. Una altra cosa que crec que caldria fer igualment de manera independent és comprovar que la gent que comença a fer classe està preparada i té el nivell de matemàtiques per fer classes al batxillerat, fins i tot a l'ESO. Com ho veus, tu?

CT: M'agrada això que has dit, de fer un grau de professors de secundària en matemàtiques. Tindrien formació en didàctica, que també és important. Conec persones que han estudiat enginyeria i fan interinatges de matemàtiques, i de vegades la matemàtica no és el seu fort. També hi ha el tema que deies, que s'haurien d'obrir més places o línies de grau a les universitats. Ara mateix l'accés a un grau de matemàtiques és bastant restringit.

XR: Jo considero que aquesta nota de tall tan alta no té sentit. No serà més bona en matemàtiques la persona que té un 13,5 o la que té un 12,5, ja que aquesta diferència probablement no ve de les matemàtiques de la selectivitat, ve del català o de la filosofia. No crec que sigui útil ni bo per a la comunitat matemàtica que hi hagi aquestes notes de tall tan altes. La demanda en matemàtiques hi és, i la solució és que hi hagi més oferta, ampliar el nombre de places o crear un nou grau amb una funció diferent.

CT: També em preocupa que als graus més tècnics no estudiïn res humanístic. Penso que la formació en l'àmbit universitari hauria de ser més global. Als Estats Units hi ha el *major* i el *minor*, i aquest pot ser d'art o una altra matèria. Em refereixo sobretot a l'àmbit de l'enginyeria, però crec que en matemàtiques la formació també és massa especialitzada. És interessant posar-les en situació històrica, saber qui era Gauss... Potser es podria fer un doble grau de Matemàtiques i Pedagogia, orientat cap a l'ensenyament de les matemàtiques. Per una

banda, un doble grau aporta prestigi i, per l'altra, seria una manera de combinar ciència i humanitats. Jo sempre vaig darrere de fer un ensenyament més humanístic de la tecnologia, i fa poc la UPC ha fet un acord amb la UOC perquè els estudiants d'enginyeria puguin cursar alguna assignatura d'humanitats.

Idees i propostes de cara a la SCM

CT: Fa molts anys que soc de la SCM, des que era estudiant. De fet, vaig rebre un premi de l'IEC per la meua tesina i se'n va publicar un resum al que aleshores, el 1985, era el *Butlletí de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques*. Per la tesi vaig rebre també un premi de l'IEC, el Premi Rafael Campalans, per tant sempre he tingut molt presents tant l'IEC com la SCM. M'agrada molt llegir la *SCM/Notícies*, sencera; et posa al dia de moltes coses i està molt ben feta, penso que és una feinada.

XR: Jo també llegeixo sempre la *SCM/Notícies*, crec que és molt interessant per veure què s'ha fet, llegir entrevistes amb algú d'interès... Abans em mirava més la secció de problemes.

CT: He vist una bona evolució de la SCM pel que fa a les activitats, les borses, els premis, les xerrades... Amb la pandèmia també n'hi ha hagut de molt interessants. Les activitats telemàtiques eviten desplaçaments i, quan vas molt enfeinat i presencialment et seria impossible assistir-hi, si és una temàtica que t'interessa et pots connectar i seguir-ho.

XR: Crec que una cosa que també està molt bé de la SCM és tot allò que va orientat a la secundària, com les Proves Cangur, les Olimpíades de Matemàtiques i altres iniciatives. Crec que és importantíssim; de fet, va ser el meu incentiu cap a les matemàtiques i també el primer contacte amb la societat. Crec que la societat porta una derivada positiva en molts sentits, i ha de continuar treballant tenint molt present el vessant de contacte amb secundària i de divulgació.

CT: Està molt bé fer activitats àmplies, de divulgació, i també amb societats diferents. Per exemple, estaria bé un diàleg entre la societat d'automàtica i la de matemàtiques, i veure quins punts en comú hi ha, què fer per tenir-hi més relació. Ara que els equips són tan

interdisciplinaris, és bo buscar més complicitats i temes afins, és una manera d'obrir-se a més gent.

XR: Pel que fa al vessant de recerca, es podria fer alguna iniciativa lligada amb el que dèiem de les avaluacions. Potser la SCM podria elaborar una mena de recomanacions per a l'AQU, o les universitats, com a Societat Catalana de Matemàtiques. Al final, als tribunals o a l'AQU, en un grup potser hi ha un matemàtic i prou, i potser ajudaria que la Societat proposés una mena de bones pràctiques o bones maneres d'avaluar la recerca i la docència i l'impacte en general. O fins i tot fer la llista de revistes que comentàvem. Es podria debatre i fer iniciatives en aquestes línies.

CT: Podria ser molt bo per al que dèiem d'orientar als joves. De vegades van perduts, perquè no saben com els avaluaran, o sí que ho saben però no és gaire convincent i pot canviar. Jo els dic que la publicació ràpida, potser no immediatament però a la llarga, a l'hora de presentar-se davant d'un tribunal no

afavoreix. Si hi hagués unes directrius ajudaria molt.

XR: De fet, als estudiants de doctorat cal explicar-los com funcionen el sistema de contractació i els *postdocs*. . . Si la SCM pogués fer un document més o menys centralitzat, per recollir aquesta informació i presentar les opcions que existeixen en l'àmbit català, espanyol, europeu i mundial, seria molt útil. Amb els anys ho aprenen, però alguns els veig més perduts que d'altres.

CT: En efecte, estaria molt bé orientar sobre el ventall d'opcions existents, quins criteris utilitzar i la responsabilitat individual que té impacte en la societat. Com en altres temes dels quals hem parlat, és molt, molt important conscienciar les persones per tenir una mentalitat col·lectiva. Formem part de la Societat Catalana de Matemàtiques; doncs bé, fem societat! És important sentir-se part del grup, no només per rebre informació, sinó també per ser més actiu.

La pregunta de la *SCM/Notícies*

Montse Alsina

Editora de la *SCM/Notícies*

Des de fa temps, i encara massa sovint, sembla que es vol imposar una classificació binària de les persones: les de ciències i les de lletres. Però tots coneixem contraexemples que ens mostren que no és possible. En aquest número dediquem aquesta secció als matemàtics que escriuen, no només articles d'investigació i llibres sobre les matemàtiques, sinó relats i novel·les.

Com creus que influeix la teva formació en matemàtiques en la novel·la o relat que has escrit?

Joan Girbau

professor emèrit de la UAB.

Autor de les novel·les *L'home de la campana* i *Memòries de Delft*.



Des de fa molts anys, he tingut una certa tirada a l'escriptura de relats. Per posar-ne un exemple, el pròleg del meu llibre *Geometria diferencial i relativitat*, publicat per la UAB l'any 1993, ja era un breu conte (relacionat, en aquella ocasió, amb la matèria del llibre).

Per cert, aquell volum, esgotat des de fa anys, es reeditarà digitalment d'aquí a poc a Publicacions Electròniques de la SCM. Potser quan tingueu a les mans aquest número de la revista *SCM/Notícies*, ja estarà penjat al web.

Poc abans de jubilar-me em vaig embrancar en l'escriptura d'una biografia novel·lada de Gauss, que vaig concloure anys després (*L'home de la campana*, Editorial Gregal, 2015, llibre esgotat). I aquest Sant Jordi ha sortit publicada una novel·la històrica meua (*Memòries de Delft*,

Editorial Base). Dit això, passo a respondre concretament la pregunta de com ha influït la meva formació matemàtica en les narracions que he escrit.

En primer lloc, els matemàtics que ens dediquem o ens hem dedicat a l'ensenyament i la recerca, tots sabem redactar bastant bé perquè el fet de fer-nos entendre amb claredat forma part de la nostra professió. Jo vaig pensar, doncs, que aquest tret m'ajudaria molt en l'escriptura d'una novel·la. Vaja, que seria com bufar i fer ampolles. Però he comprovat que, tot i que m'he passat la vida redactant coses, el llenguatge i les construccions emprades en una novel·la difereixen molt de les dels textos acadèmics. Així i tot, reconec que la creença que jo sabia redactar va ser una de les motivacions que em van portar a provar d'escriure narrativa.

En segon lloc, els matemàtics estem acostumats a pensar en profunditat totes les dades, per minúscules que ens semblin. Sabem que un detall aparentment insignificant pot destruir completament una demostració i malmetre un article de recerca prometedor. A còpia d'anys hem incorporat a la nostra formació el convenciment que tots els detalls són transcendents. Això es nota en tot. Les meves novel·les són històriques i jo, per posar-ne un exemple, he esmerçat moltes hores —a vegades, dies i setmanes— a intentar descriure un paisatge urbà del segle XVII tal com era en aquella època. Mai he “tirat pel dret”, com podria haver fet en certes ocasions.

Permeteu-me que ara us expliqui una mica el procés de gestació de les meves dues novel·les, començant per la més recent, *Memòries de Delft*. Tots vosaltres deveu haver sentit a dir la frase: “L'autonomia que ens cal és la de Portugal”. Doncs bé, Portugal va obtenir la independència el 1640, aprofitant que aleshores Espanya estava immersa i ocupada en la guerra dels Segadors de Catalunya. Tanmateix, el resultat de la nostra contesa va ser molt diferent del de Portugal, i també del dels Països Baixos (on es va iniciar un segle abans, però va concloure al segle XVII amb el tractat de Münster i Osnabrück, conegut com “la Pau de Westfàlia”). El propòsit inicial de la meva novel·la va

ser muntar un relat per explicar detalladament tots aquests fets de manera amena. Per a això calia, però, que el o la protagonista de la meva narració hagués viscut a Portugal, a Catalunya i als Països Baixos perquè pogués explicar tots aquells esdeveniments de primera mà. A tal fi vaig idear una empresària portuguesa molt activa que al llarg de la vida habita successivament a Lisboa, Barcelona i la Haia, i que de gran es retira a la ciutat de Delft (propera a la Haia) per rememorar escenes de la seva vida. Trobareu més informació sobre el llibre al web <https://www.editorialbase.cat/llibres/646>.

Acabaré dient dues paraules sobre la meva primera novel·la, *L'home de la campana*, una biografia de Gauss apareguda el 2015. Ara com ara està esgotada; tot i així, els interessats la podeu llegir mitjançant els exemplars disponibles en diverses biblioteques. Quan em vaig proposar escriure aquest llibre vaig pensar que havia d'estar adreçat a un públic molt ampli, amb pocs coneixements matemàtics, al qual fer palesa l'enorme importància de les investigacions del protagonista. En aquest sentit, una de les satisfaccions més grans que vaig tenir va ser el fet que la meva perruquera (persona amb formació científica nul·la) el llegís amb interès i que copsés mínimament l'abast del personatge, circumstància que vaig poder comprovar a través de diversos comentaris substanciosos que em va fer. De tota manera, com que vaig pensar que una part significativa de lectors podrien ser matemàtics professionals (als quals el sol nom de Gauss desperta un sentiment de respecte i veneració), vaig complementar el volum amb sis apèndixs, titulats “Per a qui en vulgui saber més”, on s'expliquen amb detall i amb llenguatge matemàtic algunes de les aportacions més emblemàtiques de Gauss.

Josep Pla

professor emèrit de la UB.

Autor de *Damunt les espatlles dels gegants*.



Jorge Wagensberg deia que el que és important són les preguntes⁴. I, efectivament, és el fet de plantejar-se preguntes el que afegeix un

⁴Jorge Wagensberg (2002). *Si la naturaleza es la respuesta, ¿cuál era la pregunta?: y otros quinientos pensamientos sobre la incertidumbre*. Barcelona: Tusquets.

plus a l'interès al coneixement. Em va doldre, quan vaig llegir *Plans de futur*², que l'autor no es fes la pregunta més difícil de respondre: què fa que una persona amb una atròfia greu del sistema nerviós pugui desenvolupar una capacitat intel·lectual notable? És una pregunta que, a l'època de Ferran Sunyer i Balaguer, era difícil de respondre.

S'atribueix a Gauss la frase "Ja ho he vist, ara només em cal demostrar-ho", una frase que lliga amb una pregunta que sempre m'hauria agradat respondre: què és exactament la intuïció en el camp de la matemàtica?

Vaig intentar respondre aquesta pregunta amb la novel·la *Damunt les espatlles dels gegants*, Barcelona, Ed. La Magrana (1999), reeditat, amb dos apèndixs nous, a Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC. L'única cosa que se'm va ocórrer va ser fer un paral·lelisme entre el que aprenem i ensenyem i el que creem. Necessitava dos protagonistes que posessin de manifest clarament la dualitat entre aquestes dues activitats. D'una banda, un professor que repassa allò que ha après i les preguntes que no ha estat capaç de fer-se al llarg dels anys. De l'altra, un creador genial que, sense saber ben bé què aprèn, és capaç de veure molt més enllà que els seus mestres i que els seus examinadors.

I per fer-ho entenedor a un lector ampli —es tracta d'una novel·la— vaig mirar d'usar els meus coneixements matemàtics sobre la qüestió per anar-me aproximant al fet realment remarkable, el fet genial. El que havia aconseguit veure el jove Évariste Galois (Bourg-Egalité, 1811 - París, 1832) abans dels 21 anys. Què explica que una quintica general no admet solucions per radical? I què fa que unes quintiques n'admetin i d'altres no? I ho fa transportant el problema al grup de permutacions de les arrels i les seves característiques, creant conceptes nous. Retrobem una qüestió semblant a la que plantejava la construcció amb regla i compàs d'una figura geomètrica. Finalment, es resolvia en el món de l'àlgebra de les equacions polinòmiques.

És un fenomen al·lucinant de la matemàtica que anomeno "el fenomen de les vies subterrànies". L'aigua entra per un indret, desapareix de la nostra vista i torna a aparèixer, uns quilòme-

tres més lluny. El camí que ha seguit no és aparent.

Quan el rector proposa al vell professor —un àlter ego— que faci la conferència inaugural, es proposa explicar a la família universitària aquestes qüestions, que considera lligades al fenomen anímic de la intuïció. I, per poder-la escriure, recorda moments de la vida en què es van anar posant en coneixement seu les bases i les eines que, si hagués estat un gegant, li haurien pogut permetre anar també més lluny.

Vull indicar que, en el text original que vaig presentar al Premi de Literatura Científica 1988, hi havia el text de la conferència. L'editor va considerar que no era propi d'una novel·la d'ampli abast i no la va incloure. Sortosament, en la reedició que en va fer la FME de la UPC es va recuperar.

També vaig voler acompanyar-ho alhora de les vides dels dos protagonistes, el geni francès, amb una vida política d'un romanticisme ferotge, i la seva pròpia, molt més terrenal i molt menys arriscada.

Carme Torras

investigadora a l'Institut de Robòtica i Informàtica Industrial, CSIC-UPC. Autora de *La mutació sentimental*, *Enxarxats* i *Estimades màquines*



La recerca en robòtica i l'escriptura de ciència-ficció ja fa temps que, per a mi, estan imbricades. Vaig començar a escriure *La mutació sentimental* fa gairebé vint anys, després d'assistir a una reunió a la Comissió Europea per determinar els temes prioritaris de la següent convocatòria de projectes en l'àmbit de la intel·ligència artificial i la robòtica. Imaginar quina relació tindriem amb els robots en la nostra quotidianitat futura va ser la manera de reflexionar sobre cap a on orientar la recerca del meu grup. La novel·la incou diverses endevinalles matemàtiques i lògiques sobre monjos, que tenen un paper metafòric molt rellevant per estructurar la trama; fins i tot permeten suggerir el final sense haver-lo d'explicar. Intentava fer allò que diuen els manuals d'escriptura creativa, que cal "mostrar" i no "explicar", perquè sigui el lector qui descobreixi el que està succeint

²Màrius Serra (2013), *Plans de futur*. Barcelona: Proa.

i completi les informacions elidides. Es tracta d'escriure per a lectors actius, no passius, com deia Julio Cortázar.

Vaig tenir la gran sort que MIT Press s'interessés per la novel·la com a material auxiliar per a cursos d'Ètica en Informàtica i Enginyeria, que als EUA alguns professors estaven impartint basant-se en textos d'autors clàssics del gènere, com Isaac Asimov, Philip K. Dick i Ray Bradbury. La van traduir amb el títol *The vestigial heart*, i em van demanar de elaborar una guia del professor i una presentació per impartir l'assignatura, que es pot obtenir sense cost a la pàgina web de l'editorial. Em consta que s'està utilitzant no només als EUA, sinó també a Europa i, en particular, a diverses universitats catalanes en cursos de grau i màster.

Quan hi va haver l'eclosió de les xarxes socials i les tecnologies digitals van passar a formar part del nostre dia a dia, vaig començar a escriure la novel·la *Enxarxats*, per aprofundir en com aquestes eines es podien utilitzar en benefici de les persones. La novel·la tracta temes com els influenciadors, els jocs d'impacte social, la companyia artificial en forma de bots de conversa i avatars, el suïcidi i la immortalitat digitals, i les implicacions i la responsabilitat que comporta la nostra constant interacció dins la xarxa. Aquesta vegada ja vaig incloure directament un apèndix amb resums d'articles científics sobre els temes tractats, i en el format *e-book* hi ha un munt d'enllaços per contextualitzar la trama, que, per cert, té lloc en una universitat barcelonina i la vida acadèmica hi té un paper destacat, amb lectures de tesi, tribunals d'oposició i projectes d'investigació diversos.

Recentment, la Fundació Episteme de professorat de secundària ha endegat el projecte SPiDeR que, posant en relació personatges de les dues novel·les esmentades, proposa un joc transmèdia als alumnes per trobar solucions a problemes de discriminació, sostenibilitat i manipulació, magnificats en el futur. Està plantejat com una activitat transversal abordable des d'assignatures diverses com llengua i literatura, tecnologia, filosofia, ciències socials o treball de síntesi.

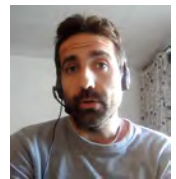
Finalment, atès que la pandèmia ha accelerat la utilització i l'interès per les eines digitals, l'editorial Males Herbes em va proposar de publicar

una recopilació dels relats sobre màquines que havia anat escrivint i publicant en antologies (alguns, ja descatalogats o introbables) en els darrers quinze anys. La majoria dels relats inclosos en el recull *Estimades màquines* tenen elements de matemàtiques en el contingut, com el funcionament del GPS i dels algorismes, o la relativitat temporal. Però potser on es traspua més la meva formació és en el fet que intento vertebrar els relats donant-los una estructura molt marcada: fent fluir el temps enrere, passant la veu d'un personatge a un altre com qui passa el testimoni en una cursa de relleus, fent que tot en un relat convergeixi cap a una aparença ternària o en forma de blog amb entrades escrites successivament pels membres d'un equip esportiu.

Buscant una frase per cloure aquest text, he recordat que a *La mutació sentimental* un bioenginyer treballa en l'àlgebra de la imaginació. Doncs això: per a mi, matemàtiques i literatura estan indissolublement lligades per l'amor i el rigor que ambdues requereixen, com ens repetia un professor de la facultat quan hi estudiava.

Xavi Roca

professor de matemàtiques a l'INS Ramon Berenguer IV de Cambrils. Autor de relats, publicats al web *Materatura*.



Sempre m'ha agradat escriure, però no tinc consciència que es convertís en una afició fins passats els 25 anys, de manera que no puc determinar la influència, o l'impacte (és a dir, la diferència entre l'abans i el després), que hauria de tenir la meva formació matemàtica en la meua manera d'escriure, atès que la totalitat dels textos propis de què dispenso han estat escrits després d'haver acabat els estudis.

M'agradaria poder dir que el meu estil d'escriptura és matemàtic en el sentit que es podria dir, per exemple, de Jorge Luis Borges (que, en alguns relats, presenta primer una sèrie d'exemples que compleixen una propietat determinada —tenir una memòria privilegiada, per exemple, a *Funes el memorioso*— per, després, proposar el seu propi exemple, augmentat i millorat, una estructura expositiva que podríem identificar a les matemàtiques), però em temo

que comparar-me amb el geni argentí seria picar massa alt.

En els meus relats matemàtics, en general, em limito a crear un ambient previ: una introducció més o menys propícia per tal que el concepte matemàtic del qual pretenc parlar o que vull suggerir aparegui de manera més natural. Després d'aquesta introducció i d'aquest nus, relativitat temporal. Però potser on es traspua més la meva formació és en el fet que intento vertebrar els relats donant-los una estructura molt marcada: fent fluir el temps enrere, passant la veu d'un personatge a un altre com qui passa el testimoni en una cursa de relleus, fent que tot en un relat convergeixi cap a una aparença ternària o en forma de blog amb entrades escrites successivament pels membres d'un equip esportiu.

Buscant una frase per cloure aquest text, he recordat que a *La mutació sentimental* un bioenginyer treballa en l'àlgebra de la imaginació. Doncs això: per a mi, matemàtiques i literatura estan indissolublement lligades per l'amor i el rigor que ambdues requereixen, com ens repetia un professor de la facultat quan hi estudiava. Intento acabar amb un desenllaç que connecti amb la introducció, de manera que la idea matemàtica hagi quedat embolcallada en literatura, o almenys aquesta és la intenció.

No penso, però, que aquesta sigui una mostra de la influència de la meva formació matemàtica, sinó que és la manera que he trobat de fer literatura matemàtica. Les altres predileccions —d'estil o de temàtiques— crec que tenen més a veure amb les lectures i experiències prèvies que amb la formació. En tot cas, la influència és haver apostat per aquest format, el dels relats matemàtics.

La carrera de Matemàtiques és molt teòrica. Si es vol, es pot no tocar mai de peus a terra. Potser sí que aquest fet —que sempre m'ha fet estimar-les però que pot condemnar la seva bellesa a passar inadvertida— ha tingut certa influència velada, i els relats matemàtics són un intent de fer-les baixar de la seva esfera. Al cap i a la fi, les matemàtiques són el llenguatge d'una part del pensament humà, però sabem que estan molt connectades amb els altres llenguatges. La gran oportunitat és mirar de

fer-ho a partir de l'estètica, a partir del plaer de lectura que poden generar les paraules, a partir de les reflexions que poden suggerir les històries, a partir de la potència i la profunditat, a partir de la bellesa de la literatura. . .

Mar González

estudiant grau de Matemàtiques, UPC. Autora del relat *La misteriosa èpsilon*, premiat al Concurs de Relats Curts de la UPC, 2021.



He escrit el relat publicat en aquesta revista sent estudiant de primer del grau de Matemàtiques i estic convençuda que, sense el mig any de carrera, no hauria pogut escriure'l. En primer lloc, a l'escrit se subratlla la importància dels símbols i les lletres en les matemàtiques. Aquest contingut, de fet, és un resultat directe de l'impacte que per mi va suposar entrar a la carrera: de cop i volta les matemàtiques s'estudiaven amb lletres i no números. Jo, que sempre havia tingut por d'estar renunciant a la meva passió humanística en triar els meus estudis, vaig trobar en les matemàtiques una manera bonica de combinar tot el que m'agradava: la filosofia, el càlcul. . . Al principi semblava molt enrevessat, però de seguida vaig veure que, de fet, era pràctic i general, em va agradar. Començava a veure com algunes lletres eren fonamentals en el món de les matemàtiques i aquest va ser el meu primer impuls cap a escriure el relat.

Pel que fa a la perspectiva, penso que no podria haver personificat símbols donant-los una funció al relat sense haver-los conegut molt bé. Aquí és on entra de nou la meva breu formació matemàtica: les es són nombres d'Euler; les ics són incògnites; les majúscules, matrius. . .

Com a conclusió, he de dir que potser la cosa més important que he après aquest any és que les matemàtiques no són números i fórmules llarguíssimes, són sentències certes, teoremes, que expliquen el món que coneixem, el que encara no i el que no coneixerem mai. I aquestes matemàtiques són acollidores amb tothom qui tingui les ganes d'aprendre'n: gent de números, de lletres. . . Perquè, al final, quina és la diferència?

Bases per a l'elaboració d'un currículum de matemàtiques no universitàries

Abraham de la Fuente, Cecilia Calvo, Iolanda Guevara
membres de la comissió Cemat

L'origen del document

Amb el canvi en el currículum de matemàtiques que es durà a terme amb motiu de la implantació de la Lomloe, la societat que es veu afectada per aquest canvi té l'oportunitat de dur a terme un procés de reflexió sobre l'ensenyament i l'aprenentatge de les matemàtiques. Per tal de contribuir a aquest debat exercint un lideratge de la comunitat educativa de matemàtiques, es va constituir un grup de treball del Comitè Espanyol de Matemàtiques (Cemat). El Cemat està format per representants de les societats i institucions: Real Sociedad Matemática Española (RSME), Societat Catalana de Matemàtiques (SCM), Sociedad Española de Matemática Aplicada (SEMA), Sociedad de Estadística e Investigación Operativa (SEIO), Federación Española de Profesores de Matemáticas (FESPM), Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM), Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas (SEHCYT), Real Academia de Ciencias (RAC), Basque Center of Applied Mathematics (BCAM) i Instituto de Ciencias Matemáticas.

La missió d'aquest grup ha estat elaborar uns principis fonamentals per al disseny i el desenvolupament del currículum de l'educació matemàtica. Aquesta proposta es desenvolupa com una forma de col·laborar en els processos de planificació existents al Ministeri d'Educació i Formació Professional i no de suplantar.

Aquest document té una doble pretensió: d'una banda, iniciar el debat, i de l'altra, orientar el professorat a identificar estratègies i activitats precises per millorar l'ensenyament i l'aprenentatge de les matemàtiques a l'aula.

El treball col·laboratiu de professorat de matemàtiques des de l'educació infantil fins al batxillerat, juntament amb aportacions de la investigació en educació matemàtica, necessari-

ament resultarà en un millor aprenentatge i en millors resultats dels estudiants.

Coherentment amb aquesta idea de fer un treball col·laboratiu per part de tothom que hi està implicat, aquest document, que es pot trobar a la pàgina web del Cemat així com a les pàgines de les diferents societats i institucions que l'integren, és el primer que ha estat elaborat de manera col·lectiva per membres d'aquestes societats matemàtiques i institucions relacionades amb les matemàtiques, i ha reunit professorat de secundària (en tots els seus nivells) i d'universitat i investigadors tant en matemàtiques com en educació matemàtica, incloent-hi professorat de graus de primària i infantil. Això li dona un valor enorme davant les autoritats educatives espanyoles. Les qüestions curriculars són sempre objecte de debat, i confiem que el document que presentem sigui en efecte debatut àmpliament, amb l'interès posat en la millora del sistema educatiu.

Autors del document: Cecilia Calvo Pesce, Agustín Carrillo d'Albornoz Torres, Abraham de la Font Pérez, Manuel de León Rodríguez, María José González López, Alfonso Gordaliza Ramos, Iolanda Guevara Casanova, Claudia Lázaro del Pozo, Onofre Monzó de l'Olmo, Antonio Javier Moreno Verdejo, Luis José Rodríguez Muñiz, Julio Rodríguez Taboada i Ana Serradó Bayés

Posicionament del grup respecte a l'aprenentatge de les matemàtiques

El currículum ha de respondre a les preguntes: què és i en què consisteix el coneixement matemàtic?, per a què serveix el seu aprenentatge?, quan i com es porta a terme el seu ensenyament?, quins resultats mostren l'assoliment dels aprenentatges? Gran part de les propostes curriculars actuals tenen com a concepte d'inici per al seu disseny, desenvolu-

pament i implementació a l'aula l'alfabetització matemàtica.

L'alfabetització matemàtica és una idea dinàmica, i el desenvolupament implica una millora contínua. La definició que adoptarem d'alfabetització matemàtica és la presentada en el marc teòric de PISA 2021 (p. 11):

“L'alfabetització matemàtica és la capacitat d'un individu de raonar matemàticament i de formular, emprar i interpretar les matemàtiques per resoldre problemes en una àmplia varietat de contextos de la vida real. Això inclou conceptes, procediments, dades i eines per descriure, explicar i predir fenòmens. Ajuda els individus a conèixer el paper que compleixen les matemàtiques al món, analitzar i prendre les decisions ben fonamentades que necessiten els ciutadans reflexius, constructius i compromesos de segle XXI.”

Aquesta definició suposa que, en acabar els estudis de l'etapa obligatòria, els estudiants hauran de ser capaços d'usar el seu coneixement dels continguts matemàtics per reconèixer la naturalesa matemàtica d'una situació (problema), sobretot d'aquelles situacions que es troben en la vida real, i després formular-la en termes matemàtics.

El procés de matematització d'un problema implica transformar una situació confusa i ambigua de la vida real en un problema matemàtic ben definit. Això exigeix un raonament matemàtic. El problema matemàtic resultant necessita ser resolt usant els procediments, algorismes i conceptes matemàtics apresos, però caldrà prendre decisions estratègiques sobre la selecció d'aquestes eines i l'ordre de la seva aplicació, per la qual cosa també es recorre al raonament matemàtic. El procés de matematització acaba amb la necessitat de l'estudiant d'avaluar la solució matemàtica interpretant els resultats en la situació original de la vida real.

L'excel·lència en l'educació matemàtica requereix equitat, expectatives altes i un fort suport per a tot l'alumnat. En l'equitat educativa es poden identificar dues dimensions: la imparcialitat i la inclusió. És a dir, assegurar que les circumstàncies personals i socials no constitueixin un obstacle per aconseguir el màxim potencial

educatiu i garantir un estàndard mínim per a tot l'alumnat.

La tecnologia és essencial en l'ensenyament i l'aprenentatge de les matemàtiques, ja que influeix en com s'ensenyen i en com es poden ensenyar, i, a més, contribueix a millorar el procés d'aprenentatge. D'altra banda, els reptes tecnològics passen necessàriament per connectar la matemàtica escolar amb la programació, com a experiència relacionada simbiòticament amb la resolució de problemes matemàtics.

Per tot el que s'ha dit, entenem que l'alfabetització matemàtica no vol dir únicament la capacitat de resoldre problemes en contextos més o menys reals, sinó que combina el que entenem com els grans principis metodològics (raonament, resolució de problemes i pensament computacional) per al desenvolupament i la implementació del futur currículum.

L'entitat pròpia de les matemàtiques en el currículum

Les matemàtiques, com a activitat humana, són indispensables per a la societat i, per tant, han d'arribar a tota la ciutadania. La realitat ha de ser utilitzada com a font per a la matematització, entesa com la traducció dels problemes del món real al matemàtic, així com la utilització de conceptes i destreses matemàtiques en el dia a dia de cada persona, en un doble procés horitzontal i vertical.

Les matemàtiques són instrumentals per a la majoria de les àrees de coneixement, entre les quals es troben les ciències naturals, l'enginyeria i l'arquitectura, les ciències de la salut i les ciències socials. Fins i tot per disciplines que, aparentment, no estan vinculades amb elles, com la música, les arts o les humanitats, també es reconeix cada vegada més el seu caràcter instrumental.

No obstant això, les matemàtiques tenen, a més, valor propi independent del seu paper en relació amb la resta d'àrees. Si considerem el llenguatge com un dels grans èxits de la humanitat, les matemàtiques participen en aquest reconeixement com a llenguatge, al qual s'afegeix la seva característica d'universalitat. Cal no oblidar, tampoc, el paper que les matemàtiques van exercir en la invenció de l'escriptura. Per tot el que s'ha dit, tot i

que les activitats, situacions, problemes, etc., estiguin en un context el més real possible, l'elecció d'aquests contextos ha de permetre que sorgeixin idees matemàtiques. En aquest plantejament, el més important no és només que el context contingui idees d'altres àmbits científics, sinó que sigui ric des del punt de vista matemàtic.

El desenvolupament de la comprensió matemàtica passa per diferents nivells on els contextos i els models tenen un paper rellevant. Aquest desenvolupament es porta a terme mitjançant un procés didàctic denominat reinvençió guiada, en un ambient d'heterogeneïtat cognitiva. Des del punt de vista curricular, la reinvençió guiada de la matemàtica com a activitat de matematització requereix la investigació de contextos i situacions que generen la necessitat de ser organitzats matemàticament, i que les fonts principals no només siguin la història i l'evolució de la matemàtica, sinó també les investigacions en educació matemàtica, especialment les dutes a terme en relació amb les trajectòries d'aprenentatge. No es comença pel coneixement ja adquirit, sinó que es mostra a l'alumnat com s'ha anat adquirint.

La competència matemàtica

L'ensenyament efectiu de les matemàtiques requereix entendre què sap l'alumnat i què necessita aprendre i, a partir d'aquesta informació, provocar-lo, estimular-lo i acompanyar-lo perquè faci un bon aprenentatge. L'alumnat ha d'aprendre matemàtiques entenent-les, ha de construir nou coneixement activament, a partir de les seves experiències i dels seus coneixements anteriors. Ha d'establir unes connexions que incorporin aquest coneixement en la seva xarxa personal de coneixements i sabers.

D'acord amb Niss, considerem la competència matemàtica com l'habilitat per comprendre, jutjar, fer i usar les matemàtiques en una varietat de contextos matemàtics i no matemàtics. Això suposa: pensar matemàticament; plantejar i resoldre problemes; saber construir models matemàticament; raonar matemàticament; representar entitats matemàtiques; manejar símbols matemàtics i formalismes; comunicar-se en, amb i sobre les matemàtiques, i usar recursos i eines.

És també rellevant que l'alumne que acabi el seu cicle acadèmic interioritzi que les matemàtiques són una part crucial del patrimoni cultural de la humanitat, més enllà de la seva concepció instrumental.

D'altra banda, és important que es concebi la competència matemàtica en relació amb altres competències fonamentals, sobretot en l'àmbit de l'educació obligatòria. Així, cal establir vincles amb la competència lingüística, com a element instrumental en la comprensió del món que ens envolta i, particularment, com a vehicle per organitzar el pensament matemàtic.

D'altra banda, la competència matemàtica és base per al desenvolupament d'altres paradigmes com la competència estadística (que incrementa el paper del context i de la seva interpretació), la competència digital (entesa com un tercer pilar comunicatiu juntament amb el llenguatge natural i el llenguatge matemàtic) i el més recent de l'anomenada alfabetització en dades (que suposa l'obtenció d'informació significativa i raonada a partir de conjunts de dades).

La concepció global del currículum, més enllà dels continguts, ens permet també mirar les matemàtiques des d'un punt de vista superior. En aquest sentit, és molt important assenyalar l'existència de les denominades grans idees matemàtiques (patrons, model, variable, relacions i funcions, moviments i transformacions, distribució, incertesa, magnitud, etc.), que vertebrin aquests continguts en nivells superiors i permeten apreciar la continuïtat i les connexions intramatemàtiques, i que solen correspondre a fites revolucionàries en la disciplina.

Referent a això, és important assenyalar la gran revolució que han experimentat les matemàtiques en els últims cinquanta anys, amb la irrupció dels ordinadors, fet que ha permès abordar molts problemes que fins llavors no havia estat possible abordar; així, el currículum ha de tenir en compte l'ús de la computació.

La proposta que es presenta no pretén ser un desenvolupament exhaustiu dels continguts específics que es desenvoluparien en el currículum de matemàtiques de l'educació infantil, primària i secundària, sinó un conjunt d'idees (grans idees) matemàtiques clau per a l'alfabetització matemàtica de l'alumnat en

acabar l'etapa d'educació obligatòria. Aquestes idees matemàtiques clau estan organitzades al voltant de la idea de sentit matemàtic.

Entenem el sentit matemàtic com el conjunt de capacitats relacionades amb el domini en context de continguts numèrics i algebraics, geomètrics, mètrics i estocàstics, que permeten emprar aquests continguts d'una manera funcional i amb confiança en les pròpies habilitats. L'origen d'aquesta consideració neix de l'apreciació que les matemàtiques són una

ciència cultural, que permet pensar, entendre i actuar en els problemes de l'entorn que tenen a veure amb la quantitat, la forma, la mida i la incertesa aleatòria. Aquesta idea permet donar coherència i continuïtat al pas de primària a secundària, alhora que planteja un ensenyament funcional de les matemàtiques, que faci predominar i donar sentit als conceptes en resolució de problemes o tasques en context, davant de l'aprenentatge de destreses o algorismes en situacions descontextualitzades.

El “Tribunal de Cuentas” i Andreu Mas-Colell

Xavier Jarque, Francesc Planas i Joan Verdera
UB, UPC i UAB, respectivament

Andreu Mas-Colell és un prestigiós economista, expert en teoria de jocs, que va ser catedràtic a Berkeley i a Harvard. Va tornar a Catalunya el 1995 i va ser conseller del govern de Catalunya entre el 2010 i el 2016.

El Tribunal de Cuentas va imposar a finals de juny una fiança milionària a una trentena d'antics membres dels governs de Catalunya, entre els quals Andreu Mas-Colell, per malversació de fons públics en l'acció exterior del govern entre el 2011 i el 2017. Mai una fiança imposada per un òrgan administratiu d'un estat havia generat una onada de solidaritat tan gran com la que s'ha manifestat entre la comunitat científica del món per a Mas-Colell.

L'American Mathematical Society

El Comitè de Drets Humans de l'American Mathematical Society (AMS), va anunciar el 21 de juny que començava a seguir el procediment contra Mas-Colell. La notícia es va publicar al web de l'AMS⁵:

“The AMS Committee on the Human Rights of Mathematicians is monitoring the case of Andreu Mas-Colell, a Spanish mathematical economist who faces troubling proceedings in that country's Tribunal de Cuentas.

The Tribunal de Cuentas is investigating events surrounding Catalonia's 2017 independence referendum, claiming that the Catalan government used public funds to promote Catalan

independence abroad. Mas-Colell, who served as Minister of Economy and Knowledge of the Government of Catalonia in 2010-2016, faces the prospect of having all his assets seized. This is despite the fact that in the 18,000-page documentation of accusations sent to Mas-Colell, his connection is not specified and no specific charges against him are given.”

En aquesta notícia es proporciona l'enllaç a una petició en suport de Mas-Colell, formulada inicialment via la plataforma Change.org, signada per prestigiosos acadèmics, entre els quals més de trenta Premis Nobel i nombrosos presidents de societats internacionals. Les dades es troben actualitzades al web <https://chwe.net/amc/>, que inclou un formulari per donar-hi suport. En transcrivim un extracte.

“We are deeply concerned about the news and facts regarding Professor Andreu Mas-Colell, one of the best known and most highly regarded Spanish economists, in the current proceedings of the Tribunal de Cuentas.

Professor Mas-Colell, formerly the Louis Berkman Professor of Economics at Harvard University, former Editor of *Econometrica* (one of the top journals in economics), and former Secretary General of the European Research Council, became Minister of Economy and Knowledge of the Government of Catalonia, in charge of finance and budget, during one of the worst recessions in history (December

⁵http://www.ams.org/news?news_id=6726

2010–January 2016). The investigation of the Tribunal de Cuentas appears to be linked to Professor Mas-Colell's service during that period, though the exact charges against him have never been specified.

The proceedings of the Tribunal de Cuentas may have severe financial consequences for Professor Mas-Colell despite the fact that in the 18,000+ page documentation of accusations sent to Professor Mas-Colell his connection is not specified. The Tribunal has the power to charge individuals with wrong-doing that would lead to financial penalties. Any appeals can take years and in the meantime the accused would have to put up a financial guarantee for the full amount of any specified penalty. Because the penalty could exceed the combined net worth of all accused individuals, Professor Mas-Colell faces the prospect of having all of his assets seized. Those of us who have interacted with Professor Mas-Colell for many years as colleagues, students, and co-authors, know him to be a man of the utmost integrity. He is also known to be a man devoted to the public good, as evidenced by his leaving Harvard to return home to start a new Spanish educational institution, and his willingness to serve in governmental positions in Spain and Europe more generally. . . ”

Posteriorment es va fer, també a través de Change, una petició referida a tots els encausats⁶, signada per més de 30.000 persones.

L'American Association for the Advancement of Science

L'American Association for the Advancement of Science (AAAS) té una xarxa d'organitzacions científiques i de l'enginyeria anomenada Science and Human Rights Coalition, que canalitza la participació del científics i enginyers en matèria de drets humans. L'AMS n'és part. Al butlletí de l'AAAS⁷ del juny del 2021, a l'apartat de fets i activitats, va aparèixer la notícia la que duia per títol *American Mathematical Society observes Azat Miftakhov*

⁶Petició <http://scur.cat/G70938>

⁷<https://www.aaas.org/sites/default/files/2021-06/June%202021%20Coalition%20Update-Final.pdf>

⁸<https://eldh.eu/en/2021/07/eldh-unacceptable-guarantees-for-former-catalan-politicians/>

⁹https://www.iec.cat/institucio/documents/declaracio-iec-mas_colell-a_carreras20210623.pdf

Day, shares petition in support of Andreu Mas-Colell.

Es pot observar que el nom de Mas-Colell apareix al costat del d'Azat Miftakhov, un estudiant de doctorat en matemàtiques a la Universitat Estatal de Moscou que va ser detingut arbitràriament, acusat de terrorisme i finalment condemnat a 6 anys de presó per vandalisme (trencament d'un vidre d'un local del partit de Putin). La Real Sociedad Matemática Española ha publicat dues notícies sobre el cas de Miftakhov, i ha citat el Comitè de Drets Humans de l'AMS.

També hi ha altres associacions internacionals que han publicat comunicats de suport o denúncia de la causa, com per exemple l'Associació Europea d'Advocats per la Democràcia i els Drets Humans⁸.

L'Institut d'Estudis Catalans.

L'Institut d'Estudis Catalans (IEC) també va fer pública una declaració⁹ en relació amb el procediment sancionador iniciat pel Tribunal de Cuentas contra nombrosos antics membres del govern català, entre els quals destacaven el professor Andreu Mas-Colell i el professor Albert Carreras de Odriozola, membres de l'IEC. En un primer punt es diu:

“El Tribunal Europeu dels Drets Humans i organismes de les Nacions Unides han dictaminat de manera reiterada que la imposició de penes i sancions greus és contrària al lliure exercici dels drets humans, per l'efecte dissuasiu que produeixen en les persones afectades i que es projecta cap a la població en general, amb voluntat de desanimar-la en l'exercici de les llibertats i els drets civils. Sobretot quan, com és el cas, s'aplica a figures públiques rellevants.”

El segon punt és:

“Aquesta actuació del Tribunal de Comptes cal emmarcar-la dins la persecució política que, tal com va dir a l'opinió 6/2019 el Grup de Treball de Detenció Arbitrària del Consell de Drets Humans de les Nacions Unides, s'estava produint a Catalunya en forma d'una acció con-

certada dels òrgans de poder de l'Estat espanyol contra polítics catalans; aquesta persecució política suposa una vulneració de l'article 2 de la Declaració Universal dels Drets Humans, que protegeix el dret de les persones a no ser discriminades per raó de llengua, religió, d'opinió política o d'altra mena, o pel seu origen nacional.”

Més avall es diu:

“Considerem que és injustificable, com ho ha expressat en un vot particular un dels membres del Tribunal de Comptes, que aquest hagi assumit unes funcions exorbitants, més enllà de les facultats auditores que li són pròpies i en les quals hauria d'aplicar estrictes criteris d'imparcialitat i objectivitat, i no criteris de discriminació ideològica, tal com s'ha denunciat en el vot particular. Tot això suposa una clara vulneració del dret a la presumpció d'innocència, així com el dret a un judici just menat per un tribunal imparcial, amb la qual cosa es vulnera el que disposa l'article 6 del Conveni Europeu dels Drets Humans.”

La Junta Directiva de la Societat Catalana de Matemàtiques es va adherir al comunicat de l'IEC i en va fer difusió.



Altres comunicats a Catalunya

L'Associació Catalana d'Universitats Públiques (ACUP) i l'Associació Catalana d'Entitats de Recerca (ACER) també van publicar el 21 de juny un comunicat conjunt ACUP-ACER¹⁰ en relació amb els membres de la comunitat universitària i científica investigats pel Tribunal de Cuentas. En el comunicat es constata la preocupació dels rectors de les universitats, els

¹⁰<http://scur.cat/96ZP30>

¹¹https://www.upf.edu/web/econ/suport-carreras_mas-colell

¹²<https://fme.upc.edu/ca/noticies/escrit-de-suport-al-professor-andreu-mas-colell>

¹³<http://asesec.org/en/comunicado-del-comite-ejecutivo-de-la-ae-profesor-andreu-mas-colell/>

presidents dels consells socials i els membres de la Junta Directiva de l'ACER, i es feia referència al menyspreu del dret a la presumpció d'innocència.

“Considerem que aquest tipus d'actuacions menysvaloren el dret a la presumpció d'innocència de tot ciutadà, en no determinar-se la responsabilitat individual abans que es generin mesures punitives de gran abast com l'embargament de béns. Manifestem fermament el nostre suport i solidaritat, a les portes d'unes citacions que poden suposar la imposició de fiances milionàries, a totes les persones afectades i a les seves famílies pel difícil moment que han d'afrontar.”

La Universitat Pompeu Fabra (UPF), per la seva vinculació a Andreu Mas-Colell i Albert Carreras, va publicar un text de suport¹¹ signat per professors i investigadors vinculats a la UPF.

També la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC va aprovar un escrit de denúncia¹² del procediment sancionador dut a terme pel Tribunal de Cuentas contra el professor Andreu Mas-Colell, a través de la Junta de Facultat, reunida en sessió extraordinària. En citem un fragment:

“La Junta considera que és un procediment del tot injustificat, ple d'irregularitats, que atempten contra el dret de presumpció d'innocència i el dret a un judici just.

El professor Mas-Colell sempre ha estat fortament vinculat a la nostra Facultat. La Junta de Facultat de l'FME li vol fer arribar la nostra gratitud i la nostra solidaritat.”

La Asociación Española de Economía

El comitè executiu de la Asociación Española de Economía (AEE) va publicar el comunicat¹³ següent; és l'única mostra de suport en l'àmbit espanyol de què en tenim constància.

“En el contexto de la causa abierta por el Tribunal de Cuentas, el comité ejecutivo de la Asociación Española de Economía quiere expresar su solidaridad con el profesor Andreu

Mas-Colell en agradecimiento por su enorme contribución al desarrollo de las instituciones académicas en nuestro país.

Andreu Mas-Colell fue el primer presidente de la Asociación Española de Economía en 1997. Tras su paso como catedrático de las universidades de California (Berkeley) y Harvard volvió a España para fundar la Universitat Pompeu Fabra, el programa ICREA y la Barcelona Graduate School of Economics. Además, fue Secretario General del European Research Council desde donde jugó un papel clave impulsando la investigación científica en Europa.

El profesor Mas-Colell ha sido un investigador extraordinario y un maestro inspirador para muchos economistas. La generosidad e integridad demostrada en su trayectoria académica y profesional constituye un modelo a seguir para los economistas y científicos españoles.”

Composició del Tribunal de Cuentas

Per concloure, mencionem que en un article¹⁴ publicat al diari *El País* el 23 de juny del 2014, s'indicava que diversos membres del Tribunal de Cuentas són descendents d'importants polítics franquistes i que es detecten manifestacions de nepotisme en la contractació del personal de suport administratiu.

“El Tribunal de Cuentas, organismo encargado de fiscalizar a los partidos políticos y a los organismos públicos, alberga en su plantilla, de poco más de 700 trabajadores, a casi un centenar de familiares de altos y ex altos cargos de la institución y de sus principales represen-

tantes sindicales, en especial de UGT, según una investigación de EL PAÍS. Esto supone que aproximadamente el 14% de la plantilla tiene vínculos familiares dentro de la institución, y cerca del 10% tienen vinculaciones con altos y medios cargos. Desde el actual presidente hasta los responsables del comité de empresa, pasando por consejeros y conocidos políticos tienen entre la plantilla del tribunal a esposas, cuñados, con cuñadas, primos carnales, hermanos, sobrinos, hijos, nueras, yernos e incluso a amigos de la infancia. También hay parejas sentimentales y hermanas de éstas.[...]

Exministros y expresidentes tienen también a familiares en el tribunal. Procedente de un ministerio llegó María José Molinuevo, esposa del actual embajador en Reino Unido, Federico Trillo. Ahora está en excedencia. Y hace dos años entró Manuel Aznar, hermano del expresidente del Gobierno, como consejero (a propuesta del PP). También es consejera la exministra de Justicia con el PP Margarita Mariscal de Gante. Ella y Manuel Aznar, como el resto de consejeros, fueron elegidos por las Cortes. También es consejera desde hace dos años, a propuesta del PP, María José de la Fuente. Dos primas suyas trabajan en el tribunal: María Asunción y María Eugenia de la Fuente Asprón, hijas del exministro de Franco Licinio de la Fuente.”

Margarita Mariscal de Gante, mencionada en l'article d' *El País*, és filla de Jaime Mariscal de Gante, comissari de la Brigada Políticossocial franquista i jutge del Tribunal de Orden Público, principal òrgan judicial encarregat de la repressió política durant la dictadura franquista.

Podeu fer arribar escrits d'opinió i de reflexió sobre temes de recerca, docència i divulgació en matemàtiques perquè siguin publicats en aquesta part. Us convidem també a fer propostes com a la pregunta de la SCM. Contacte: scm.noticies@correu.iec.cat.

¹⁴https://elpais.com/politica/2014/06/23/actualidad/1403548994_107851.html?prm=enviar_email

Matemàtiques arreu i recursos

Racó històric

Augusta Ada Byron King, comtessa de Lovelace (1815-1852)

Mònica Blanco
Universitat Politècnica de Catalunya

En els tres volums de *Contes de bona nit per a nens rebels* (d'Elena Favili i Francesca Cavallo) que té la meva neboda Lia, hi apareixen les matemàtiques següents: Hipàcia (ca. 370-415), Ada Lovelace (1815-1852), Emmy Noether (1882-1935) i Maryam Mirzakhani (1977-2017). Per diverses raons, a la Lia la va atreure especialment la història d'Ada. Sobre Ada, jo sabia que era filla del poeta romàntic Lord Byron, que és considerada la primera programadora informàtica (en relació amb la màquina analítica de Babbage) i que un programa informàtic porta el seu nom. Però desconeixia molts detalls de la seva vida i de la seva activitat matemàtica. És per això, i per les lectures de la meva neboda, que vaig decidir dedicar el "Racó històric" d'aquest número a la figura d'Ada.



Ada Lovelace (Font: Bodleian Library)

La imatge mostra una de les poques fotografies conegudes d'Ada Lovelace, daguerrotypy del fotògraf francès Antoine Claudet, ca. 1843.

Ada Byron: primeres influències

El 1815 va néixer a Piccadilly (Londres) Augusta Ada Byron, Ada, l'única filla de George Gordon (1788-1824), Lord Byron, i de la seva esposa Anne Isabella *Annabella* Milbanke (1792-1860). Un mes després del seu naixement, els seus pares es van separar i Byron no va tornar a veure la seva filla. Així doncs, va ser Annabella qui es va encarregar de l'educació de la petita Ada, amb el suport d'institutrius, tutors i amics. A l'Anglaterra de començaments del segle XIX, era habitual que les nenes de classe alta fossin educades per institutrius, que sovint basaven la formació en l'aprenentatge estricte, memorístic i superficial, d'aritmètica, geometria, llengües i música, entre d'altres. Lady Byron, que havia rebut una formació matemàtica bona per l'època, va voler evitar aquesta mena d'ensenyament per a la seva filla, ja que considerava que aprendre a pensar era molt més important que memoritzar. Reconeguda com a reformadora educacional, seguia els principis del reformador suís Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827), i va fundar diverses escoles que promovien l'aprenentatge actiu, i que combinaven l'estudi de llibres amb treball físic i pràctic. Es pot dir que el mètode de Pestalozzi va ser un precursor de les teories sobre l'educació de Jean Piaget i Maria Montessori. Lady Byron comptava amb el suport i el consell

del seu metge, William King (1786-1865), i del seu tutor de la infantesa, William Frend (1757-1841), que actuaven com a tutors informals d'Ada. En aquesta primera etapa, Ada ja sentia fascinació pels artefactes mecànics, les qüestions aritmètiques i la geometria pràctica [10, cap. 2]. Però volia anar més enllà, i el 1834 va demanar al Dr. King que la guiés en l'estudi de les matemàtiques pures. L'ensenyament del Dr. King, tradicional tant en l'àmbit de la literatura com de la metodologia, va començar per l'estudi dels *Elements* d'Euclides. Aviat l'alumna va superar al mestre.

Més o menys a la mateixa època, per recomanació de Frend, Ada coneix Mary Somerville (1780-1872), autora matemàtica i científica [4], [15]. Somerville i Caroline Herschel (1750-848) van ser les primeres *fellows* de la Royal Astronomical Society, probablement les úniques dones britàniques que es guanyaven la vida amb les matemàtiques. Somerville és coneguda principalment per la seva traducció a l'anglès del 1831 de la *Mécanique céleste*, de Pierre-Simon Laplace (1749-1827). Però també va contribuir de manera important a la circulació del càlcul diferencial [17]. De fet, és considerada una de les introductores de l'anàlisi continental en les matemàtiques britàniques, junt amb Charles Babbage (1791-1871), Augustus De Morgan (1806-1871) i George Peacock (1791-1858), entre d'altres [14, p. 18].



Autoretrat de Mary Somerville. Somerville College. Universitat d'Oxford

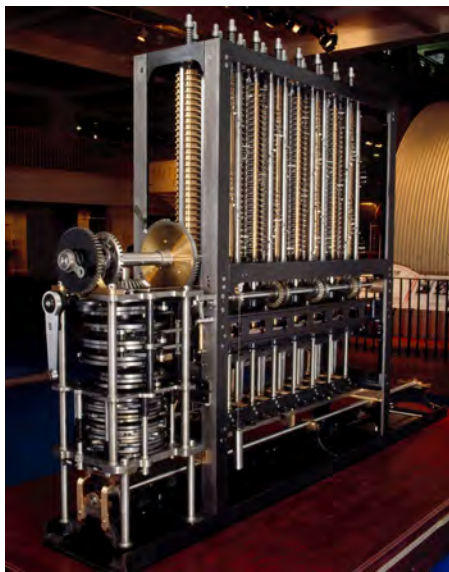
La família Somerville va introduir Ada a la societat científica i literària de Londres. Mary Somerville li enviava llibres de matemàtiques,

l'aconsellava en el seu estudi, li proposava problemes i parlava amb ella sobre matemàtiques [9, p. 30-32]. Per exemple, per la correspondència se sap que estava estudiant l'edició anglesa de David Brewster dels *Elements of geometry and trigonometry*, de Jean-Marie Legendre (1752-1833). També discutien sobre els treballs de Babbage. La relació amb Somerville li va proporcionar dos contactes importants. D'una banda, el 1833 Ada coneix Charles Babbage, amic de Somerville. D'altra banda, el fill de Mary Somerville li va presentar Lord William King (1805-1893), amb el qual es va casar el 1835, motiu pel qual va passar a ser Ada King.

En plena revolució industrial, al voltant del 1821 Babbage va idear una màquina calculadora fent servir la tecnologia del vapor [7]. L'objectiu era mecanitzar la producció de taules impreses. Les operacions bancàries, comercials i de manufactura requerien una quantitat substancial de càlculs. La primera màquina de Babbage, la màquina diferencial, estava dissenyada per calcular i imprimir valors successius d'una fórmula polinomial, a partir del mètode de les diferències finites [10, p. 909], [12, p. 37-41]. Amb aquest mètode no calia multiplicar, només sumar i restar. Es tractava de la primera calculadora mecànica completament automàtica [4, cap. 4]. La màquina tenia set eixos, que representaven el valors tabulars i les sis primeres diferències, cada eix amb rodes que podien representar nombres fins a 20 decimals. A la figura següent es mostra la reproducció de la màquina diferencial (núm. 2) construïda pel Science Museum de Londres i acabada el juny del 1991. Babbage es va adonar que aquest procés també servia per aproximar funcions contínues a partir d'un polinomi en un interval adient. Per tant, la màquina es podria fer servir per calcular taules de qualsevol funció, així com per imprimir-les. Tot i que Babbage va aconseguir finançament per part del govern britànic, no es va arribar a construir un model complet, no només per la dificultat del projecte, sinó també perquè Babbage havia començat a interessar-se per un nou projecte, la màquina analítica.

Es va fer difusió de la màquina diferencial de Babbage a través de les xerrades i els textos del seu amic Dionysius Lardner (1793-1859) i les

trobades que el mateix Babbage organitzava els dissabtes al vespre. A una d'aquestes trobades hi van assistir Lady Byron i la seva filla el juny del 1833. Ada, captivada, va començar a assistir a les xerrades de Lardner i va estudiar els dibuixos d'enginyeria de Babbage. De fet, el seu interès pels assumptes mecànics es va anar desenvolupant amb les visites a fàbriques on la portava la seva mare. El seu estudi de la màquina de Babbage va reforçar el seu desig d'aprendre matemàtiques més avançades. El 1840, quan tenia 24 anys, Ada finalment va trobar un tutor matemàtic adequat: Augustus De Morgan.



Reproducció de la màquina diferencial (Font: Science Museum Group Collection, Londres)

La correspondència matemàtica entre Lovelace i De Morgan

Després del seu casament, Ada va continuar l'amistat i la correspondència amb Mary Somerville. A partir del 1838 van passar a tenir menys contacte, després que els Somerville es mudessin a Itàlia. A més, els seus estudis matemàtics van ser interromputs temporalment a causa del naixement dels seus tres fills, Byron, Anabella i Ralph, el 1836, 1837 i 1839, respectivament. El 1838 William King va esdevenir comte de Lovelace, i Ada va passar a ser coneguda com a Ada Lovelace a partir d'aquell moment. Els Lovelace van establir una escola a Ockham (Surrey), on la família tenia residència, seguint els principis de Pestalozzi, com ja havia fet Lady Byron.

Durant un període de 18 mesos, entre el 1840 i el 1841, amb interrupcions per culpa del seu fràgil estat de salut i les seves obligacions socials i familiars, Ada va estudiar càlcul i matemàtiques superiors amb De Morgan, professor de matemàtiques a la London University (ara, University College de Londres), fundada el 1828 [6]. Tot i que se'l recorda principalment per les lleis de De Morgan, va ser un escriptor prolífic en totes les àrees de les matemàtiques, sobretot l'àlgebra i la lògica. Interessat per la difusió de les matemàtiques, com a professor volia que els seus estudiants entenguessin els principis bàsics, en lloc de treballar exercicis estàndards i repetitius.

Sens dubte, la publicació més substancial de De Morgan va ser l'obra *The differential and integral calculus* (1836-42), escrita per a la Society for the Diffusion of Useful Knowledge (SDUK), de la qual era un membre destacat. Fundada a Londres el 1826, la SDUK va ser una iniciativa principalment del liberal Henry Brougham (1778-1868) amb l'objectiu de publicar textos assequibles per a la gent que no podia accedir a una educació formal, o que preferia l'autoaprenentatge. De fet, va ser Brougham qui va encoratjar Mary Somerville a traduir la *Mécanique céleste* de Laplace. L'obra de De Morgan va ser la primera explicació en anglès de l'aproximació al càlcul desenvolupada per Augustin-Louis Cauchy (1789-1857), basada en la idea de límit. De Morgan també va participar de manera molt activa en un altre projecte de la SDUK, *The Penny Cyclopaedia of the Society for the Diffusion of Useful Knowledge* (1833-1843), per a la qual va escriure gairebé totes les entrades relacionades amb matemàtiques.

La formació de Lovelace amb De Morgan es pot descriure com una espècie de curs per correspondència. Es conserven 42 cartes d'Ada a De Morgan, i 20 respostes de De Morgan, molt més curtes que les cartes d'Ada. La correspondència entre Lovelace i De Morgan es pot consultar a www.claymath.org. L'article de Hollings, Martin i Rice [8] presenta una excel·lent anàlisi de la seva correspondència, des del punt de vista matemàtic. Fins a aquell moment, la formació matemàtica d'Ada havia estat eclèctica, i barrejava l'aprenentatge tradicional de la geometria pràctica amb llibres

moderns influïts per tractaments continentals, junt amb la seva fascinació per les màquines. De Morgan la va ajudar a desenvolupar hàbits d'estudi i a reparar les mancances de la seva primera educació matemàtica, i la va introduir en qüestions de recerca contemporània.

Després d'haver llegit alguns dels articles del seu tutor a la *Penny Cyclopaedia*, Ada va començar a estudiar l'obra de De Morgan sobre càlcul. En paral·lel, per poder entendre aquesta obra, també es va anar formant en geometria analítica i trigonometria, i va avançar en manipulació algebraica. Amb obsessiva atenció pel detall, pensament crític i independent, el novembre del 1841 les seves habilitats algebraiques havien progressat tant que De Morgan va compartir amb ella els seus resultats de recerca. A més, ja era capaç de cercar la literatura disponible per poder superar els obstacles i especular de manera correcta sobre solucions de certs problemes. Així, per exemple, va estudiar l'article de De Morgan *On the foundation of algebra*, sobre nombres complexos; va qüestionar alguns dels passatges i va fer referència a l'extensió a la geometria de tres dimensions. En certa manera, el seu comentari es pot considerar una predicció molt acurada del que dos anys més tard el matemàtic irlandès William Rowan Hamilton (1805-1865) anunciava com els quaternions.

Gràcies a De Morgan, Ada havia adquirit bons hàbits d'estudi, una base molt sòlida en certes àrees de matemàtiques superiors, una actitud crítica davant de principis fundacionals, habilitat per fer observacions crítiques en matemàtiques i capacitat per estudiar qüestions de recerca matemàtica britànica contemporània. El 21 de novembre del 1841, Ada va enviar una darrera carta al seu tutor, després de la qual es va interrompre el curs per correspondència De Morgan - Lovelace.

La Nota G sobre la màquina analítica

El 1833 Babbage va començar a treballar en el seu nou projecte, la màquina analítica, i cap al 1838 n'havia elaborat el disseny bàsic. La nova màquina tenia molts punts en comú amb els ordinadors actuals. De manera resumida, consistia en dues parts bàsiques, *store* i *mill*. A la secció *store* s'hi emmagatzemaven les

variables numèriques fins que eren processades, i també s'hi desaven els resultats de les operacions. La secció *mill* era on s'executaven les operacions: suma i resta algebraica, suma i resta amb k nombres, verificar si una variable és zero, verificar si una variable té signe positiu o negatiu, invertir el signe d'una variable, multiplicar qualsevol nombre per 10^n , multiplicar qualsevol nombre per 10^{-n} , comptar el nombre de dígitos d'una variable i enviar-lo a la secció *store*, calcular diferències i fer multiplicacions sense taula [10, p. 72]. Els anys 1930 Alan Turing (1912-1954) va mostrar que qualsevol màquina que pugui dur a terme aquestes operacions és una "màquina de propòsit general", en terminologia moderna. Per controlar les operacions, Babbage es va inspirar en la idea de Joseph Marie Jacquard (1752-1834), que va automatitzar la indústria tèxtil a França amb la introducció de targetes perforades descrivint els estampats per als telers. Babbage va dissenyar el seu propi sistema de targetes perforades, que havien de contenir tants els valors numèrics com les instruccions per a la màquina.

Babbage no va escriure cap descripció completa de la màquina analítica, mai construïda per manca de finançament, però es conserven els seus dibuixos i notació mecànica, molt detallats (unes 300 làmines de 2 per 3 peus, i milers de pàgines amb notes amb les seves idees). Per buscar finançament a l'estranger, el 1840 Babbage va organitzar una sèrie de seminaris sobre el funcionament de la seva màquina per a un grup de científics italians reunits a Torí, un dels quals, l'enginyer militar i estadista Luigi Federico Menabrea (1809-1896), va resumir els seminaris en un article de 17 planes publicat el 1842: *Notions sur la machine analytique de M. Charles Babbage* [3].

Ada va traduir l'article i, per suggeriment de Babbage, va afegir 40 pàgines amb notes addicionals sobre el funcionament de la màquina i les tasques que podria dur a terme. La traducció amb les notes es va publicar el 1843 a *Taylor's scientific memoirs*, signat amb les seves inicials. Ens centrarem a continuació en una de les notes d'aquest article, la Nota G [13, p. 722-731].

La tardor del 1841 Ada es va interessar per l'àlgebra dels nombres complexos. A partir de la lectura d'alguns articles de De Morgan

publicats a la *Penny Cyclopaedia*, es va familiaritzar amb els nombres de Bernoulli [5]. Els nombres de Bernoulli es defineixen de manera inductiva de la manera següent: $B_0 = 1$ i donats B_1, B_2, \dots, B_{m-1} , aleshores es defineix B_m a partir de l'expressió:

$$(m+1)B_m = - \sum_{k=0}^{m-1} \binom{m+1}{k} B_k$$

Així:

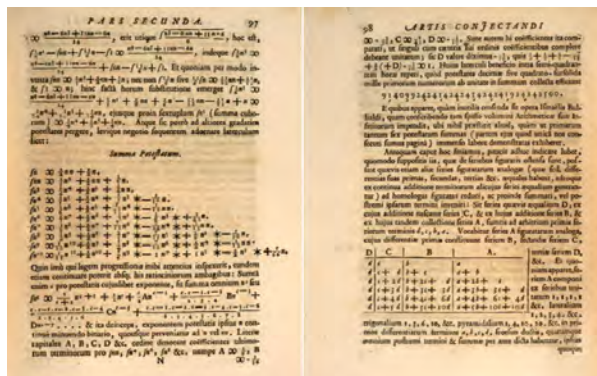
$$B_0 = 1, \quad B_1 = -\frac{1}{2}, \quad B_2 = \frac{1}{6},$$

$$B_3 = 0, \quad B_4 = -\frac{1}{30}, \quad B_5 = 0, \quad B_6 = \frac{1}{42}, \dots$$

Els termes amb índex senar superior a 1 són nuls, mentre que els termes no nuls van alternant en signe. Els nombres de Bernoulli corresponen als coeficients del desenvolupament en sèrie de potències de la funció $\frac{x}{e^x - 1}$ [11]:

$$\frac{x}{e^x - 1} = \sum_{m=0}^{\infty} B_m \frac{x^m}{m!}.$$

Aquests nombres van ser descoberts per Jakob Bernoulli (1654-1705), que els va analitzar a la seva obra pòstuma *Ars conjectandi* (1713) per trobar fórmules per sumar les potències k -èsimes dels n primers nombres enters.



Els nombres de Bernoulli, *Ars conjectandi* [2, p.97-98]

Els nombres de Bernoulli apareixen en diverses àrees de les matemàtiques [11, p. 228-248], com ara l'anomenat problema de Basilea i la funció zeta ζ de Riemann. A la seva publicació *De summis serierum reciprocarum*, del 1734, Leonhard Euler (1707-1783) va trobar i demostrar la suma infinita dels recíprocs dels nombres quadrats [14]:

$$1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{16} + \frac{1}{25} + \dots = \frac{\pi^2}{6}.$$

Euler va generalitzar la fórmula per a $2m$, amb m enter positiu, i va provar per primer cop la relació següent (cf.[1] [11, p.231-232]):

$$2\zeta(2m) = (-1)^{m+1} \frac{(2\pi)^{2m}}{(2m)!} B_{2m}.$$

En la *Nota G*, Ada explica com la màquina pot computar els nombres de Bernoulli. El diagrama contingut a la *Nota G* és considerat sovint el primer programa informàtic.

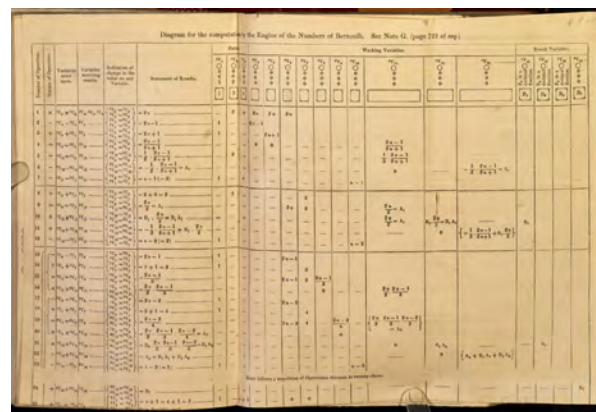


Diagrama de la *Nota G* , [13]

Per il·lustrar la potència de la màquina, utilitza la fórmula següent, obtinguda amb manipulacions algebraiques fent servir l'expansió en sèrie de potències de e^x :

$$\begin{aligned} & -\frac{1}{2} \cdot \frac{2n-1}{2n+1} + B_2 \left(\frac{2n}{2}\right) + \\ & + B_4 \left(\frac{2n \cdot (2n-1) \cdot (2n-2)}{2 \cdot 3 \cdot 4}\right) + \\ & + B_6 \left(\frac{2n \cdot (2n-1) \cdot \dots \cdot (2n-4)}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6}\right) + \dots + B_{2n} = \\ & = 0. \end{aligned}$$

Aquesta fórmula, de fet, representa tot un grup de fórmules, un per a cada valor de n , i aquest mètode li permet trobar de manera recursiva cada nombre de Bernoulli, un cop s'ha determinat l'anterior. Per a $n = 2$ si tenim B_2 , podem determinar B_4 ; per a $n = 3$, a partir de B_2 i B_4 , podem determinar B_6 , i així successivament. L'elecció dels nombres de Bernoulli és molt pertinent per marcar la diferència entre la primera màquina de Babbage, la màquina diferencial, i la màquina analítica. Per calcular-los cal fer moltes operacions; aleshores es prenen els resultats d'aquestes operacions i s'utilitzen per

a d'altres operacions, de manera niuada. Això no ho podia fer la primera màquina, però sí la màquina analítica.

Després del 1843, les úniques contribucions matemàtiques que Ada va publicar van ser dues extenses notes afegides a un article sobre l'efecte del clima en la gestió de les collites, publicat pel seu home el 1848 al *Journal of the Royal Agricultural Society*. Aquí Ada proposava de reemplaçar la teoria del creixement de plantes d'Agénor de Gasparin (1810-1871) per la teoria matemàtica alternativa de l'estadístic Adolphe Quételet (1796-1874), teoria acceptada pels científics moderns.

Sobre Ada Lovelace

Segons Hollings, Martin i Rice [10], perquè una dona destaqués en el context científic britànic del XIX calia una combinació de factors: accés a l'educació; talent i ambició, reconeguts per ella i per d'altres; suport de l'entorn familiar; riquesa i bona posició social, i bona salut. Ada comptava amb tots aquests factors, excepte el darrer, i va morir el 1852 amb només 36 anys. La seva vida, el seu treball científic, la classe a què pertanyia i el fet de ser dona han inspirat nombroses biografies i treballs creatius. Les opinions sobre la seva capacitat matemàtica van des de "geni" fins a "xarlatana". Així, l'elaboració del seu famós article del 1843 i de les seves notes ha estat motiu de desacord entre els estudiosos. Mentre que la biografia de Stein [16] qüestiona la capacitat matemàtica d'Ada, pels seus errors i manca d'habilitats, d'altres, com Toole [18], l'eleva al rang de visionària. Malgrat ser una figura tan mediàtica i controvertida, en començar a llegir sobre Ada Lovelace em va sobtar el fet que, fins fa poc, no s'havien analitzat els seus escrits des del punt de vista de la història de les matemàtiques, i els primers a fer-ho van ser Hollings, Martin i Rice [8, 9]. Els autors d'aquests estudis prefereixen tractar Ada com un membre de la comunitat científica britànica de l'època, junt amb Babbage, De Morgan i Somerville. I, de fet, defensen la idea que l'article del 1843 és fruit de la col·laboració intel·lectual entre Babbage i Ada.

Des del 2009 el segon dimarts d'octubre se celebra el Dia d'Ada Lovelace, una cita internacional dedicada a donar visibilitat als èxits

de les dones en ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques (STEM), i a donar suport a les nenes i dones que estudien o treballen en l'àmbit STEM. Aquest any cau el 12 d'octubre, que coincideix amb l'aniversari de la meva neboda, detall que va refermar la meva decisió d'escriure aquestes línies sobre Ada Lovelace.

Referències

- [1] R. Ayoub. "Euler and the zeta function". *The American Mathematical Monthly*, 81 (1974), 1067-1086.
- [2] J. Bernoulli. *Ars Conjectandi*. Basilea: Thurnisiorum Fratrum (1713).
- [3] B. A. Boley. "Menabrea, Luigi Federico". A: C. C. Gillispie (ed.) *Dictionary of Scientific Biography*. Nova York: Scribner's (1971-1991), vol. 9, 267-268.
- [4] A. Chapman. *Mary Somerville and the World of Science*. Bristol: Canopus (204) (reprint Springer international Publishing, 2015).
- [5] A. De Morgan. "Numbers of Bernoulli". A: *The Penny Cyclopaedia of the Society for the Diffusion of Useful Knowledge*, vol. 16, Charles Knight and Co (1840), 365-366.
- [6] J. M. Dubbey. "De Morgan, Augustus". A: C. C. Gillispie (ed.) *Dictionary of Scientific Biography*. Nova York, Scribner's (1971-1991), vol. 4, 35-38.
- [7] N. T. Gridgeman. "Babbage, Charles". A: C. C. Gillispie (ed.) *Dictionary of Scientific Biography*. Nova York, Scribner's (1971-1991), vol. 1, 354-356.
- [8] C. Hollings, U. Martin, i A. Rice. "The Lovelace-De Morgan correspondence: a critical re-appraisal". *Historia Mathematica*, 44 (2017a), 202-231.
- [9] C. Hollings, U. Martin, i A. Rice. "The early mathematical education of Ada Lovelace". *BSHM Bulletin*, 32 (3) (2017b), 221-234.
- [10] C. Hollings, U. Martin, i A. Rice. *Ada Lovelace. The Making of a Computer Scientist*. Oxford, Bodleian Library (2018).
- [11] K. Ireland i M. Rosen. *A Classical Introduction to Modern Number Theory*. New York: Springer (1990), 2a. ed., 228-248.

- [12] V. J. Katz. *A History of Mathematics: an Introduction*. Boston Pearson Education (2009), 3a ed., 909-913.
- [13] A. Lovelace. “Sketch of the Analytical Engine invented by Charles Babbage Esq. By L. F. Menabrea, of Turin, officer of the Military Engineers, with notes upon the memoir by the translator”. *Taylor’s Scientific Memoirs*, 3 (1843), 666-731.
- [14] M. R. Massa-Esteve. “Leonhard Euler (1707-1783): el mestre de tots nosaltres”. *SCM/Notícies*, 44 (2018), 94-102.
- [15] E. C. Patterson. “Somerville, Mary Fairfax Grieg”. A: C.C. Gillispie (ed.) *Dictionary of Scientific Biography*. Nova York: Scribner’s (1971-1991), vol. 12, 521-525.
- [16] D. Stein. *Ada: A Life and a Legacy*. Cambridge MA: MIT Press (1985).
- [17] B. Stenhouse. “Mary Somerville’s early contributions to the circulation of differential calculus”. *Historia Mathematica*, 51 (2020), 1-25.
- [18] B. A. Toole. *Ada, the Enchantress of Numbers*. Mill Valley CA: Strawberry Press (1992).

Bits de matemàtiques

Divulgació matemàtica en línia

Laura Brustenga i Moncusí, UCPH
Martí Prats i Soler, UB

Avui repassem una petita part de la infinitat de recursos per a la divulgació de les matemàtiques que es poden trobar a internet. Aquest és un número especialment dissenyat per llegir en línia, així tindreu tots els enllaços a un cop de ratolí. Si no es diu el contrari, els noms d’usuari que apareixen al costat de persones i institucions es refereixen a Twitter.

La llista no és exhaustiva; de ben segur que hi manquen recursos de qualitat. Si en coneixeu cap, com sempre, aprofitem aquestes línies per animar-vos a fer-nos suggeriments a brust@mat.uab.cat o a martiprats@ub.edu, i així podem mirar de fer una guia més completa de cara al proper número. També us animem a crear contingut de qualitat en català a les xarxes, ja que de material en castellà i anglès, com veureu, no en falta.

Canals de divulgació

Quèquicom és un programa de divulgació científica que va emetre Televisió de Catalunya del 2006 al 2020, presentat primer per Toni Mestre, després per Marc Boada i Jaume Vilalta. La qualitat del programa ha estat excel·lent tots aquests anys, durant els quals ha rebut nombrosos premis de reconeixement. Per

exemple, tenen un programa dedicat a la lògica matemàtica.



Mostra gràfica de canals de divulgació

Al canal de YouTube del Museu de les Matemàtiques (@MMACA_cat, també s’hi poden trobar conferències molt inspiradores, així com activitats amb canalla i altres aportacions del museu més interessant de la Península, des del nostre humil punt de vista. El Creamat (@creamat1) també té unes llistes molt inspiradores, amb material organitzat per edats.

Three Blue, One Brown és un canal de YouTube en llengua anglesa creat per Grant Sanderson (@3blue1brown) i basat en la idea següent: en lloc de pensar una lliçó i després omplir-

la de dibuixos per fer un bon vídeo, els projectes comencen a partir d'una visualització i la narrativa evoluciona al voltant d'aquesta imatge. És particularment bonica la presentació de la transformada de Fourier, per exemple, i són força interessants els cursos d'introducció a l'àlgebra o el càlcul, adequats per a cursos de batxillerat i primer any d'universitat.

Vsauce és un col·lectiu de divulgadors científics iniciat per Michael Stevens (@tweetsauce). Fan vídeos molt divertits adreçats a públic jove i no tan jove. Un bon tastet és el vídeo sobre la paradoxa de Banach-Tarski.

L'ICMAT (@ICMAT) té una llista de YouTube anomenada Outreach Series, que inclou una sèrie sobre probabilitat i estadística anomenada *It's a risky life* i una sèrie animada sobre història de les matemàtiques anomenada *Revoluciones matemáticas*.

Archimedes' Tub (@archimedestub) és un canal en llengua castellana creat per Urtzi Buijs Martín (@UrtziBuijs), de la Universitat de Màlaga, i Miriam González (@SoyMiriamG) on es poden trobar continguts matemàtics diversos, de tots els nivells i amb molt de context històric. L'ús que fan de les visualitzacions per explicar la relació d'homotopia, per exemple, facilita la comprensió de conceptes profunds.

Derivando és el canal d'Eduardo Sáenz de Cabezón (@edusadeci) de la Universitat de La Rioja i actualment presentador del programa de divulgació científica de RTVE *Órbita Laika* (@orbitalaika_tve), amb continguts de nivell de secundària, i una estètica informal típica de youtuber. Un bon exemple és la fórmula d'Euler.

Space Time (@PBSSpaceTime) és un canal de divulgació d'astrofísica, però no us podeu perdre els seus episodis sobre relativitat i ones gravitacionals.

Abakcus (@abakcus) és una col·lecció de recursos per a l'ensenyament i l'aprenentatge de les matemàtiques, amb una gran quantitat d'articles i projectes "fes-t'ho tu mateix" molt interessants, i inclou una pàgina on enllacen vídeos matemàtics de qualitat, documentals i pel·lícules de contingut matemàtic.

Podcast de matemàtiques

Woman in math: the limit does not exist és un podcast on es fa un esforç per promoure la visibilitat de les dones en matemàtiques (i en STEM).

A brief history of Mathematics és un podcast de la BBC on Marcus du Sautoy (@MarcusduSautoy), explica algunes personalitats matemàtiques i mira de defensar la tesi que les matemàtiques són la força motriu de la ciència moderna. Cal dir que la contribució femenina queda completament obviada en aquesta història.



Mostra gràfica de podcasts de divulgació

La biblioteca de Princeton té una guia amb més podcasts en anglès.

La cinta de Möbius (@CintaMobius_CM) és un programa de Catalunya Música sobre música i matemàtiques que ha començat aquesta temporada i que va tocant les diferents tecles comunes entre les dues disciplines.

Los tres chanchitos (@Los3_Chanchitos) és un podcast de Clara Grima (@ClaraGrima), Enrique Fernández Borja (@Cuent_Cuanticos) i Alberto Márquez (@twalmar) d'entrevistes, tertúlies i divulgació científica en general, amb un pes important de les matemàtiques.

José María Sorando va fer una secció de divulgació anomenada "Matemáticas en tu mundo" a la ràdio d'Aragó, que es pot trobar en forma de podcast.

Tot i que no és estrictament un podcast, sinó una llista de reproducció de YouTube, creiem que la col·lecció d'entrevistes de la FESPM (@fespm_es) pot interessar el lector.

Altres llocs d'interès

Seis Palabras (<http://seispalabras-clara.blogspot.com/>) és el blog de divulgació mate-

màtica de Clara Grima (<http://claragrima.com/>), molt activa a xarxes socials.

Bayesana (@AnaBayes, <http://anabelforte.com>) és l'alter ego d'Anabel Forte, de la Universitat de València, des d'on es dedica a fer divulgació estadística.

El Dia Internacional de les Matemàtiques (@idm314) té un lloc web propi (<https://www.idm314.org/>), des d'on es coordinen les iniciatives de commemoració de cada any.

Mathisforall és un lloc web i un perfil d'Instagram (@_forall) creat per la matemàtica i fotògrafa Annie Raymond (@annieraymond) amb inspiradores entrevistes que mostren que, efectivament, les matemàtiques són per a tothom.

Altres membres del nostre ram també s'atreueixen amb les noves plataformes, com el professor Julio Moyano, amb un canal de TikTok (@jj.matematicas) on explica curiositats matemàtiques o, sobretot, curiositats sobre les matemàtiques. O Fermat's Library, una companyia de programari matemàtic que manté un perfil de Twitter (@fermatslibrary) amb la mateixa finalitat. El consultor John D. Cook fa una feina similar amb els seus perfils (@AnalysisFact, @TopologyFact, etc.).

Per acabar proposem tres jocs. En primer lloc, podeu mirar de posar un iceberg a l'aigua i que no es mogui (<https://joshdata.me/iceberger.html>). També us proposem que experimenteu amb el següent problema de les còniques de Steiner: quantes còniques tangents tenen en comú cinc còniques donades i com trobar-les (<https://www.juliahomotopycontinuation.org/doi-it-yourself/>). Finalment, un per pensar: Parábola de los Polígonos (<http://ncase.me/polygons-es/>) és una pàgina web per jugar i reflexionar sobre la nostra societat creat per Vi Hart (@vihartvihart), creadora de Matemúsica Recreativa i Nicky Case (<http://ncase.me>), que desenvolupa jocs independents. No us deixarà indiferents!



Mostra gràfica d'altres llocs web

Matemàtiques i empresa

El mercat de les criptomonedes: un estudi quantitatiu des de diferents perspectives

Miquel Barcelona¹, Axel Brando² i Jan Ot Piña¹

¹Unitat de Transferència de Coneixement i Tecnologia del Centre de Recerca Matemàtica i ²Barcelona Supercomputing Center

A l'hora d'operar en mercats d'intercanvi i predir tendències, la pregunta de si pujarà o baixarà el preu molts cops no té una resposta senzilla. Un dels motius és perquè ens movem en una problemàtica on decisions humanes erràtiques i altres esdeveniments del passat dels quals no tenim constància influeixen en el comportament d'aquest preu. Això ens ha portat a considerar l'enfocament que s'explica en aquest escrit, en el qual qualsevol predicció que fem tindrà associada una incertesa.

Modelar el mercat de criptomonedes per després invertir-hi capital és una activitat d'alt risc que, si no es duu a terme amb eines de mesura de risc i amb el coneixement del camp adequat, pot comportar grans pèrdues. Aquesta va ser la motivació inicial per a la col·laboració entre l'empresa R de Arquer i el Centre de Recerca Matemàtica (CRM).

El projecte tenia l'objectiu d'estudiar el potencial d'eines matemàtiques en aquest camp, a través de transferir coneixements de l'àmbit

acadèmic, amb l'equip de la Unitat de Transferència de Coneixement i Tecnologia del CRM. L'estudi s'ha centrat en dues fites principals, la predicció de tendències i el càlcul de riscos, i ha establert les bases per la posterior implementació. En aquest projecte hi han participat diversos investigadors i personal tècnic de suport del CRM, la Universitat Autònoma de Barcelona, el Barcelona Supercomputing Center, altres universitats i col·laboradors externs. Des del CRM: Miquel Barcelona, Ferran Pauls, David Romero, Isabel Serra i Teresa Vera. De la Universitat Autònoma de Barcelona: Lluís Alsedà, Alejandra Cabaña i Albert Ruiz, i Llorenç Badiella del Servei d'Estadística Aplicada de la UAB. A més, Axel Brando, del Barcelona Supercomputing Center; Elisa Alòs, de la Universitat Pompeu Fabra; Luis Ortiz, de la Universitat de Barcelona, i Toni Lozano i Aleix Ruiz de Villa com a col·laboradors externs.

A continuació, s'introdueixen els conceptes bàsics sobre el mercat de criptomonedes i mètodes que ens permeten dissenyar la solució final proposada. Posteriorment, a la segona secció, es presenten els diferents mòduls que componen la solució proposada. Finalment, a l'última secció s'exposen els resultats obtinguts, així com conclusions extretes de la col·laboració.

Mercat d'intercanvi de criptodivises

Una criptomoneda o criptodivisa és un objecte d'intercanvi digital que utilitza la criptografia per assegurar les transaccions, controlar la creació de noves divises i verificar la transferència de divises mitjançant tecnologies de registre distribuïdes. En el moment de fer una transacció, podem pensar-ho com si estiguéssim posant preu a un intercanvi. Per exemple, en el mercat denotat com EURUSD estarem comprant euros amb dòlars estatunidencs, mentre que en el nostre cas, tindrem en compte parelles de criptomonedes, com poden ser ethereum (ETH) amb bitcoin (BTC). Entre els diferents reptes que planteja un mercat hi trobem la predicció de tendències o el balanç i la relació entre actius, els quals constitueixen la base sobre la qual treballar. Nosaltres ho tractem des del punt de vista de la probabilitat, l'estadística i les finances quantitatives, ja que són les

eines més habituals per a les operacions de compravenda (*trading*). A més, per analitzar el comportament dels mercats, usem l'anàlisi de senyals, ja que eines com la descomposició de senyals són la base de molts algorismes en l'estat de la qüestió de la compravenda. Finalment, usem tècniques d'aprenentatge profund (també conegudes com *deep learning*), que permeten modelar funcions matemàtiques complexes i, cada cop més, permeten obtenir solucions en una gran quantitat problemàtiques amb grans volums de dades fins ara intractables, com és el nostre cas.

Des d'aquest plantejament, l'equip investigador ha elaborat diverses metodologies i algorismes basats en els registres històrics de mercats d'intercanvi; ha analitzat l'impacte d'altres factors en l'evolució dels preus, combinant les diferents metodologies per obtenir un resultat robust, i, finalment, ha dut a terme una avaluació de la capacitat de predicció, els riscos i les suposicions sobre els factors tinguts en compte. El resultat del projecte ha estat el desenvolupament d'un algorisme amb diverses parts, que s'acoblen de manera modular, que permet activar o desactivar cada mòdul de manera autònoma en funció de les condicions, un cop posat en producció.

Un algorisme modular

Quan parlem de mòduls estem fent referència a cada una de les capes de l'algorisme que treballen autònomament usant una o més de les disciplines esmentades a partir de les dades històriques dels mercats utilitzades per entrenar-se i, si és necessari, reentrenar-se de manera automàtica. Amb aquesta estructura s'aconsegueix un algorisme en el qual les diferents parts complementàries es comuniquen entre si per prendre una decisió. A continuació descriurem el funcionament de cada mòdul i en destacarem algunes de les característiques més importants.

1r: regressió no paramètrica

En el primer mòdul dels sis amb els quals treballarem, partim de les observacions y_i dels preus, que poden pensar-se originades a partir del model $y_i = g(x_i) + e_i$. Així doncs, ens disposem a estimar la funció $g(x)$ i predir la tendència del preu assumint que e_i és un soroll

blanc. La tècnica amb la qual es treballa és de regressió no paramètrica (és a dir, sense assumir cap estructura per a la funció), en la qual es considera la funció com una expansió en forma de sèrie de *wavelets* i se'n calculen els coeficients utilitzant diferents tècniques perquè l'aproximació g capti el canvis de tendència a un nivell de suavitat adequat. Un cop feta aquesta feina, cal eliminar els coeficients que són, essencialment, soroll pur, de manera que s'obté una aproximació \hat{g} de g que es coneix com a aproximació no lineal; una referència per a aquesta metodologia és [1]. Arribats a aquest punt, el mòdul retorna la tendència que segueix \hat{g} respecte al preu real de mercat i, per tant, es pot establir un curs d'acció que permeti prendre decisions a l'hora de comprar o vendre.

2n: Detecció de canvis de tendència

El segon mòdul de l'algorisme es basa en la segmentació de la sèrie de preus amb l'objectiu de captar els instants de canvi de tendència. Les sèries de dades de les parelles de criptomonedes no són estacionàries, de manera que podem trobar canvis en la mitjana i la variància; en el cas de les taxes de canvi, entre dues criptomonedes, i en la variància, en el cas dels beneficis. Les autocorrelacions temporals, en canvi, no són fortes; per tant, a l'hora de fer prediccions, convé segmentar la sèrie en parts estacionàries i quedar-se amb l'última part per tal d'estimar la tendència. Així doncs, la feina d'aquest mòdul pot dividir-se en dues parts. La primera consisteix a aplicar algorismes ja coneguts [2] per tal de segmentar la sèrie històrica de preus en segments que tinguin variància constant. Un cop fet això, la segona part del mòdul s'encarrega d'usar models disponibles a la bibliografia per tal d'estimar la tendència que seguirà la sèrie temporal a partir de l'últim segment que s'ha trobat estacionari i predir l'esdeveniment següent.

3r: Anàlisi fractal

El tercer mòdul pretén determinar si els retorns són variables aleatòries correlacionades mitjançant l'anàlisi fractal, una eina poc comuna al *trading* però amb molt potencial. L'eina fonamental que utilitza l'anàlisi fractal es coneix com a índex (o paràmetre) de Hurst, H [3].

Aquest coeficient es calcula a partir de l'estudi de la sèrie temporal dels retorns $\ln(S_{n+1}/S_n)$ mitjançant la qual es pretén determinar si la sèrie és persistent (és a dir, les tendències es conserven) o si, pel contrari, té propietats de retorn a la mitjana. En ambdós casos, l'índex de Hurst capta aquesta informació a partir del valor que prengui. En particular, això es veu reflectit en H quan pren valors a l'interval $(0.5, 1)$ en el primer dels casos, i en el segon, quan H es troba a $(0, 0.5)$. Si $H = 0.5$ direm que els retorns no són correlacionats, una hipòtesi que, tot i ser assumida en la gran majoria dels models per a preus d'actius, no necessàriament certa, per exemple, en mercats emergents, com és el de les criptomonedes [4]. En el nostre escenari, tindrem períodes de persistència i antipersistència, i ens hi podrem basar per operar de manera òptima a partir del valor de H , que dependrà fortament de l'escala temporal a la qual s'estigui observant la sèrie.

4t: Predicció d'interval de confiança

Les xarxes neuronals (o també anomenades en anglès *deep learning*) són uns models matemàtics d'aprenentatge automàtic dins el camp de la intel·ligència artificial que permeten aprendre funcions matemàtiques complexes. En els problemes de regressió, típicament, aquests models estan dissenyats de manera que prediuen un valor esperat òptim. Tot i això, com hem introduït en l'apartat de presentació, desconeixem molta informació rellevant per poder predir de manera determinista l'evolució del preu en el futur, així que en el quart mòdul es modifiquen els models de xarxes neuronals per tal que no prediguin un únic valor puntual sinó unes cotes inferiors i superiors de valors possibles a futur per prendre decisions a posteriori i definir intervals de confiança.

Per construir aquestes cotes, optimitzem les xarxes neuronals mitjançant regressió quàntica [5, 6, 7], la qual ens permet predir les diferents cotes requerides per crear els intervals de confiança desitjats.

Quan els intervals de confiança estan definits, els avaluem i calibrem per comprovar-ne la validesa i tenir un criteri de quan toca que aquestes xarxes siguin reentrenades amb noves dades.

5è: Detecció de tendència a curt termini

Els preus diaris són una sèrie molt volàtil, que pot dependre de factors externs com notícies, tuits, decisions geopolítiques, etc. Al mateix temps, s'observa que els preus intradia segueixen, a la pràctica, patrons aleatoris. Aquest fet provoca que predir la tendència alcista o baixista a curt termini resulti molt difícil, alhora que molt important. El cinquè mòdul es proposa una metodologia que té com a objectiu principal determinar si el futur serà genèricament alcista o baixista. Per fer-ho, el mòdul es basa en l'ús de xarxes neuronals que modelen la informació de la sèrie històrica de preus i reporten una resposta binària (indicant si baixarà o pujarà a futur el valor de la sèrie). En particular, per tal d'aprendre millor el lligam temporal del tipus de dades a usar, la xarxa tindrà una arquitectura recurrent [8, 9] amb tres entrades diferents, i es caracteritzaran agregacions múltiples temporals:

- Els valors diaris de la sèrie de preus de l'últim mes per obtenir una situació general de la sèrie.
- Els valors horaris dels últims dies.
- Els valors minut a minut de l'última hora per capturar el major nombre de detalls.

D'aquesta manera, l'entrada de la xarxa és un vector de grans dimensions resultant de la concatenació dels vectors resultants per a cada una de les tres entrades diferents. En aquest punt, s'ajusta la sortida de la xarxa a un valor determinat que especifiqui la probabilitat que la tendència de la sèrie sigui positiva o negativa a curt termini.

6è: Ajust del risc mitjançant conformals

Com s'ha explicat a la introducció, la sola predicció dels preus i tendències de la sèrie no és suficient a l'hora de comprar i vendre. Finalment, per tenir una solució a aquesta limitació, l'últim i sisè mòdul serveix per aconseguir una estimació del risc en cada cas i veure com s'ajusten a les dades diferents tècniques de predicció amb intervals de confiança per poder ajustar el nivell de risc que s'assumeix en cada operació. El mètode utilitzat es basa

en la tècnica de *conformal prediction* [10, 11]. Aquesta tècnica considera dues particions del conjunt de dades original: una que utilitzem per entrenar un model per fer les estimacions i l'altra per fer prediccions puntuals i obtenir la magnitud dels errors a partir d'un segon model.

Conclusions

Tots els mòduls estan subjectes a ajustaments tant manuals com de reentrenament, i poden ser utilitzats o no depenent de la seva utilitat i eficiència en el context, per generar així el nostre algorisme.

Perquè aquest algorisme sigui eficient, és necessari tenir en compte sota quines condicions s'està utilitzant en termes de freqüència temporal de la sèrie o parella de criptomonedes. En cada un d'aquests escenaris, caldrà modificar diferents paràmetres o bé desactivar certs mòduls de l'estructura per ajustar-se a les característiques de la sèrie observada i poder captar correctament la tendència amb el menor risc possible. Per exemple, no és el mateix treballar amb una sèrie de preus diària que presenta un comportament menys entròpic i, per tant, predomina més la tendència, que fer-ho amb una sèrie minut a minut, que té una naturalesa molt més aleatòria. D'aquesta manera, l'estructura modular proposada per a l'algorisme en qüestió el dota de les eines suficients per poder adaptar-se a les diferents circumstàncies que es presentin de manera pràcticament automàtica basat en regles que tenen en compte la validesa del model posat en producció.

Referències

- [1] Abramovich, F.; Bailey, T. C.; Sapatinas T. *Wavelet analysis and its statistical applications* (1999).
- [2] Lavielle, M. Optimal segmentation of random processes. *IEEE Transactions on signal Processing* **46**, 1365-1373 (1998).
- [3] Anis, A. A.; Lloyd, E. H. The expected value of the adjusted rescaled hurst range of independent normal summands. *Biometrika* **63**, 111-116 (1976).
- [4] Garnier, J.; Solna, K. Chaos and order in the bitcoin market. *Physica A: Statistical*

- mechanics and its applications* **524**, 708-721 (2019).
- [5] Dabney, W.; Ostrovski, G.; Silver, D.; Munos, R. *Implicit quantile networks for distributional reinforcement learning an international conference on machine learning*, 1096-1105, (2018).
- [6] Tagasovska, N.; Lopez-Paz, D. *Single-model uncertainties for deep learning advances in neural information processing systems*, 6417-6428, (2019).
- [7] Brando, A.; Rodriguez-Serrano, J. A.; Vitria, J.; Muñoz, A. R. *Modelling heterogeneous distributions with an uncountable mixture of asymmetric laplacians advances in neural information processing systems*, 8836-8846, (2019).
- [8] Rather, A. M.; Agarwal, A.; Sastry, V. Recurrent neural network and a hybrid model for prediction of stock returns. *Expert systems with applications* **42**, 3234-3241 (2015).
- [9] Sezer, O. B.; Gudelek, M. U.; Ozbayoglu, A. M. Financial time series forecasting with deep learning: A systematic literature review: 2005–2019. *Applied soft computing* **90**, 106181 (2020).
- [10] Vovk, V.; Gammernan, A.; Shafer, G. *Algorithmic learning in a random world* (Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2005).
- [11] Shafer, G.; Vovk, V. A tutorial on conformal prediction. *Journal of Machine Learning Research* **9** (2008).

Matemàtiques i art

El congrés *Bridges de connexions matemàtiques*

Josep Tarrés Turon, enginyer
Montse Alsina, UPC

Briges: Mathematical connections in art, music and science és el congrés anual de referència mundial en art i matemàtiques en un sentit ampli, ja que connecta matemàtiques amb art, música, arquitectura i cultura.

Origen i abast del congrés

Bridges va néixer dels congressos d'art i matemàtiques organitzats anualment del 1992 al 1997 per Nat Friedman, matemàtic i escultor, a la Universitat Estatal d'Albany, a l'estat de Nova York. A partir d'allà, el 1998 Friedman va formar la Societat Internacional de les Arts, les Matemàtiques i l'Arquitectura (ISAMA) i el primer congrés Isama es va fer a Sant Sebastià l'any següent, el 1999. D'altra banda, aquell mateix 1998 es van dur a terme sis conferències de matemàtiques i art, inclosa la primera conferència Bridges organitzada per Reza Sarhangi a Winfield, a l'estat de Kansas. Des d'aleshores ha tingut lloc en diferents ciutats d'Europa, Amèrica del Nord i Àsia, amb participants de més de 30 països.

El congrés té una part de conferències plenàries, ponències i tallers, a partir de la qual s'editen anualment les actes del congrés, que trobareu al web <https://www.bridgesmathart.org>.

Des del 2001, incorpora una exposició d'obres d'art relacionat amb matemàtiques, anomenada "Mathematical art galleries". Al llarg dels anys, els artistes s'han inspirat en les matemàtiques de fractals, poliedres, geometria no-euclidiana i quatre dimensions, mosaics, teoria de nusos, teoria de nombres, etc. La increïble gamma de materials, tècniques i conceptes és una mostra visible de l'amplitud i la profunditat de les matemàtiques i les seves aplicacions. Els artistes professionals exhibeixen la seva obra al costat de matemàtics i d'altres amb una formació artística menys formal.

En el marc del congrés, també s'hi organitzen esdeveniments ben variats relacionats amb art i matemàtiques, com ara un festival de curtmetratges, presentacions de moda, teatre, poesia, etc. Tot plegat en un ambient que defuig l'a-

cademicisme rígid i potencia les interrelacions. En les diferents edicions de Bridges hi han participat artistes i acadèmics d'arreu del món, alguns de ben coneguts en recerca matemàtica, com Noam D. Elkies i John Conway.

Trobareu una descripció de les últimes edicions, dutes a terme virtualment el 2020 i 2021, a l'article d'Eve Torrence "Building virtual bridges everywhere: A report on the 2020 and 2021 Bridges online conferences", *EMS Magazine* 2021.

Participació catalana

En aquest escrit volem centrar-nos en la presència catalana en aquest congrés, sobretot en els darrers anys.

En la part d'articles, destaquen les contribucions catalanes a l'edició de Bridges 2019 a Linz. Així, a les actes es publiquen treballs de Bernat Espigulé (UB), *Una família d'arbres complexos ternaris semblants a les falgueres*; Lali Barrière (UPC), *Explorant l'atzar en l'art digital*, i també l'article conjunt *Art i matemàtiques mitjançant un tetraedre igualment enllaçat*, de Josep Tarrés, Luis Sanchez-Cuenca (UdG), Manuel Moreno (UPC) i Toni Vinyes.

Tanmateix, ens centrarem en la part d'exposició d'obres d'art matemàtic (*Mathematical art galleries*), on destaca des del 2016 el constant testimoni de Josep Rey Nadal, del MMACA. Des del 2019, s'ha incrementat la presència d'artistes amb caràcter acadèmic, com Bernat Espigulé; artistes establerts a Catalunya, com Ligia Unanue, o el sotasignat Josep Tarrés, enginyer que conceptualitza l'art matemàtic. Aquest 2021 s'hi han incorporat també Jofre Adzerias i Joan Esparreguera.

A continuació descrivim algunes obres seleccionades per la galeria d'art del congrés aquests darrers anys, prenent com a referència les paraules dels seus autors a l'exposició virtual.

La *Taula de flocs i l'Arbre tetraèdric* són dues obres de Bernat Espigulé, seleccionades al Bridges 2019.

La *Taula de flocs* és un arbre complex ternari $T\{\frac{i}{\sqrt{3}}, \frac{1}{2} - \frac{i}{2\sqrt{3}}, -\frac{1}{2} + \frac{i}{2\sqrt{3}}\}$ representat en 3D com una taula de tres potes, que es pot utilitzar per enrajolar el pla. Va ser creat per primera vegada amb Mathematica i imprès en 3D per Shapeways el 2013 com a regal a Robert

Fathauer en relació amb la seva escultura de ceràmica *Three-fold development*, un disseny fractal que comparteix la mateixa geometria. Una variant d'aquest arbre es troba a la placa 73 del llibre de Benoit Mandelbrot *La geometria fractal de la natura* com un arbre fractal que s'omple de plànol anomenat "floc de floc". Com a arbre complex (vegeu <https://arxiv.org/abs/1902.11282>) és estructuralment inestable, el seu revers és un reflex de si mateix i la dimensió fractal del seu conjunt és $D = \frac{\log(\frac{1}{3})}{\log(\frac{1}{\sqrt{3}})} = 2$.

L'*Arbre tetraèdric* és un arbre quaternari especial, creat el 2012 amb Mathematica i imprès en 3D el 2013 per Shapeways. El seu conjunt té una dimensió fractal sencera, $D = \frac{\log(\frac{1}{4})}{\log(\frac{1}{\sqrt{2}})} = 2$, que es pot apreciar mirant l'arbre quadrat $T\{\frac{i}{2}, \frac{1}{2}, -\frac{i}{2}, -\frac{1}{2}\}$ projectat per la seva ombra. La seva creació va estar motivada en part per una escultura de tetraedre de Sierpinski amb esferes metàl·liques feta per Susanne Krömker, cap del Grup de Visualització i Geometria Numèrica (IWR). L'arbre tetraèdric és una versió 3D de l'arbre ternari amb un conjunt de puntes de triangle de Sierpinski, $T\{\frac{-1+i\sqrt{3}}{4}, \frac{1}{2}, \frac{-1-i\sqrt{3}}{4}\}$. Aquest fet va portar les ambaixades de Polònia a atribuir erròniament el seu inici al matemàtic polonès Waclaw Sierpinski, i el 2015 es van crear diverses còpies a gran escala de l'arbre.

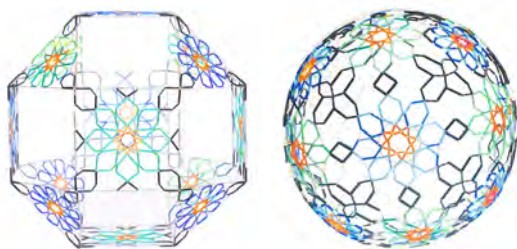


Taula de flocs i Arbre tetraèdric, de B. Espigulé

Bernat Espigulé és investigador matemàtic a la Universitat de Barcelona i consultor tecnològic. Combina la recerca amb la construcció d'animacions i escultures impreses en 3D, tallers i visites escolars. Espigulé està interessat a explotar la noció d'arbre complex per abordar problemes no resolts en el camp de la dinàmica complexa i col·laborar a desenvolupar la teoria de l'anàlisi sobre fractals. Les seves investigacions sobre la teoria d'arbres complexos estan disponibles a www.ComplexTrees.com i les se-

ves obres d'art en 3D estan disponibles a www.shapeways.com/shops/complextrees.

Nebulosa A 1702 i *Planeta T 2768* estan creades per Ligia Unanue i també formen part de l'exposició de Bridges 2019.



Nebulosa A 1702 i *Planeta T*, de L. Unanue

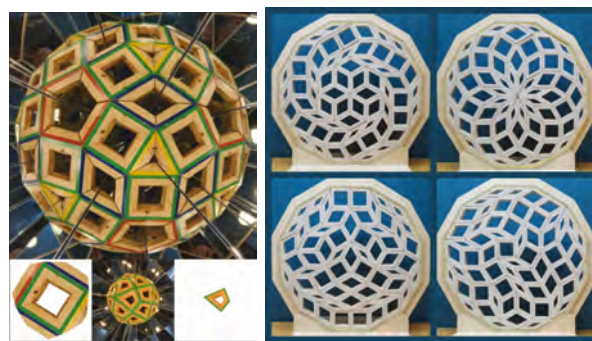
Nebulosa A 1702 no és un cub, no és una esfera; es troba en un pas intermedi. Les cares buides, subtils i etèries representen el pas del dens, estàtic i pesat del cub a l'esfericitat. Els triangles l'han alliberat de les cantonades de 90° , però tot i això, no s'ha pogut alliberar dels eixos. És un rombicuboctaedre. Té 6 quadrats i 8 triangles amb dissenys de patrons geomètrics de l'art nassarita de l'Alhambra de Granada. Els quadrats tenen les estrelles de vuit puntes, i els triangles, les de nou. Està totalment fet a mà amb 1.702 tubs de vidre de 14 mides diferents, des de 5 mm fins a 32 mm, i moltes hores.

Planeta T 2768 és l'etapa següent, una versió esfèrica del rombicuboctaedre. L'autora va utilitzar com a mètode una esfera en què dibuixava coordenades, com explica ella mateixa: "Vaig marcar els punts dels vèrtexs dels 18 quadrats i 8 triangles d'aquest poliedre i vaig obtenir les formes arquejades de les bases del quadrat i del triangle. En aquestes formes vaig estudiar les mesures i els colors dels 2.768 tubs de vidre, perquè els dissenys d'estrelles de vuit i nou puntes donessin forma simètrica a l'esfera. Amb aquest mateix mètode, qualsevol poliedre pot ser esfèric i aquest és el meu nou projecte".

Ligia Unanue és una artista xilena que resideix a Barcelona. Durant diversos anys, ha centrat el seu treball en el desenvolupament de sòlids platònics i arquimedians, i hi ha afegit un punt de complexitat aplicant a les cares dels polígons els motius dels patrons geomètrics de l'art nassarita de l'Alhambra de Granada, la qual cosa l'ha portat a esferificar els poliedres.

La construcció dels poliedres es fa íntegrament a mà i amb tubs de vidre com a material principal. Amb aquesta experiència ha estat descobrint mètodes empírics per al càlcul, les mesures i les proporcions, amb solucions innovadores.

Homenatge a H.S.M. Coxeter i *Enreixat dodecagonal interactiu* són obres de Josep Rey Nadal, seleccionades a les edicions 2020 i 2021 de Bridges, respectivament.



Homenatge a H.S.M. Coxeter i *Enreixat dodecagonal interactiu*, de J. Rey

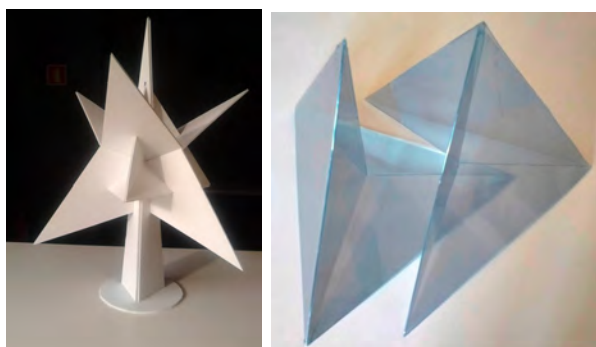
Homenatge a H.S.M. Coxeter, és una escultura creada amb fusta de xiprer i un calidoscopi. Amb una peça, formada per un quadrat, un terç d'un triangle, una cinquena part d'un pentàgon i dos quarts de rombe daurat introduït en un calidoscopi, que la repeteix 60 vegades, es forma una figura que l'autor bateja amb el nom *deltoidirhombicosidodecaedre*, amb 122 cares. El calidoscopi deltoidal es construeix amb dos calidoscopis mínims de Coxeter. La fusta de les peces comença crua a la part central de cada polígon i s'afina fins que queda acolorida a la vora. És un camí des de l'harmonia irregular fins a la regular. L'estètica s'inspira en els dibuixos de Leonardo da Vinci. Amb aquest calidoscopi podem crear els poliedres amb simetria icosaèdrica i també podríem veure l'hexecontaedre deltoidal a partir d'un deltoide simple.

Enreixat dodecagonal interactiu és un trencaclosques vertical, que cal començar des de la part inferior utilitzant el sentit de l'equilibri. L'objectiu és teixir el dodecàgon amb 60 peces. 24 rombes amb un angle agut de 30° , 24 rombes amb un angle agut de 60° i 12 quadrats. Té la particularitat del repte que suposa la verticalitat i la bella estètica resultant. Un cop construït, es pot observar la simetria del

rosetó creat. Hi ha diverses solucions possibles i es convida a pensar com es poden comptar totes.

Josep Rey Nadal és un matemàtic, artista i professor jubilat, que dedica bona part del seu treball a la creació de mòduls interactius per al Museu de Matemàtiques de Catalunya (MMACA). Creu que els mòduls han de ser suggeridors estèticament i emocionalment, perquè el visitant tingui ganes d'actuar manipulant i pensant matemàticament. L'objectiu és atraure els sentits innats i el coneixement interioritzat, per construir ponts entre matemàtiques, art i educació.

Starnari del tetraedre i *Pentacoró disseccionat*, són obres de Josep Tarrés Turon, que formen part de les edicions Bridges 2020 i 2021, respectivament.



Starnari del tetraedre i *Pentacoró disseccionat*, de J. Tarrés

L'*Starnari del tetraedre* és una estrella 3D nidificada en un tetraedre. El seu centre és compartit amb tots els 6 triangles. Cada un té un vèrtex en una aresta del tetraedre i els altres 2 vèrtexs al centre de les 2 cares oposades. Per a més informació, hi ha la comunicació *Art and math using an equally linked tetrahedron*, de Bridges 2019, i el treball en curs sobre geometria enllaçada igualitàriament. L'escultura geomètrica està feta amb làmines de polièster de color blanc.

L'escultura *Pentacoró disseccionat* és, en paraules del mateix Tarrés, “una proposta de partició del pentacoró en 2 formes polièdriques iguals formades per 2 tetraedres. El pentacoró (5 cel·les, 4 simplexes) està format per 5 tetraedres, units cada un als altres 4 per les seves cares, 10 triangles (cares), 10 arestes i 5 vèrtexs; la primera projecció de vèrtex

és una representació 3D amb un vèrtex al centre. La dissecció té diverses característiques: per exemple, totes les vores són accessibles perquè ja no hi ha vores interiors; tanmateix, no es mostren 2 cares (no són accessibles). Aquesta maqueta es podria utilitzar com a eina didàctica”.

Josep Tarrés és una persona molt interessada en enginyeria aplicada a STEM. S'ha involucrat en la creació d'objectes que tinguin un fons geomètric no només amb contingut matemàtic educatiu, sinó també amb aplicacions industrials, però amb la voluntat que siguin bells per ser atractius per a tothom.



Valnà, de J. Adzerias, i *Katerina*, de J. Esparraguera

Valnà, seleccionada a Bridges 2021, és una escultura tubular, com descriu el mateix autor, Jofre Adzerias: “És una autoestructura feta de paper perquè, després de col·lapsar-se, el full tubular pugui suportar una càrrega tant vertical com horitzontal. El disseny, fet sobre una quadrícula 4x4, distribueix les corbes proporcionalment, i fa que funcionin amb l'aplicació de càrregues. A part de tot això, el que realment ha estat un treball extraordinari i satisfactori és descobrir l'elevació de les línies en espiral, que ha donat a la peça una gran bellesa i moviment”.

Jofre Adzerias, de Girona, és co-fundador de Vidalfont Paper i es dedica a l'ofici de plegar paper (origami), i presenta elements decoratius i articles de regal al públic.

Katerina, seleccionada també a Bridges 2021, és una tessellació inspirada en el moviment de l'aigua, obra de Joan Esparraguera. És una combinació d'espais còncaus i convexos a partir d'una composició regular de cercles connectats per tangents. L'autor diu: “M'encanta poder

expressar amb un sol paper una part de la vida que m'envolta. La mateixa natura”.

Joan Esparraguera, de Cervià de Ter, és també co-fundador de Vidalfont Paper. Observador i creatiu, amb alguns estudis d'enginyeria, atret per la interrelació de les formes amb les matemàtiques, s'ha convertit en un gran fan de la papiroflèxia, i crea i exposa nous dissenys.

Altres actors i mirada al futur

A l'entorn català també hi ha altres actors que interrelacionen art i matemàtiques, ja siguin artistes, matemàtics o entitats, com es mostra al llarg dels números de la revista en els diversos articles d'aquesta secció d'art i matemàtiques, els quals us convidem a rellegir. El tema d'art i matemàtiques també va ser present al congrés Matrix 2018, trobada internacional de museus de matemàtiques d'arreu del món organitzada

pel MMACA i el Museu Nacional de Matemàtiques de Nova York (MoMath). Pel que fa a altres museus de Catalunya, el CosmoCaixa ha donat veu a artistes de Bridges com Rinus Roelofs; pel que fa a exposicions, cal destacar també la recent “Escher”, al Museu Marítim, a les Drassanes de Barcelona.

L'anunci del Barcelona Hub d'Art, Ciència i Tecnologia a l'espai del Palau Alfons XIII (Fira de Barcelona) obre noves perspectives. Tot plegat permet endevinar un futur ben prometedor en relació amb l'art i les matemàtiques. Tant de bo això ajudi a promoure la potencial candidatura de Bridges Barcelona.

La propera edició del congrés, es durà a terme presencialment l'agost del 2022, a la Universitat d'Aalto, Finlàndia. Consulteu els terminis per presentar article, obres d'art i curatmetratges a: <https://www.bridgesmathart.org/b2022/>.

Matemàtiques, llengua i societat

Matemàtiques i divulgació

Quim Frigola

col·laborador de Ciència Oberta i estudiant del grau de Matemàtiques, UAB

Recordo una de les primeres classes del grau de Matemàtiques en les quals el professor de càlcul ens va explicar el teorema de diagonalització de Cantor i que els conjunts infinits no tenen el mateix nombre d'elements. Aquella tarda, al tren de tornada a casa, esperava poder explicar a algú el resultat sorprenent i captivador que havia après al matí.

Al final, la majoria dels que hem pogut copsar en algun moment la bellesa de les matemàtiques volem compartir-la amb els que ens envolten. Explicar-los per què ens agrada passar hores i hores intentant entendre teoremes o esforçant-nos per resoldre un problema.

Amb la pandèmia actual hauria de quedar clara la necessitat d'explicar bé les coses. La desinformació va creixent i més gent desconfia de les vacunes o creu que no és important confinar-se. Per això la tasca de divulgador és igual d'important que la d'investigador. Tot i

així, sembla que a vegades ens oblidem que no estem sols fent ciència.

Amb les noves tecnologies, sobretot amb internet, va néixer una nova manera de divulgar, amb la capacitat d'arribar a un públic completament nou. Així, per exemple, en matemàtiques apareix el canal de YouTube anglès Numberphile, que ràpidament es fa molt popular. Altres canals de gran qualitat com 3Blue1Brown o el canal de Matt Parker el segueixen.

De seguida van començar a aparèixer aquestes noves formes de divulgació també en castellà. En l'àmbit de les matemàtiques trobem el canal de YouTube Derivando, però també molts d'altres com la Hiperactina o Quantum Fracture, de biomedicina i física, respectivament. Ràpidament, totes aquestes noves plataformes comencen a tenir un èxit important. El públic jove (i no tan jove) vol consumir aquest nou contingut de divulgació i entreteniment. A la

gent li interessa entendre i conèixer els nous desenvolupaments científics.

Però clarament hi ha un problema: uns deu milions de persones no ho poden fer en la seva llengua. Com passa en tots els àmbits socials, la diglòssia del català envers el castellà fa que la divulgació científica en català a internet, així com passa amb pràcticament tot el contingut digital, sigui pràcticament testimonial. Convé fer-hi alguna cosa!

Ciència Oberta

El dia 23 d'abril del 2019, Marc Canela, llavors estudiant de 2n de Bioquímica, obre una pàgina web en forma de blog, un nou projecte de divulgació científica per a tots els públics: Ciència Oberta. Al principi ho manté en secret, fins que un dia, en un dinar on tinc la sort d'assistir, ho explica als seus companys de carrera i amics. De seguida s'engresquen amb el projecte i volen col·laborar-hi.



Editors de Ciència Oberta

Al cap de més o menys un any, cap a l'estiu del 2020, els cinc editors decideixen que ha arribat el moment de fer un altre salt endavant: demanar a col·laboradors que escriguin articles d'altres branques de coneixement que ells no dominen tant. La meua insistència durant l'any anterior perquè publiquin més contingut de matemàtiques fa que jo sigui el primer a fer-ho. Escric sobre numerabilitat, evidentment. De seguida hi participen nous col·laboradors i cobreixen àmbits tan variats i interessants com la biologia computacional, la biotecnologia,

l'enginyeria aeroespacial, l'ecologia, la física, la filosofia de la ciència, etc. [1]

A més a més, s'obren nous espais a la pàgina web: un de ressenyes i informació d'experiències científiques, on es recullen tot d'activitats relacionades amb la ciència d'arreu del territori; un de contes, on es presenten narracions de ficció amb contingut científic, i, finalment, l'apartat RecerCA'T, amb la idea de presentar la feina de científics que actualment investiguen als Països Catalans.

El contingut i els seguidors de Ciència Oberta han anat creixent fins a arribar a més de 1.500 lectors mensuals i a més de 2.000 seguidors a les xarxes socials, on també es publica contingut de manera regular.

Neurones Fregides

Tot això no va passar de manera aïllada. Durant aquests darrers anys han anat apareixent en aquests nous entorns digitals altres projectes de divulgació científica que tenien les mateixes inquietuds per la nostra llengua.

A Catalunya existeix una comunitat investigadora de primera línia, que representa més d'un 28% de la producció científica d'Espanya i que s'endú un 36% de les citacions a escala estatal. [2] Malgrat aquest fet, els creadors de totes aquestes plataformes es van adonar que la divulgació científica en català no estava, ni de bon tros, a l'altura de la ciència del país. La majoria del públic català no té accés a contingut de divulgació científica en la seva pròpia llengua.

Per aquest motiu, totes aquestes plataformes es van unir sota un mateix paraigua, el projecte Neurones Fregides, per tal de promocionar-se conjuntament i teixir una xarxa de divulgadors joves en català per arribar a més públic.

De moment, la integren els projectes Ciència Oberta, Soc Tastaolletes, Divubio, Del Buit al Tot, La 4a Llei de Newton, La Dimoni de Maxwell, Parlem de Ciència, Ciència Periòdica, cAMP divulgatiu, Verificat, l'Ovella Verda, Cullerades de Ciència i BioPorts. Entre aquests, s'hi troben propostes de tota mena, des de canals de YouTube fins a articles més convencionals, passant per perfils que publiquen contingut a Instagram regularment i podcasts per escoltar quan es vulgui.



El logotip de Neurons Fregides

Els objectius principals de la plataforma són defensar el català com una llengua vàlida per comunicar la ciència a través de xarxes socials, blogs i plataformes audiovisuals; promoure la divulgació científica de qualitat; crear referents divulgatius científics en català amb paritat de gènere per a les generacions futures, i arribar a sectors de la societat on la divulgació clàssica (tallers, xerrades, llibres, etc.) no és capaç d'arribar.

La presentació d'aquest projecte conjunt es va fer el primer cap de setmana de juliol. En poques hores l'impacte del projecte va créixer tant a les xarxes que gairebé podríem dir, sense

patir massa urticària, que ho va fer de "forma exponencial". El dilluns següent s'havien assolit més de vint mil seguidors a Twitter. De moment, Neurons Fregides ha servit per donar més visibilitat a tots els projectes implicats, sigui a través de les xarxes o d'articles com aquest. També ha tingut repercussió als mitjans de comunicació: ha aparegut al programa *Popap*, de Catalunya Ràdio, i a *El Punt Avui*. A més, s'ha creat contingut nou a través de la unió dels diversos projectes. Amb el temps, esperem que serveixi per engrescar més gent a gaudir de la ciència i a compartir-la, destapar vocacions i fomentar la creació de nous continguts en català.

Ves a saber, potser d'aquí poc trobem una nova manera més intuïtiva d'explicar la feina de Cantor a internet i en català!

Referències

1. Ciència Oberta. Sobre el Projecte. <https://www.cienciaoberta.cat/projecte/>.
2. Neurons Fregides. Manifest. <https://www.cienciaoberta.cat/wp-content/uploads/2021/07/Manifest.pdf>

Parlem de llibres

Edició en línia del *Diccionari de matemàtiques i estadística*

Joan de Solà-Morales

membre de la Secció de Ciències i Tecnologia de l'IEC

El *Diccionari de matemàtiques i estadística* (DME) és una obra elaborada i editada conjuntament per la Universitat Politècnica de Catalunya i per l'editorial Enciclopèdia Catalana, SA, que va sortir a la llum a Barcelona l'abril del 2002 en una primera edició, única fins a la publicació de l'actual edició en línia. Les coordinadores generals de l'obra van ser Rosa Mateu i Montserrat Torras, i els coordinadors científics, Claudi Alsina i Joan Jacas, que tenien l'ajut d'un ampli equip d'especialistes.

Com deia la introducció de l'edició en paper, el DME era un diccionari concís de matemàtiques i estadística amb complements enciclopèdics, que volia ser útil per ajudar a escriure i entendre les matemàtiques en català i que incloïa,

a més, biografies breus dels matemàtics més rellevants de la història. Com és ben sabut, els noms dels matemàtics tenen una presència molt gran en la terminologia matemàtica i les seves biografies poden ajudar a situar històricament molts dels conceptes d'especialitat.



L'obra té 3.800 entrades, 208 figures, tres vocabularis inversos (del castellà, l'anglès i el francès al català, respectivament), i diversos annexos. Aquestes característiques van fer que, al seu moment, el diccionari fos únic en llengua catalana, com ho és encara ara.

Del 2002 ençà, però, el creixement de les tecnologies de la informació i de les comunicacions ha fet que obres com aquesta vegin disminuït el seu sentit en la versió impresa i, en canvi, es vegin convidades a tenir versions digitals. Aquestes versions digitals tenen l'avantatge, en primer lloc, de l'accés fàcil i senzill que permet l'ús intensiu d'internet; en segon lloc, de les possibilitats que ofereix el format digital a l'hora de consultar ràpidament referències encreuades i també d'intercomunicació entre diccionaris o bases de dades diferents, i, en tercer lloc, de la facilitat de fer-hi afegits i esmenes quan calen.

L'any 2004 l'Institut d'Estudis Catalans (IEC) va crear el Portal CiT, d'edició, publicació i difusió en línia de terminologia de ciències i tecnologia. En aquest portal, d'accés gratuït, actualment hi ha 63 obres i s'hi poden consultar més de 175.000 unitats terminològiques catalanes. Era natural, per tant, que l'IEC oferís als propietaris dels drets de reproducció del DME la possibilitat de fer-ne una edició

digital i incorporar-la al portal esmentat, i també, a través seu, poder facilitar l'accés a altres obres electròniques que hi vulguin fer referència. La cessió de drets es va materialitzar amb la signatura d'un acord el març del 2019 entre la Universitat Politècnica de Catalunya, que hi participa a través del Servei de Llengües i Terminologia, i Enciclopèdia Catalana, d'una banda, i l'Institut d'Estudis Catalans, de l'altra. Aquest acord va fixar també les condicions de possibles canvis o futures ampliacions o modificacions del contingut del DME.

La digitalització i l'adaptació del DME als requeriments del Portal CiT va ser encarregada per la Gerència de l'IEC al Servei de Correcció Lingüística (SCL) del mateix institut i ha estat duta a terme per Mireia Trias, tècnica lingüística del SCL, amb la supervisió de Josep M. Mestres, cap del servei, i amb la col·laboració del programador Xavier Torrents, del Servei d'Informàtica de l'IEC. El finançament ha anat a càrrec d'un ajut de la Secretaria Científica de l'IEC, i Salvador Alegret i Joan de Solà-Morales, membres de la Secció de Ciències i Tecnologia de l'IEC, n'han dut a terme la direcció editorial i la coordinació tècnica i científica general, d'acord amb el programa CiT (Terminologia de Ciències i Tecnologia).

Consulteu: <https://cit.iec.cat/DME>.

Relats curts

Els enamorats

Premi del concurs de relats Cangur 2021

Martí Roé Castillo,

alumne de l'Institut Pere Calders de Cerdanyola del Vallès

El pare li va dir que s'afanyés, que, si no, arribaria tard. Havia d'arribar a l'escola abans de les nou i, per tant, no es podia entretenir. El que ell pensava, però, és que tampoc no anava tan malament: ja tenia el mig quilo de paper dins la motxilla i només li faltava posar-hi les nous per esmorzar. Ah, i omplir la cantimplora per si tenia set, que encara estava buida.

Així doncs, després d'omplir la motxilla amb les nous i l'aigua, va sortir de casa. Amb prou feines quedaven cinc minuts per a les nou, i hauria

de córrer una mica. Va travessar el carrer dels Vins, uns quants metres més enllà va tombar pel carrer dels Huns i va seguir pel carrer dels Déus. Era el camí més curt. Per mala sort, just quan anava a tornar a travessar, el semàfor va mudar-se amb el vestit vermell. La companya del semàfor, una pantalleta, mostrava un 90 de color ambre. Cada segon el número disminuïa en 1: 89, 88, 87, 86... Indicava els segons que faltaven perquè es posés verd. Això exasperava el nostre amic 43: amb la pressa que tenia i li

ensenyaven la lentitud del temps! Hauria estat millor, pensava, que a la pantalla hi sortissin les dècimes de segon que quedaven per poder travessar. Així, malgrat que el temps passaria a la mateixa velocitat (bé, no ho acabava de tenir clar, el mestre deia que el temps és relatiu...), la sensació que transmetria seria totalment diferent. Tothom estaria més content.

Després d'un minut i mig i noranta números de color ambre, el 43 va sortir disparat i, a cuitacorrents, es va dirigir cap a l'escola. Hi va arribar dos minuts tard, però, per sort, el conserge, el nombre 153, encara no havia tancat la porta. De fet, no era gaire estrany, tenint en compte que era molt narcisista. Estava obsessionat amb ell mateix, però tothom el respectava perquè era un defecte contra el qual no es podia fer res. Si la suma dels cubs de les seves xifres era ell mateix...

Va passar per sota del marc de la porta, va dir "bon dia" al conserge i va pujar els graons de dos en dos. Quan va arribar al sisè replà, situat al tercer pis, va recórrer el tram del passadís que el separava de la classe (adornat amb els murals sobre les fraccions que havien fet la setmana passada), va trucar a la porta, va esperar aquell "endavant!" que donava permís per entrar i va passar a la classe. Va asseure's al primer lloc lliure que va trobar.

Aleshores, mentre recuperava l'alè, va mirar al seu voltant: el mestre, el nombre 13610, havia escrit a la pissarra les paraules *pentàgon*, *hexàgon*, *heptàgon* i *octàgon*. Havia subratllat les tres últimes lletres de cada un dels mots (*-gon*) i havia escrit "angle" a sota. Sota la resta de cada paraula (*pen*ta-, *hex*a-...) hi havia escrit 5, 6, 7 i 8, respectivament. El 43 va interpretar que eren noms de diferents polígons, cada un amb el seu nombre d'angles.

Després va mirar els seus companys. El 220 estava assegut al costat del 284. El 43 no ho va trobar gens estrany, ja que eren molt bons amics. Discussien, amicalment, sobre si el mot *polígon* vol dir "molts costats" o "molts angles". Va pensar que no devien haver estat gaire atents, perquè, si hi haguessin estat, no dubtarien sobre el significat de *-gon*. Va afegir-se a la conversa donant suport al 284, que defensava que *-gon* significava "molts angles",

¹⁵ Això tenint en compte que només compten els nombres dels quals fa servir només les lletres I, V (o U), X, L, C, D i M.

i va argumentar-ho assenyalant els esquemes de la pissarra. El tema es va donar per resolt. Tot i que el 43 havia donat suport al 284, el 284 no el mirava gaire amistosament, i tant ell com el 220 semblaven enutjats per la intromissió inesperada del 43. Feien cara d'estar enfadats.

A vegades, el 43 se sentia gelós envers aquell parell d'amics. Pel simple fet que la suma dels divisors del 220 donava 284 i viceversa, podien ser amics. Ell no tenia cap amic: el seu únic divisor era 1, i és clar que els divisors de l'1 no sumen 43. Ja ho hauria volgut, ell, tenir amics, però per molt que ho intentava no ho aconseguia. Cap dels esforços donava els seus fruits, tots eren en va. Era una murga! I, a sobre, era infeliç, perquè la suma dels quadrats de les seves xifres donava 25, si es repetia aquest procés una vegada i una altra, s'entrava en un bucle.

A vegades havia parlat amb altres nombres sobre qui tenia dret per decidir qui tenia amics i qui no, qui era feliç i qui no... Sempre acabaven enfadats amb els matemàtics, que, en comptes de posar noms bonics a tothom, a uns els deien abundants; a uns altres, deficients, i a uns tercers, perfectes. A uns, reals, i a uns altres, imaginaris. I per acabar-ho d'adobar, a uns altres, feliços, com si volguessin despertar la gelosia dels altres. I no es pot dir que no ho aconseguissin. Però bé, almenys ell no era com el conserge, que era narcisista...

A part del 220 i el 284, a la classe hi havia el 1001, l'1 i el 47. El 1001 era un cregut. Deia que era el nombre que, si escrius el seu nom, *mil u*, substitueixes cada una d'aquestes lletres pel número romà corresponent i els sumes, té el resultat més elevat possible¹⁵; concretament, 1056. A més a més, es vanagloriava de la seva aparença: era un palíndrom, i els palíndroms són molt bonics. És clar, són bonics en el moment de veure'ls, però si en conèixer-los tots resulten igual d'arrogants... "Mare meva, quin grup!", pensava el 43. Per la seva banda, l'1 podia anar amb tots els grups de nombres poligonals: els triangulars, els quadrats, els pentagonals, etc. El 43 pensava que mai no li faltaria companyia, a l'1. Encara que segurament podria anar amb qualsevol nombre

natural, s'estimava més anar només amb els que pertanyien a les successions més estudiades (on ell apareixia, és clar). Així doncs, l'1 no aniria, gairebé mai, amb ell. I el 47... el 43 no sabia que el 47 pertanyés a cap grup de nombres, i encara menys que tinguessin cap nombre en comú. O sigui que, segurament, el 43 s'hauria de quedar solet, en un racó, i el 47, abandonat en un altre racó.

Però el 43 no és d'aquells que es rendeixen fàcilment. Pensant, va veure que el 47 tampoc era feliç. Eren bastant semblants: a part de ser nombres primers, no tenien gairebé cap característica idèntica (o potser aquesta era l'única altra característica igual que tenien?). Però, és clar, què volia dir que eren primers? Què implicava? No els deixarien ser amics, perquè les parelles d'amics ja existeixen, i el que volia el 43 era tenir un amic, o algú a qui pogués estimar, per, encara que no pogués ser feliç, almenys no ser tan infeliç...

Va decidir que, per solucionar-ho, s'inventaria un grup de nombres nou. On ell tingués cabuda. Va començar a rumiar. Tampoc no volia deixar el 47 fora del grup... I tots els altres nombres que no tenien ningú? Potser hauria de pensar en ells... Però, és clar, com podia saber quins eren tots els nombres que estaven sols? I a més, inventar-se un criteri que els englobés tots...

L'únic que se li acudia era "els nombres que estiguin marginats", cosa que no quedava ni rigorosa ni seriosa... I el súmmum era que, si creava el grup, deixarien d'estar marginats i llavors no pertanyerien al grup i llavors estarien marginats i hi haurien de pertànyer! Quina

paradoxa! No, quedava clar que això no podia ser...

El 43 va passar molt temps pensant, creixent, rumiant, fent-se gran, cavil·lant, aprenent, barrinant, estudiant matemàtiques, raonant i imaginant, fins que, un dia de l'any 2021, es va preguntar quina devia ser la descomposició factorial d'aquell any. Potser 2021 era un nombre primer... Però es va endur una grata sorpresa quan va descobrir que els factors primers del 2021 eren el 43 i el 47! Ell mateix i el seu conegut!

Llavors ho va tenir clar: el grup dels enamorats (sí, havia decidit que era l'amor, el sentiment que volia sentir) inclouria tots els divisors de l'any present. Si l'any era un nombre primer, seria l'únic, juntament amb l'1, que pertanyeria al grup. Així, tots els nombres tindrien, un dia o altre, algú (un altre nombre o més) de qui estar enamorat. Ell i el 47 (i l'1 i el 2021, però això, per al 43, no era tan important) estrenarien el grup.

Es va escaure que aquell dia era el vint-i-dos d'abril i que es feia, a Roma, un congrés que comptava amb els millors matemàtics del món. Aquest congrés durava una setmana: havia començat el 19 d'abril i acabaria el 25. El 43 ho va aprofitar per, l'endemà d'haver tingut la pensada, el dia 23 d'abril, Sant Jordi, presentar el nou grup a la resta de nombres i a tots els matemàtics i matemàtiques del món. El grup va ser rebut amb un gran entusiasme que va capgirar Roma i, des d'aquell moment, el 23 d'abril és la diada dels enamorats.

1, 618033... (O, el que és el mateix, FI.)

La misteriosa èpsilon

Premi del Concurs de Poesia i Relats Curts de la UPC, Sant Jordi 2021

Mar González Català,
estudiant de la FME, UPC

Oi tant, si recordo aquell dia. Feia temps que no se'n veien, d'estrangers, i els més petits vam córrer a envoltar el misteriós viatger encuriós. Ens hauries d'haver vist, sorpresos com una o, mirant aquell cos deformat estrambòticament. Que qui era? Era una èpsilon

procedent de la Grècia antiga, no n'havíem vist mai cap.

Responent a un interrogant sense embuts, la forastera ens va dir que s'oferia feina ben a la vora, ella s'hi dirigia i ens va encoratjar a seguir-la. Aquesta mena d'ofertes, ja ho saps, desperten un interès desigual entre els distints

caràcters: alguns, com les vocals, sempre tenen feina, ja que s'utilitzen fins i tot per escriure bajanades; en canvi, lletres com les ics ho tenen molt difícil per prosperar, ja que costa trobar un xilòfon o una mica de xerrameca. El cas és que, t'ho creguis o no, aquella èpsilon va animar a acompanyar-la tot un seguit de lletres amb poca sortida professional com ics, is gregues, zetes, tes, cus, enes... Fins i tot buscava lletres gregues antigues com fis majestuoses. Com pots imaginar, no en va trobar pas, aquí, contrada distant tant de Grècia com de l'antiguitat. Per si tot plegat no fos prou anormal, l'èpsilon va convèncer tots els il·lustres punts volats de la comarca de participar en l'estrany projecte. Vam estar setmanes sense veure una sola ela geminada, privats de conceptes com l'excel·lència.

Poc després d'aquesta visita van començar a aturar-se al poble personatges estraforaris: lletres gregues, majúscules prepotents que responien al nom de matrius, parèntesis i claus exòtiques... Sovint apareixien ics envoltades en capes que els donaven un aire misteriós, la seva identitat romania freqüentment en incògnita.

Això sí, cap visita va ser més impactant que la dels gegants. Que exagero, dius! En absolut, t'asseguro que eren gegants fets i drets: es feien anomenar integral, sumatori, productori... Eren prou immensos per a tenir significat propi i donaven aixopluc a lletres com tu i com jo.

Un dia vam veure una expressió sencera, amb la seva igualtat i tot. Això sí que era elegància: tothom col·locat al seu lloc, amb un significat ple i en harmonia amb el dels companys. Era evident que junts componien veritat. Tu que treballes a la premsa pots apreciar com ningú que aquesta raresa és ni més ni menys que extraordinària.

Ben aviat vam descobrir la causa d'aquests fenòmens: s'estava escrivint un llibre de matemàtiques! Tothom, fins i tot els punts i a part, més amics dels finals que dels inicis, volia treballar-hi. Tots els qui ho van aconseguir en parlaven meravelles, d'aquella feina: cada dia formaven part de sentències d'aire transcendent, coneixien símbols exòtics i adquirien significats en els quals mai havien somiat.

Després d'aquella experiència, uns quants sonats van decidir que ja no volien treballar en cap llibre que no fos de matemàtiques. Algunes es van negar fins i tot a formar part de la paraula matemàtiques! Argumentaven que ja no volien significar res més que l'elegant nombre d'Euler; quina idea més irracional. Alguns sonats van marxar a la recerca de més matemàtiques, mentre que els altres es van resignar a treballar per a la premsa com s'ha fet sempre en aquest poble.

No ha tornat a passar mai res semblant al que va suposar aquest llibre. T'haig de confessar que, ara que ja soc una majúscula respectable, dels meus dies de minúscula entusiasta en guardo el desig de formar part algun dia d'una d'aquestes expressions permanents i verdaderes que apareixen als escrits matemàtics.

I et dic a tu, que encara hi ets a temps, si mai t'ofereixen una oportunitat semblant, accepta-la! La veritat se'ns escapa i la permanència és tresor en aquests dies de provisionalitat normativa. Gaudeix de l'exactitud, admira la seva infreqüència i constata la seva absència quan componguis la premsa del diumenge. Pensa en ena dimensions i no en tres, allunya't de la realitat i mira-la des d'aquesta nova perspectiva, generalitza. Si mai pots, ajuda a omplir les matemàtiques de lletres i símbols i potser algun dia notaràs un pessigolleig dins teu que et dirà que sí, que nosaltres també estem fetes per a les matemàtiques.

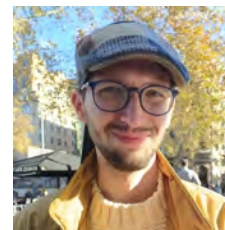
Us animem a fer-nos arribar ressenyes de llibres i d'obres de teatre en relació a les matemàtiques, així com aportacions que relacionin les matemàtiques amb l'art, el món de l'empresa o la indústria. Contacte: scm.noticies@correu.iec.cat.

Treballs destacats de matemàtiques

Resum de tesis doctorals de les universitats catalanes

DAMIAN DĄBROWSKI

Tesi doctoral: *Rectificabilitat de mesures de Radon*, dirigida per Xavier Tolsa, llegida el dia 12 de febrer del 2021, en el marc del programa de doctorat en Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona. (damian.m.dabrowski@jyu.fi)



La meua tesi es dedica a l'estudi de les mesures rectificables, la rectificabilitat quantitativa i, en menor grau, l'acotació dels operadors integrals singulars definits respecte a mesures amb creixement polinòmic. Consta de set capítols. El primer capítol és una introducció general a l'àrea de rectificabilitat quantitativa i el segon conté diversos lemes preliminars utilitzats al llarg de la tesi. Els cinc capítols restants són en bona part autònoms, ja que es basen en articles escrits durant els meus estudis de doctorat (dos dels quals en col·laboració amb Jonas Azzam i Michele Villa).

Als capítols 3 i 4 es prova que una mesura de Radon μ és n -rectificable si i només si

$$\int_0^1 \alpha_{\mu,2}(x,r)^2 \frac{dr}{r} < \infty \quad \text{per a } \mu\text{-a.e. } x \in \mathbb{R}^d,$$

on $\alpha_{\mu,2}(x,r)$ són coeficients que quantifiquen la planitud local de μ usant la distància de Wasserstein W_2 . Això proporciona una versió α_2 de resultats recents d'Azzam-Tolsa i Azzam-Tolsa-Toro, on es mostren caracteritzacions similars en termes d'altres coeficients, els anomenats nombres β_2 i α . Al contrari dels seus resultats,

la caracterització α_2 no requereix cap suposició addicional sobre densitats o propietats de duplicació de μ .

Al capítol 5 s'introdueixen les energies còniques, que es poden veure com una quantificació de la noció de pla tangent aproximat. He utilitzat aquestes energies per demostrar diversos resultats: una caracterització de mesures rectificables, una caracterització dels conjunts que contenen grans trossos de gràfiques Lipschitz i, finalment, una condició suficient per a l'acotació d'operadors integrals singulars (SIOs) vàlida per a mesures amb creixement polinòmic.

Al capítol 6 he utilitzat una funció quadrada que implica nombres α per caracteritzar les funcions L^p definides en conjunts uniformement rectificables. Això es pot veure com una extensió de la caracterització de Tolsa de conjunts uniformement rectificables en termes de la mateixa funció quadrada.

Finalment, al capítol 7 demostro una versió, usant el grup de Heisenberg, d'un lema de Guy David que afirma que les mesures no atòmiques que defineixen transformades de Riesz acotades L^2 tenen un creixement polinòmic.

OSCAR RIVERO

Tesi doctoral: *Aplicacions aritmètiques dels sistemes d'Euler de Beilinson–Flach i cicles diagonals*, dirigida per Víctor Rotger, llegida el dia 12 de febrer del 2021, en el marc del programa de doctorat en Matemàtica Aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya. (riverosalgado@gmail.com)



Aquesta tesi estudia aplicacions aritmètiques dels sistemes d'Euler, classes de cohomologia galoisiana que varien de forma compatible sobre torres de cossos. Seguint una filosofia força general introduïda per Perrin-Riou, la imatge d'aquests sistemes d'Euler sota certs reguladors ens permet recuperar la funció L p -àdica associada a una representació de Galois. Ens centrem fonamentalment en els sistemes de Beilinson–Flach i de cicles diagonals, que han tingut implicacions notables per l'estudi de la conjectura de Birch i Swinnerton-Dyer.

Comencem estudiant un fenomen de zeros excepcionals en l'àmbit de funcions L . Les funcions L p -àdiques interpolen, al llarg d'una regió crítica, valors de la funció L complexa, llevat de certs factors d'Euler. L'anul·lació d'aquests factors acostuma a donar lloc a fenòmens aritmètics interessants, com proven els resultats de Greenberg i Stevens o els diferents treballs sobre les conjectures de Gross–Stark. A la tesi considerem el cas de la representació adjunta d'una forma modular de pes 1. En aquest context, provem una conjectura de Darmon, Lauder i Rotger que expressa el valor de la derivada de la funció L p -àdica associada en termes d'una combinació de logaritmes d'unitats i p -unitats en el cos retallat per la representació.

La prova fa servir la teoria de funcions L p -àdiques i funcions L p -àdiques millorades, així com les deformacions de Galois.

Estudiem també aquest resultat des del punt de vista dels elements de Beilinson–Flach, que recuperen la funció L corresponent. Això permet donar una explicació més conceptual del resultat anterior. Aquesta primera part de la tesi es complementa amb dos capítols on treballem el fenomen de zeros excepcionals tant per a unitats el·líptiques com per a cicles diagonals.

La darrera part s'endinsa en l'estudi d'altres qüestions al voltant dels sistemes d'Euler, i es comença amb el desenvolupament d'un formalisme d'Artin en l'àmbit de classes de cohomologia. El cas més bàsic passa per considerar una forma pròpia cuspidal de pes 2, de manera que sigui congruent, mòdul p , amb una sèrie d'Eisenstein. Beilinson construí una classe associada a f mitjançant el producte *cup* de dues unitats de Siegel, i la relacionà amb la derivada primera $L'(f, 0)$ de la funció L de f al punt $s = 0$. En aquest treball, doncs, desenvolupem congruències que expressen projeccions apropiades d'aquesta classe en termes d'unitats circulars.

DAVID CODONY

Tesi doctoral: *Modelització matemàtica i computacional de la flexoelectricitat a escales microscòpica i nanoscòpica*, dirigida per Irene Arias, llegida el dia 1 de març del 2021, en el marc del programa de doctorat en Matemàtica Aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya. (david.codony@upc.edu)



Aquesta tesi doctoral se centra en el desenvolupament de models matemàtics i computacionals per a la flexoelectricitat, un acoblament electromecànic relativament nou que és present en qualsevol material dielèctric a les escales microscòpica i nanoscòpica. El treball s'emmarca tant en el context de la mecànica del medi

continu com de la mecànica quàntica, i explora l'espai entre aquestes dues disciplines.

Per una banda, s'estudien els models matemàtics de l'efecte flexoelectric mitjançant la mecànica del medi continu, i es desenvolupen tècniques computacionals necessàries per a la resolució numèrica dels problemes de valor de contorn associats. La nova infraestructura

computacional desenvolupada en aquest treball és capaç de predir el rendiment de dispositius funcionals per a la transducció electromecànica a la nanoescala, on la flexoelectricitat és sempre present, sense cap mena de limitació quant a geometria, propietats materials, condicions de contorn o no-linearitat. Els exemples numèrics en aquest document demostren que la flexoelectricitat es pot aprofitar de diverses maneres per desenvolupar aplicacions nanotecnològiques innovadores.

Per altra banda, l'efecte flexoelectric és estudiat també a escala atòmica mitjançant la mecànica quàntica. Aquest treball propo-

sa una metodologia nova per quantificar les propietats flexoelectriques de materials dielèctrics, connectant les simulacions atòmiques amb els models continus proposats. El mètode desenvolupat clarifica un tema controvertit en la comunitat de la teoria del funcional de la densitat (DFT), on els càlculs teòrics estan típicament en desacord entre si. Les simulacions atòmiques no només serveixen per calcular els paràmetres flexoelectrics dels materials considerats en models continus, sinó també per validar les hipòtesis en les quals es basen en relació amb les físiques rellevants a la nanoescala.

RAÚL MERINO

Tesi doctoral: *Descomposició del preu d'opcions en models de volatilitat local i volatilitat estocàstica amb salts*, dirigida per Dr. Josep Vives, llegida el dia 29 d'abril del 2021, en el marc del programa de doctorat en Matemàtiques de la Universitat de Barcelona. raul.merino85@gmail.com



En el món de les finances podem separar els actius en dues categories diferents. Per una banda, tenim les fonts primàries, que anomenarem subjacents, com per exemple accions, bons, matèries primeres, divises... D'altra banda, els contractes derivats que són un acord d'intercanviar un subjacent o quantitat monetària dependent de la seva evolució futura.

Com valorar aquests contractes derivats és un problema en evolució continua des de la tesi 'Théorie de la spéculation' de Louis Bachelier (1900). Diferents models s'han desenvolupat durant els darrers decennis com per exemple el model de Black-Scholes-Merton (1973), el model més senzill i popular per a valorar opcions, els models de volatilitat local, els de volatilitat estocàstica, o els de volatilitat estocàstica amb salts. Cada model és més complex que l'anterior i requereix eines matemàtiques més sofisticades.

En aquest treball, estenem i generalitzem una fórmula de descomposició de preus d'opcions obtinguda per Elisa Alòs per al model de Heston, per a utilitzar-la en una ampla varietat de models com, per exemple, models de volatilitat estocàstica generals, models de volatilitat

estocàstica amb salts d'activitat finita o models de volatilitat 'rough'. Aquesta fórmula ens permet expressar el preu d'una opció en un model complex com una variació del preu de Black-Scholes-Merton més una sèrie de termes correctius que depenen de les seves derivades. Aquesta metodologia és numèricament molt eficient i molt més intuïtiva que altres fórmules de valoració disponibles per a aquests models.

Explorant com aplicar la fórmula de descomposició al altres models, observem que en el cas de models de volatilitat local, en particular, els models dependents del 'spot', s'ha d'utilitzar una nova fórmula de descomposició per a obtenir bons resultats numèrics. D'altra banda, ens adonem que és possible millorar les fórmules d'aproximació actuals utilitzant de forma recursiva la fórmula de descomposició. Mitjançant aquesta tècnica de descomposició, el preu d'una opció de compra es pot transformar en una fórmula tipus Taylor que conté una sèrie infinita de termes estocàstics. Ho apliquem al cas del model de volatilitat estocàstica de Heston, trobant una millor aproximació numèrica, i la comparem amb altres mètodes existents, veient que es comporta de forma més acurada.

LUKA MIKEC

Tesi doctoral: *Sobre lògiques i semàntiques per a la interpretabilitat*, dirigida per Dr. Joost J. Joosten, Dr. Mladen Vuković, llegida el dia 30 d'abril del 2021, en el marc del programa de doctorat en Matemàtiques i Informàtica de la Universitat de Barcelona. (luka.mikec@math.hr)



El tema d'aquesta tesi són les lògiques d'interpretabilitat, que descriuen el comportament del predicat d'interpretabilitat. Hi ha diferents nocions d'una interpretació en ús, però una cosa que tenen en comú és que totes involucren una traducció que preserva l'estructura; aquesta traducció transforma fórmules de la teoria interpretada a fórmules de la teoria interpretadora. Si A és un teorema de la teoria interpretada, llavors la imatge de A ha de ser demostrable en la teoria interpretadora.

La lògica d'interpretabilitat d'una teoria T és el conjunt de totes les fórmules lògiques modals en el llenguatge de lògiques d'interpretabilitat que són demostrables per a qualsevol lectura aritmètica que es doni a les variables proposicionals i prenent els operadors modals a les seves aritmetitzacions corresponents.

Donada una teoria seqüencial T , hi ha una certa quantitat de contingut, normalment denominat \mathbf{ILAll} que la lògica d'interpretabilitat de T inevitablement ha de tenir. Els continguts exactes de \mathbf{ILAll} no són coneguts; de fet, millorar la fita inferior és la pregunta que motiva la major part de les investigacions en aquest camp. Hi

ha una manera interessant i sorprenent de millorar les millors fites inferiors conegudes, és a dir, de trobar nous principis d'interpretabilitat aritmèticament vàlids. L'enfocament és estudiar semàntiques relacionals modals (semblant a Kripke).

En la part central d'aquesta tesi estudiem, per diferents lògiques d'interpretabilitat, els aspectes següents: completesa per semàntiques modal, decidibilitat i complexitat algorítmica. Apliquem mètodes de semàntiques per determinar la complexitat de problemes de demostrabilitat (i de consistència) per a certes lògiques d'interpretabilitat. Des del punt de vista aritmètic, explorem tres sèries diferents de principis d'interpretabilitat. Per a dos d'ells, pels quals la correcció aritmètica i modal ja era coneguda, donem una nova demostració de correcció aritmètica. La tercera sèrie resulta de les nostres consideracions modals. Demostrem que és correcte aritmèticament i que també caracteritza condicions de marc respecte a semàntica regular Veltman. A més, donem una demostració de completesa per a certes lògiques relacionades amb la tercera sèrie (les lògiques \mathbf{ILWR} i \mathbf{ILW}_ω).

ROBERT CARDONA

Tesi doctoral: *La geometria i topologia dels fluxos estacionaris d'Euler, integrabilitat i estructures geomètriques singulars*, dirigida per Eva Miranda, llegida el dia 26 de maig del 2021, en el marc del programa de doctorat en Matemàtiques de la Universitat Politècnica de Catalunya. (robert.cardona@upc.edu)



En aquesta tesi, duem a terme una investigació en profunditat de la geometria i la dinàmica de diferents objectes (singulars o no) que apareixen a la natura. L'objectiu principal és l'estudi del comportament dinàmic rígid vs. flexible dels objectes considerats. En particular, inspeccionem formes normals, h-principis, classificacions i teoremes d'existència, que es refereixen a una sèrie d'objectes que estan a prop o lluny del que denominem "situacions integrables" en el

sentit del teorema de Frobenius i l'existència de primeres integrals. Aquests sistemes dinàmics sorgeixen en el context de la geometria simplèctica i de contacte, i també en les equacions d'Euler en varietats riemannianes.

Com a objectes integrals, considerem sistemes integrables que apareixen tant a fluxos d'Euler com a varietats simplèctiques amb singularitats o sense. Donem resultats de classificació per a fluxos d'Euler estacionaris que admeten una

integral de tipus Morse-Bott, usant tècniques del món simplèctic, i estudiem obstruccions que sorgeixen de la topologia de la varietat ambient. Pel que fa a estructures geomètriques singulars, la nostra anàlisi inclou l'existència de coordenades acció-angle en varietats simplèctiques plegades, i una correspondència entre les formes de b -contacte, introduïdes fa poc, i camps de Beltrami en b -varietats.

Com a exemples d'objectes que estan lluny de la situació integrable", considerem el cas de les varietats de contacte, els camps de Reeb i els seus aliats propers en l'estudi de fluxos d'Euler (els camps de Beltrami). Aquesta última observació ens permet considerar propietats d'universalitat, introduïdes per Tao, de fluxos estacionaris d'Euler analitzant les dels camps

de Reeb en geometria de contacte utilitzant h -principis. Des d'aquest mateix punt de vista, encarem la construcció de fluxos estacionaris d'Euler en dimensió 3 capaços de simular una màquina de Turing universal, usant tècniques de dinàmica simbòlica. Aquestes solucions tenen, en particular, trajectòries indecidibles. En totes aquestes discussions, diferents classes de camps tenen un rol clau, com ara els camps geodesibles, de Beltrami o euleritzables. Posem en marxa l'estudi d'aquestes classes en dimensions senars arbitràries, i demostrem que apareixen nous fenòmens en dimensions altes. Per aquests fluxos d'Euler, demostrem que se satisfà la conjectura d'òrbita periòdica, la qual se sabia certa amb la suposició més dèbil de geodesibilitat.

JUAN CARLOS CANTERO GUARDENO

Tesi doctoral: *Equacions del transport via nuclis suaus*, dirigida per Joan Orobitg i Hugué, llegida el dia 2 de juliol del 2021, en el marc del programa de doctorat en Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona. (cantero@mat.uab.cat)



En aquesta tesi estudiem l'equació del transport no lineal i no local. Aquesta equació en derivades parcials descriu l'evolució d'un escalar que es transporta seguint un camp de velocitats. El camp i l'escalar estan relacionats mitjançant la convolució d'aquest últim amb un nucli escollit. La principal novetat és que, en general, permetem que aquesta elecció faci que el camp de velocitats resultant tingui divergència no nul·la (a diferència del cas de l'equació d'Euler) i fins i tot no fitada (com és el cas de l'equació de l'agregació).

La tesi es divideix en tres blocs.

Al primer bloc provem que el problema de Cauchy definit per l'equació del transport amb una dada inicial Hölder contínua i amb suport compacte està ben posat. Primer hem considerat una família de nuclis a l'espai euclidià n -dimensional on cada component és una combinació lineal de derivades de la solució fonamental del laplaciana. A més, s'ha treballat l'equació al pla complex, la qual cosa ens

permet considerar una família de nuclis encara més ampla.

El segon bloc és la part central de la tesi. Considerem el problema del pegat de densitat, és a dir, quan l'escalar considerat és la funció característica d'un domini. Es recupera el resultat de conservació de la regularitat de la frontera d'un domini estudiat per Chemin i Constantin-Bertozzi l'any 1993 per l'equació d'Euler i també el mateix resultat de Bertozzi-Garnett-Laurent-Verdera l'any 2016 per l'equació de l'agregació. Aconsegüim aquí una generalització d'aquests dos resultats per les mateixes famílies de nuclis del primer bloc.

El tercer bloc és el més petit i es correspon amb l'últim capítol de la tesi. S'estudia el comportament límit (per temps infinit) d'un pegat de densitat unidimensional, en aquest cas per l'equació de l'agregació, que es transforma sota aquestes condicions en una equació del transport mitjançant un canvi de variable adient.

Reptes

Problemes

Óscar Rivero
Universitat de Warwick

Arriba un nou número de la *SCM/Notícies* amb quatre problemes per resoldre, com és habitual. Voldria començar amb un agraïment per al Juanjo Rué, que va portar aquesta secció durant els darrers anys i que de ben segur continuarà col·laborant amb les seves idees.

En aquesta ocasió, els nostres geomètres de referència, Miquel Amengual i Joaquim Nadal, ens proposen dos nous problemes, i tenim també una nova desigualtat del José Luis Díaz, en aquest cas una mica diferent de les habituals. Finalment, l'Oriol Baeza, estudiant del Grau de Matemàtiques a la UPC, ens envia un interessant problema de teoria de jocs.

Pel que fa a les solucions dels problemes, n'hem rebut de Miquel Amengual, Ernest Garriga, Pere Martínez, Joaquim Nadal i Bruno Salgueiro. Els agraïm a tots la seva dedicació, el temps dedicat i les seves boniques solucions. En publiquem una selecció.

Us animem a tots a enviar les vostres propostes, tant de problemes com de solucions. S'han d'enviar preferiblement en $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ o $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, i així mateix cal adjuntar els dibuixos corresponents en un format que sigui editable. Agraïrem que sigui així per poder garantir una ràpida i eficaç edició dels fitxers; gràcies! Les solucions i propostes de problemes envieu-les a

riverosalgado@gmail.com.

Problemes proposats

A173. (Proposat per Miquel Amengual Covas, de Cala Figuera, Mallorca.)

Sigui $ABCD$ un quadrilàter convex amb $AB = AD$, $\angle CAD = 3 \cdot \angle BAC$ i $\angle BCA = \angle BDC$. Prova que $\angle BCA = 30^\circ$.

A174. (Proposat per José Luis Díaz Barrero, UPC, Barcelona.)

Determineu totes les funcions $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ que, per a qualssevol nombres reals x, y , satisfan

$$(f(x) - f(y))^2 \leq |x - y|^3.$$

A175. (Proposat per Oriol Baeza Guasch, estudiant del Grau de Matemàtiques, UPC.)

L'Arnau i la Berta tenen una bossa amb 2.021 pedres. Per torns, i començant per l'Arnau, en treuen unes quantes seguint dues condicions: (a) no poden treure més de 5 pedres per torn i (b) no en poden treure el mateix nombre que n'ha tret l'anterior jugador. Guanya qui treu l'última pedra. Determineu qui té una estratègia guanyadora.

A176. (Proposat per Joaquim Nadal i Vidal, de Llagostera, Girona.)

Sigui $ABCD$ un paral·lelogram d'àrea S i siguin K, L, M i N els punts mitjans de AB, BC, CD i DA , respectivament. Siguin $E = AL \cap DK$, $F = AL \cap BM$, $G = CN \cap BM$ i $H = CN \cap DK$. De la mateixa manera, siguin $P = CK \cap DL$, $Q = AM \cap DL$, $R = AM \cap BN$ i $T = BN \cap CK$.

- Proveu que $EFGH$ és un paral·lelogram i trobeu-ne l'àrea.
- Trobeu l'àrea de l'octògon obtingut quan fem que s'intersequin els paral·lelograms $EFGH$ i $PQRT$.

Solucions

A169. (Proposat per Miquel Amengual Covas, de Cala Figuera, Mallorca.)

Sigui ABC un triangle acutangle, designem per a D el peu de la perpendicular tirada des de A fins a BC .

Sigui P un punt del segment AD tal que $\angle ABP = \angle PCB = 30^\circ$ i $\angle PAC = 2 \cdot (\angle PAB)$.

Determinau el valor de $\angle BAP$.

Solució: (Solució d'Ernest Garriga, Centre Sant Pau de Mataró.)

Farem per trobar una equació en $\tan \varphi$. Notem que $\alpha = 90^\circ - \beta = 90^\circ - (\varphi + 30^\circ) = 60^\circ - \varphi$. Llavors,

$$\overline{PD} = \overline{AD} \tan 2\varphi \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} \frac{2 \tan \varphi}{1 - \tan^2 \varphi} \overline{AD}$$

i de la mateixa manera

$$\begin{aligned} \overline{PD} &= \overline{AD} \tan \varphi \tan(60^\circ - \varphi) \\ &= \tan \varphi \frac{\sqrt{3} - \tan \varphi}{1 + \sqrt{3} \tan \varphi} \overline{AD}. \end{aligned}$$

Igualant i simplificant, ens queda

$$\frac{2}{3} \sqrt{3} \frac{1}{1 - \tan^2 \varphi} = \frac{\sqrt{3} - \tan \varphi}{1 + \sqrt{3} \tan \varphi},$$

que és l'equació cúbica

$$\tan^3 \varphi - \sqrt{3} \tan^2 \varphi - 3 \tan \varphi + \frac{\sqrt{3}}{3} = 0.$$

Posant

$$\frac{3 \tan \varphi - \tan^3 \varphi}{1 - 3 \tan^2 \varphi} = \frac{\sqrt{3}}{3},$$

obtenim

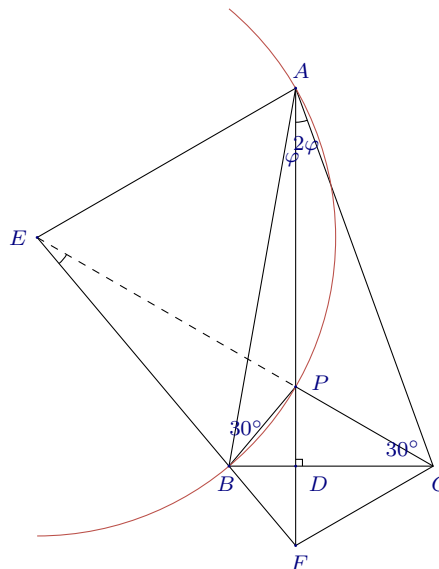
$$\tan 3\varphi = \frac{\sqrt{3}}{3},$$

d'on veiem que $3\varphi = 30^\circ$ i $\varphi = 10^\circ$.

Aquesta solució és molt semblant a la rebuda per Joaquim Nadal. Hem volgut incloure també la solució del proponent, de caràcter més sintètic.

Posem $\angle BAP = \varphi$. Llavors $\angle PAC = 2\varphi$.

Designarem E el circumcentre del triangle ABP i F el punt simètric de P respecte de BC . Atès que $EA = EP$ i $\angle AEP = 2 \cdot \angle ABP = 2 \times 30^\circ = 60^\circ$, el triangle AEP és equilàter.



En conseqüència, $\angle EPA = 60^\circ = \angle CPD$ i, per tant, els punts E, P, C estan alineats. I atès que

$$\angle EAF = \angle EAP = 60^\circ = \angle DFC = \angle AFC,$$

serà

$$AE \parallel FC. \quad (1)$$

A més, els triangles APC i EPF són iguals (costat-angle-costat) amb

$$AC = EF. \quad (2)$$

De (1) i (2) segueix que el quadrilàter $A E F C$ és un trapezi isòsceles amb $\angle CEF = \angle CAF = 2\varphi$.

Al seu torn,

$$\angle CEB = \angle PEB = 2 \cdot \angle PAB = 2\varphi.$$

Així, doncs, $\angle CEF = \angle CEB$. I com que B, F pertanyen al mateix semipla dels determinats per la recta CE , els punts E, B, F estan alineats. Per tant, tenim

$$\angle EBP + \angle PBD + \angle DBF = 180^\circ.$$

Com que $\angle EBP = \frac{1}{2}(180^\circ - 2\varphi) = 90^\circ - \varphi$ i $\angle DBF = \angle PBD = 90^\circ - (30^\circ + \varphi) = 60^\circ - \varphi$, resulta: $(90^\circ - \varphi) + 2(60^\circ - \varphi) = 180^\circ$.

És a dir: $\varphi = 10^\circ$.

A170. (Proposat per José Luis Díaz Barrero, UPC, Barcelona.)

Siguin a, b, c tres nombres reals positius amb $0 < a \leq b \leq c$. Proveu que la desigualtat següent és certa:

$$\frac{a^5 - b^5}{a^3 b^3} + \frac{b^5 - c^5}{b^3 c^3} + \frac{c^5 - a^5}{c^3 a^3} \geq 0.$$

Solució: (Solució del proponent.)

Com ens indica Joaquim Nadal, a l'enunciat cal indicar que $0 < a \leq b \leq c$. Suposant això, ens proposa una solució elemental i interessant, però computacionalment llarga per reproduir-la íntegrament, que es basa en la manipulació algebraica de les expressions per arribar al resultat. S'inclou doncs la solució del proponent, que simplifica els càlculs provant un resultat analític previ.

Per provar la desigualtat farem servir el resultat següent. Si $f : (0, +\infty) \rightarrow \mathbb{R}$ és una funció convexa, llavors per a $0 < a \leq b \leq c$ se satisfà que

$$(c - b)f(a) + (b - a)f(c) + (a - c)f(b) \geq 0.$$

De fet, pel teorema de Lagrange, sabem que existeixen nombres $c_1 \in (a, b)$ i $c_2 \in (b, c)$ de manera que $f'(c_1) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$ i $f'(c_2) = \frac{f(c) - f(b)}{c - b}$. Com que f és convexa i $f'' > 0$, f' és creixent. Per tant,

$$\frac{f(b) - f(a)}{b - a} \leq \frac{f(c) - f(b)}{c - b},$$

i d'aquí se'n dedueix el resultat.

Apliquem-ho ara per a $f(x) = x^{-3/2}$, que és convexa. Com que $0 < a^2 \leq b^2 \leq c^2$, es té que l'expressió

$$(c^2 - b^2)f(a^2) + (b^2 - a^2)f(c^2) + (a^2 - c^2)f(b^2)$$

és no negativa, o el que és el mateix

$$\frac{c^2 - b^2}{a^3} + \frac{b^2 - a^2}{c^3} + \frac{a^2 - c^2}{b^3} \geq 0.$$

Reagrupant termes, veiem que

$$\frac{a^5 - b^5}{a^3b^3} + \frac{b^5 - c^5}{b^3c^3} + \frac{c^5 - a^5}{c^3a^3} \geq 0.$$

Tenim la igualtat si, i només si, $a = b = c$.

A171. (Proposat per la redacció.)

Sigui $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ una funció bijectiva. Demostreu que existeixen tres nombres $a < b < c$ que compleixen que $f(a) + f(c) = 2f(b)$.

Solució: (Solució de Pere Martínez, de l'Hospitalet de Llobregat.)

Sigui f una funció bijectiva de \mathbb{N} a \mathbb{N} . Aleshores, existeix un nombre $n \in \mathbb{N}$ que satisfà $f(0) <$

$f(n)$. Per tant, podem considerar el nombre b , definit com el mínim del conjunt

$$E = \{n \in \mathbb{N} \text{ amb } f(0) < f(n)\}.$$

Aleshores, $0 < b$ i $f(0) < f(b)$.

Sigui ara $n = 2f(b) - f(0)$. Com que f és bijectiva, existeix un enter c amb $f(c) = n$. Clarament, se satisfà que $f(c) + f(0) = 2f(b)$. A més, $f(c) = f(b) + (f(b) - f(0)) > f(b) > f(0)$, i per tant $c \in E$. Per definició de b , sabem que $b < c$. D'aquesta manera, quan posem $a = 0$ es té que $a < b < c$ i $f(a) + f(c) = 2f(b)$, com es volia veure.

A172. (Proposat per Joaquim Nadal i Vidal. Llagostera, Girona.)

En una circumferència de radi 1 inscrivim un hexàgon $ABCDEF$ amb tres costats alterns (per exemple, \overline{AB} , \overline{CD} y \overline{EF}) de longitud 1 i els altres tres de longituds arbitràries. Demostreu que els punts mitjans dels costats arbitraris determinen un triangle equilàter.

Solució: (Solució de Miquel Amengual Covas, Cala Figuera, Mallorca.)

La proposició següent ens resultarà útil.

PROPOSICIÓ. Siguin x, y, z nombres reals tals que $x + y + z = \pi$. Es compleix:

$$\cos^2 \frac{x}{2} + \cos^2 \frac{y}{2} - \cos^2 \frac{z}{2} = 2 \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \sin \frac{z}{2} \quad (3)$$

INDICACIÓ DE LA PROVA

Atès que $z = \pi - (x + y)$, serà

$$\sin z = \sin(x + y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y,$$

i, per tant, $\sin^2 z$ s'expressa com

$$\begin{aligned} & (\sin x \cos y + \cos x \sin y)^2 \\ &= \sin^2 x \cos^2 y + \cos^2 x \sin^2 y \\ &+ 2 \sin x \cos x \sin y \cos y \\ &= \sin^2 x + \sin^2 y \\ &+ 2 \sin x \sin y (\cos x \cos y - \sin x \sin y) \\ &= \sin^2 x + \sin^2 y + 2 \sin x \sin y \cos(x + y) \\ &= \sin^2 x + \sin^2 y - 2 \sin x \sin y \cos z. \end{aligned}$$

És a dir:

$$\sin^2 x + \sin^2 y - \sin^2 z = 2 \sin x \sin y \cos z.$$

Si substituïm aquí x, y, z per $\frac{\pi}{2} - \frac{x}{2}, \frac{\pi}{2} - \frac{y}{2}, \frac{\pi}{2} - \frac{z}{2}$, respectivament, s'obté (1).

Indiquem per a O el centre de la circumferència donada a l'enunciat, i per L, M, N , els respectius punts mitjans dels costats BC, DE, FA de l'hexàgon que circumscriu.

Suposem $\overline{AB} = \overline{CD} = \overline{EF} = 1$. Llavors els triangles OAB, OCD, OEF són equilàters i, si posam $\angle BOC = x, \angle DOE = y, \angle FOA = z$, es té

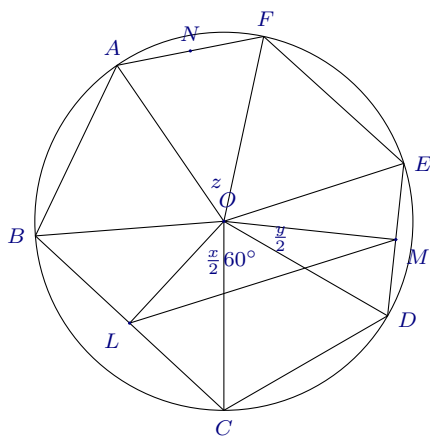
$$x + y + z = 360^\circ - 3 \times 60^\circ = 180^\circ, \quad (4)$$

de manera que *aquests* x, y, z són com els de la proposició.

Siguin L i M els punts mitjans de BC i DE . Podem aplicar ara el teorema del cosinus a OLM , tenint en compte en primer lloc que $OB = OC = 1, \angle BOC = x, OD = OE = 1$ i $\angle DOE = y$. Per tant, $OL = \cos \frac{x}{2}$ i $OM = \cos \frac{y}{2}$. Per la seva banda, i emprant els resultats anteriors

$$\angle LOM = 60^\circ + \frac{x+y}{2} = 90^\circ + \left(60^\circ - \frac{z}{2}\right).$$

Aleshores, es té que LM^2 val



$$\cos^2 \frac{x}{2} + \cos^2 \frac{y}{2} + 2 \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \sin \left(60^\circ - \frac{z}{2}\right),$$

o el que és el mateix,

$$\begin{aligned} &\cos^2 \frac{x}{2} + \cos^2 \frac{y}{2} - \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \sin \frac{z}{2} \\ &\quad + \sqrt{3} \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \cos \frac{z}{2}. \end{aligned}$$

Si substituïm aquí $\cos^2 \frac{x}{2} + \cos^2 \frac{y}{2}$ per la seva expressió deduïda de la proposició, aquesta igualtat afirma que LM^2 val

$$\cos^2 \frac{z}{2} + \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \sin \frac{z}{2} + \sqrt{3} \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \cos \frac{z}{2}.$$

Substituint $\cos^2 \frac{z}{2}$ per $1 - \sin^2 \frac{z}{2}$ a l'expressió anterior, aquesta ens permet escriure ara LM^2 com

$$\begin{aligned} &1 - \sin \frac{z}{2} \left(\sin \frac{z}{2} - \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \right) \\ &\quad + \sqrt{3} \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \cos \frac{z}{2}. \end{aligned}$$

Fent servir altra vegada els resultats anteriors, obtenim $\frac{z}{2} = 90^\circ - \frac{x+y}{2}$. Això implica $\sin \frac{z}{2} = \cos \frac{x+y}{2}$ i la igualtat anterior equival a afirmar que LM^2 és igual a

$$\begin{aligned} &1 - \sin \frac{z}{2} \left(\cos \frac{x+y}{2} - \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \right) \\ &\quad + \sqrt{3} \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \cos \frac{z}{2}. \end{aligned}$$

Aquesta igualtat se simplifica si usem la fórmula trigonomètrica del cosinus de la suma de dos angles. Llavors ens queda que LM^2 s'expressa com

$$1 + \sin \frac{x}{2} \sin \frac{y}{2} \sin \frac{z}{2} + \sqrt{3} \cos \frac{x}{2} \cos \frac{y}{2} \cos \frac{z}{2},$$

Com que les expressions de MN^2 i NL^2 es poden obtenir de l'expressió de LM^2 permutant x, y i z , i com que LM^2 és una funció simètrica de x, y i z , resulta $LM^2 = MN^2 = NL^2$ i $\overline{LM} = \overline{MN} = \overline{NL}$, com es volia.

Matemots

Xavier Gràcia

Universitat Politècnica de Catalunya

Recordeu que aquesta secció és un joc de llengua (vegeu-ne l'article introductor al núm. 33 de la *SCM/Notícies*). Cal resoldre els enigmes lingüístics següents, a partir de la definició donada i les pistes incloses.

Exemple: «Engarjolat per haver segrestat un topòleg (6 lletres)». La resposta és *tancat*, que és com estaven el nostre pobre topòleg i el seu inqualificable raptor, i recordem que un dels conceptes bàsics de topologia és el de conjunt tancat.

Com sempre, en cas de dubte podeu trobar-ne les respostes al peu de pàgina.¹⁶

1. Corbes que abunden als evangelis (9 lletres)

2. Estrictes quan tracen línies perpendiculars (6 lletres)
3. Escrivint una cançó dedicada als vectors (9 lletres)
4. Deduïda de l'anàlisi de les obres de Leibniz i Newton (8 lletres)
5. Pot seguir una definició o precedir un matrimoni (10 lletres)
6. Mentida sobre els espais mètrics (menys de 5 lletres)
7. Cartell a la porta de l'hotel on se celebra el congrés sobre espais de Banach (7 lletres)
8. La part de l'estàtua que millor integra els esforços de Liouville i Arnold (menys de 5 lletres)

Invitació

La Societat Catalana de Matemàtiques és oberta a tota la comunitat matemàtica de parla catalana i, com heu llegit en aquesta mateixa revista, es fan moltes activitats.

Us convidem a ser-hi part més activa. Des de joves estudiants, fins a persones jubilades, podeu participar a les activitats, col·laborar en l'organització, proposar-ne de noves, o bé explicar-les en la revista.

- Estudiants universitaris: ens voleu explicar projectes originals? Noves idees?
- Heu llegit la tesi doctoral en matemàtiques en una universitat de parla catalana? Envieu-nos les dades i el resum, en català.
- Vau acabar el grau de Matemàtiques el 2011? És el vostre torn! Escriviu-nos.
- Hi ha temes d'actualitat que us ocupen o us preocupen? Envieu-nos opinions, propostes.

¹⁶

Respostes als Matemots: 1. L'índex de les respostes a les preguntes de la secció de Matemots. 2. L'índex de les respostes a les preguntes de la secció de Matemots. 3. L'índex de les respostes a les preguntes de la secció de Matemots. 4. L'índex de les respostes a les preguntes de la secció de Matemots. 5. L'índex de les respostes a les preguntes de la secció de Matemots. 6. L'índex de les respostes a les preguntes de la secció de Matemots. 7. L'índex de les respostes a les preguntes de la secció de Matemots. 8. L'índex de les respostes a les preguntes de la secció de Matemots.

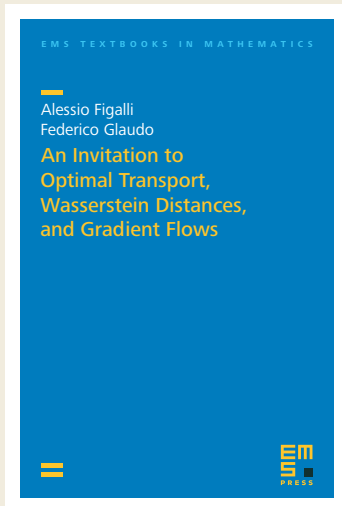


La revista està oberta a les vostres reflexions, projectes i il·lusions. Contacteu amb l'editora al correu scm.noticies@correu.iec.cat.

Seguiu-nos al Twitter @soccatmat i col·laboreu en la difusió d'activitats. Al web de la SCM hi trobareu notícies, presentacions i vídeos.

Feu-vos socis i rebreu directament la informació d'activitats i les publicacions de la SCM. (Descompte del 50% per estudiants.)

EMS Textbooks in Mathematics



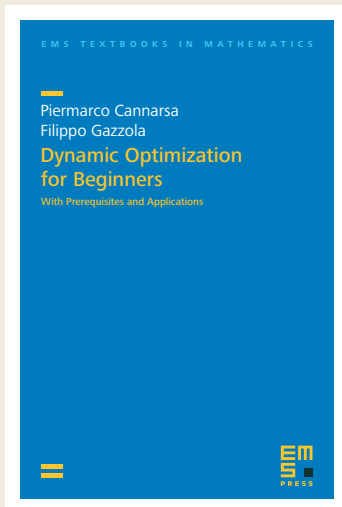
Alessio Figalli and Federico Glaudo
An Invitation to Optimal Transport, Wasserstein Distances, and Gradient Flows

ISBN print 978-3-98547-010-5. ISBN online 978-3-98547-510-0
August 2021. Hardcover. 144 pages. € 39.00*

This book provides a self-contained introduction to optimal transport, and it is intended as a starting point for any researcher who wants to enter into this beautiful subject.

The presentation focuses on the essential topics of the theory: Kantorovich duality, existence and uniqueness of optimal transport maps, Wasserstein distances, the JKO scheme, Otto's calculus, and Wasserstein gradient flows. At the end, a presentation of some selected applications of optimal transport is given.

The book is suitable for a course at the graduate level, and also includes an appendix with a series of exercises along with their solutions.



Piermarco Cannarsa and Filippo Gazzola
Dynamic Optimization for Beginners. With Prerequisites and Applications

ISBN print 978-3-98547-012-9. ISBN online 978-3-98547-512-4
October 2021. Hardcover. 360 pages. € 49.00*

Nowadays, optimization problems for dynamical systems enter more and more the basic knowledge required to approach applied sciences, engineering, and social sciences. On the other hand, even the results of most common use in this field, known as dynamic optimization, assume familiarity with an advanced mathematical background which may at times be perceived as discouraging.

The main purpose of this book is to give interested readers a friendly introduction to this subject, providing them with the essential notions needed to handle most of the concrete situations they will be faced with. The main topics covered are calculus of variations, optimal control theory, and dynamic programming. As explained above, the book aims to be of interest both to mathematics students and to students or researchers in other disciplines such as economics and data science, who wish to use dynamic optimization in a conscientious way.

The contents are self-contained and all the prerequisites may be found in the first chapters. Many applications are discussed and a large number of examples and exercises, both proposed and solved, complements the theory.

** 20% discount on any book purchases for individual members of the EMS, member societies or societies with a reciprocity agreement when ordering directly from EMS Press.*

EMS Press is an imprint of the
European Mathematical Society – EMS – Publishing House GmbH
Straße des 17. Juni 136 | 10623 Berlin | Germany

<https://ems.press> | orders@ems.press

EM
S EUROPEAN
MATHEMATICAL
SOCIETY

EM
S PRESS

Publicacions de la SCM



SCM/Notícies

Publicació periòdica en català, amb notícies de les activitats organitzades per la SCM i la comunitat matemàtica catalana, així com altres informacions relacionades amb les matemàtiques en el món que ens envolta. Animem els lectors a col·laborar en les diverses seccions. Contacteu amb l'editora, Montserrat Alsina, scm.noticies@correu.iec.cat.

Número 48, febrer 2021. Contingut destacat: *In memoriam* Carles Perelló, dades i reflexions sobre producció matemàtica als Països Catalans, el català a les ciències, i veus joves a la conversa entre doctorants, 10 anys després del grau, ...



Butlletí de la Societat Catalana de Matemàtiques

Publicació periòdica en català, dedicada a exposicions matemàtiques d'alt nivell científic per a públic no especialista. Oberta a tots els camps de les matemàtiques i als aspectes matemàtics de les ciències experimentals, la tecnologia, l'economia i d'altres àrees. Contacteu amb els editors: Antoni Guillamon, Rosa Camps.

Volum 36-1, 2020. Articles de J. Bruna i S. Xambó, i A. Gasull.



NouBiaix

Publicació periòdica en català, dedicada a l'educació matemàtica, editada en col·laboració amb la FEEMCAT, des de 2011, hereva de la revista Biaix. Contacteu amb el consell de redacció: Marianna Bosch, Carlos Giménez.

Número 47, desembre 2020. Articles d'I. Casas i S. Salvador, V. Ranera, G. Ruiz-Garzón, J. Ruiz-Zapatero, P. Nicolás, el racó de l'oriflèxia i per pensar d'un minut a una hora.



Reports@SCM

Publicació electrònica en anglès, dedicada a investigació en matemàtiques; creada el 2014 amb el desig d'iniciar els estudiants i joves investigadors en el món de la publicació de la recerca. En particular, inclou articles dels guardonats amb el premi Noether i sobre TFM que incloguin aportacions originals interessants. Contacteu amb l'editor: Xavier Bardina.

Número 5, 2020. Articles de: E. Vilalta; D. Fojo, D. Codony i S. Fernández-Méndez; B. Llopis; G. Orriols, M. Roset.



Les versions impreses s'envien gratuïtament als socis de la SCM. Les versions digitals les trobareu al web <https://scm.iec.cat/publicacions/> (directe via el codi QR).





SCM / Notícies / 49
Edita la Societat Catalana de Matemàtiques
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

