



SCM

# Notícies

47

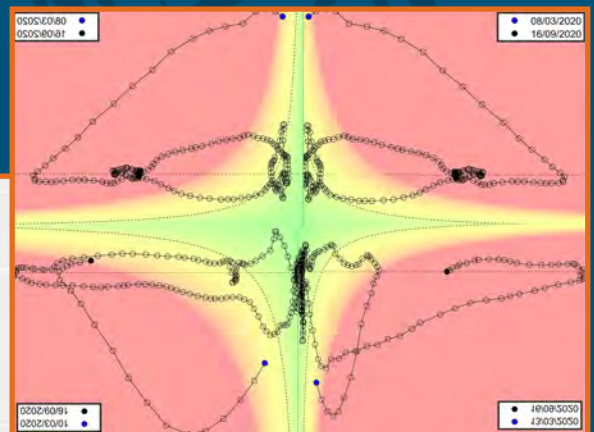
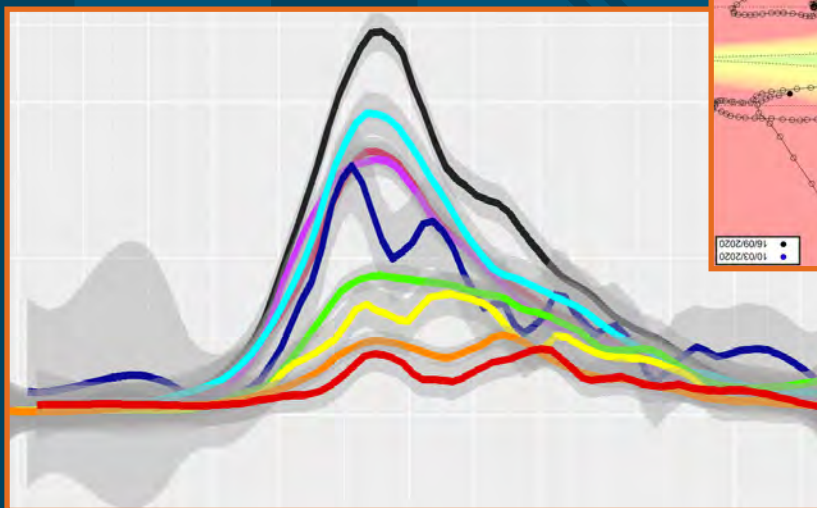
Setembre 2020

25 anys de Cangur

Jornades SCM,  
Matemàtiques i Covid-19

*In memoriam,*  
Josep Vaquer i Pep Bujosa

Conversa  
Joaquim Serra i Sebastià Xambó



Composició: pintant de colors la covid-19 (Font imatges originals: BIOCOMSC, AQuAS)



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](mailto: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.

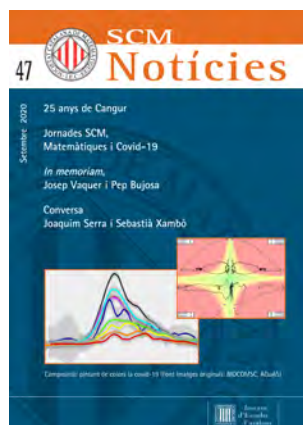
A escala internacional: és sòcia de ple dret de la **Societat Matemàtica Europea** (EMS), està representada en la **Unió Matemàtica Internacional** (IMU) a través de l'adhesió al **Comitè Espanyol de Matemàtiques** (CEMAT), té representació a **Kangourou sans Frontières** (AKSF) i al **Centre Internacional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

## SCM/Notícies Setembre 2020. Número 47

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

Editora en cap: Montserrat Alsina i Aubach  
[scm.noticies@correu.iec.cat](mailto:scm.noticies@correu.iec.cat)

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



Col·laboradors núm. 47: J. Alemany, L. Almor, L. Alsedà, T. Alsina, J. Amorós, B. Ancochea, A. Avinyó, I. Baldomà, R. Barceló, S. Belmonte, A. Benseny, M. Berini, G. Blanco, M. Blanco, F. Blasco, D. Bosch, M. Bras, L. Brustenga, J. Burillo, O. Busquets, R. Camps, C. Capdevila, J. J. Carmona, R. Carulla, C. Casacuberta, A. Casals, M. Casals, J. Cases, C. Cascante, M. Castellet, B. Clotet, J. Chamorro, X. Cuadras, C. Curràs, J. Delgado, G. Duarte, M. Esteller, G. Flaquer, L. Farré, P. Fornals, M. Garrich, M. Gené, C. Giménez, J. Girbau, A. Gomà, X. Gràcia, I. Guevara, M. Guinjoan, D. Herbera, R. Homs, J. Jareño, X. Jarque, D. López, S-C. López, M. Majó, S. Manrique, S. Margelí, J. P. R. Márquez, M. Martínez, A. de Mier, P. Miraglio, J. M. Miret, O. Mitjà, J. M. Mondelo, M. Monge, J. Orobítg, C. Pantazi, P. Pascual, M. Pi, C. Prats, M. Prats, D. Ramos, X. Roca, L. Rodero, M. Roy, J. Rué, A. Ruiz, Q. Sallés, M. Sanz-Solé, J. Serra, E. Tramuns, M. Travé, A. Turull, M. Vall, E. Ventura, P. Viader, P. Vidal, M. Vilà, D. Villuendas, B. Violet, J. Vives, S. Xambó, S. Zarzuela.

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  | La veu del MMACA                           |     |
|   |    | El MMACA confinat, S Belmonte              | 58  |
| <b>La SCM informa</b>                           |    | <b>Contribucions</b>                       |     |
| Informes de la Junta                            |    | Josep Vaquer i Timoner, <i>in memoriam</i> | 60  |
| Report de la Junta, I. Baldomà                  | 3  | En record d'en Pep Bujosa                  | 70  |
| Informe de la presidència, D. Herbera           | 4  | Dia Internacional de les Matemàtiques      |     |
| Internacional                                   |    | L'IDM 2020 al món, D. Ramos                | 73  |
| La columna de l'EMS, J. Chamorro                | 5  | Entrevista a Christiane Rousseau           | 75  |
| Activitats internacionals, D. Herbera           | 8  | IDM314Cat, R. Carulla, M. Alsina           | 78  |
| Publicacions                                    |    | Projecte DiMa, J. Alemany                  | 80  |
| La ciència absoluta de l'espai, P. Pascual      | 11 | Projectes de recerca                       |     |
| <b>Activitats de la SCM</b>                     |    | Projectes MTM, X. Jarque i E. Ventura      | 81  |
| 25 anys de Cangur                               | 12 | Conversa a dues bandes                     |     |
| Jornades SCM Matemàtiques i Covid-19            | 19 | Joaquim Serra i Sebastià Xambó             | 85  |
| Premis i convocatòries                          | 27 | La pregunta de la <i>SCM/Notícies</i>      |     |
| Concursos                                       |    | Covid-19, matemàtiques i societat          | 93  |
| Copa Cangur, M. Guinjoan                        | 30 | Treballs destacats                         | 98  |
| Marató, esprint i altres, D. Bosch <i>et al</i> | 31 | <b>Matemàtiques arreu i recursos</b>       |     |
| El TeleCangur, M. Martínez                      | 34 | Racó històric                              |     |
| VídeoMAT, Cesire                                | 36 | Maria Gaetana Agnesi,                      |     |
| Activitats amb ajut de la SCM                   |    | M. Blanco                                  | 106 |
| IRTATCA Follow Up, S. Zarzuela                  | 37 | Bits de matemàtiques                       |     |
| Jornada GeoGebra, B. Ancochea                   | 39 | Un tastet de topologia algebraica          |     |
| Maryam Mirzakhani, A. de Mier                   | 42 | L. Brustenga i M. Prats                    | 112 |
| Planter de Sondeigs i Experiments               | 43 | Matemàtiques i empresa                     |     |
| <b>Notícies comunitat matemàtica</b>            |    | Col·laboració amb SEAT,                    |     |
| Matemàtiques a la UAB                           |    | M. Esteller <i>et al.</i>                  | 114 |
| Activitats UAB, J. Orobitg                      | 45 | Matemàtiques i música                      |     |
| Des de la biblioteca, R.Camps <i>et al</i>      | 46 | Conferència de Pilar Bayer, M. Bras        | 117 |
| Matemàtiques a la UB                            |    | La matemàtica artística d'Escher           |     |
| Activitats UB, A. Benseny                       | 47 | i Ligeti, L. Farré                         | 118 |
| Des de la biblioteca, M. Garrich                | 48 | "La La Lab", D. Ramos i B. Violet          | 121 |
| Matemàtiques a la UPC                           |    | Matemàtiques, llengua i societat           |     |
| Activitats primavera, P. Burillo                | 49 | Pleguem en català, E. Tramuns              | 125 |
| Jornada de docència, Ch. Pantazi                | 50 | Parlem de llibres                          |     |
| Des de la biblioteca, G. Flaquer                | 51 | Llibres d'en Josep Pla, S. Xambó           | 127 |
| Matemàtiques a la UdG                           |    | Literatura i matemàtiques,                 |     |
| Presentació del IMAE, A. Avinyó                 | 52 | X. Roca i P. Vidal                         | 129 |
| La veu del CRM                                  |    | <i>Reaching the moon</i> , G. Flaquer      | 130 |
| Math4COVID i KBOX-CRM, Ll. Alseda               | 54 | <b>Reptes</b>                              |     |
| La veu de la FFSB                               |    | Problemes, J. Rué                          | 131 |
| Nous camins, temps estranys, X. Jarque          | 56 | Matemots, X. Gràcia                        | 135 |

Montse Alsina  
Editora *SCM/Notícies*

Benvolguts socis i amics de la SCM,

“Són temps excepcionals; aquest curs el recordarem sempre”. Així començava l’editorial del número 46, en referència a la tardor del curs 2019-20. Però les mateixes paraules s’apliquen a aquest número de la revista *SCM/Notícies*, que conté escrits d’activitats, notícies i reflexions des del febrer fins al setembre, que hem encetat el curs 2020-21. En el moment d’escriure aquest editorial, ja són vigents, entre d’altres, les mesures que restringeixen la docència universitària al mode telemàtic, per reduir mobilitat i interacció social. Són, doncs, uns mesos incerts, que encarem amb la voluntat que el balanç de les mesures sigui positiu, o tan poc negatiu com sigui possible, i que la gestió de la salut i l’economia sigui feta amb coneixement i centrada en el bé de les persones.

La reacció a la covid-19 és el tema que ocupa i preocupa la majoria de la societat, i les matemàtiques hi tenen un paper prou important, com podem llegir a la crònica de les Jornades SCM Matemàtiques i Covid-19 i també traspua en altres articles. Cal agrair la dedicació de moltes persones de la comunitat matemàtica, que treballen de valent per millorar la situació, amb molt bona feina des del seu lloc, sigui en la investigació, la gestió o la docència a tots els nivells. La secció de la pregunta de la *SCM/Notícies*, plantejada de manera oberta a les xarxes socials, resumeix algunes respostes a com creïem que ha influït la covid-19 en la percepció social de la importància de les matemàtiques. Malauradament, la covid-19 també ha ocasionat pèrdues de familiars, companys i companyes, i en especial volem fer memòria de Josep Vaquer i Pep Bujosa, a qui dediquem uns merescuts articles *in memoriam*.

Vivim, doncs, el present, però sense oblidar el que ens ha aportat el passat, i treballem amb esperança, per un futur millor. Com a exemple, apareixen força referències a números previs de la revista, que posen en valor la feina feta per editors i col·laboradors anteriors, i ens recorden d’on venim. I també, les paraules d’Anna

Vilella, de l’Hospital Clínic, de confiança en les matemàtiques de cara al futur.

No hi ha cap dubte que la comunitat matemàtica segueix ben activa. En aquest número hi trobareu informació sobre els 25 anys del Cangur, activitats d’universitats i associacions, concursos... Els premis ens mostren el talent dels joves i la feina feta pels més grans, i ens cal felicitar-los i sentir-nos-en orgullosos. La conversa va ser realment molt interessant, i no us perdeu les respostes a la “pregunta”. No hi manquen pas les matemàtiques arreu, amb seccions ja habituals com la d’història, bits o empresa, però trobem a faltar la de matemàtiques i teatre, en què escrivia Pep Bujosa. Hem dedicat la secció d’art a la música i les matemàtiques, i a la part de llibres destaquem un club de lectura matemàtic i la publicació de nous volums de la història de la matemàtica. Per descomptat, us animem a enviar-nos les solucions dels problemes de l’última part.

Tanmateix, la revista no seria possible sense la participació de nombroses persones (en aquest número més de 90) a les quals vull agrair la seva col·laboració. En particular, dono la benvinguda a Judit Chamorro, que escriurà la columna de l’EMS, agafant el relleu de Martí Lahoz, a qui agraiem les aportacions anteriors. La revista és oberta a qui vulgui col·laborar-hi amb la redacció d’una crònica o una reflexió, o com a responsable d’una secció o contacte amb una universitat o associació. Per fer més fàcil que arribi la vostra veu, hem estrenat un correu electrònic propi, [scm.noticies@correu.iec.cat](mailto:scm.noticies@correu.iec.cat), on podeu escriure cartes a l’editora, respondre la pregunta que farem pública a les xarxes, etc. La voluntat és que sigui una revista que us senti vostra, com a persones sòcies de la SCM.

Reitero la invitació a participar, i em resta només desitjar-vos bona lectura, especialment a les persones que teniu a les mans aquesta revista per primera vegada, a qui dono la benvinguda i l’enhorabona com a nous membres de la SCM.

---

---

# La Societat Catalana de Matemàtiques informa

## Informes de la Junta

### Report de la Junta

Inma Baldomá  
Secretària de la SCM

La situació de pandèmia ha estat i continua sent un repte per a tota la societat i, en particular, també per a la comunitat matemàtica. Ens hem adaptat al confinament, a les fases i a aquesta *etapa de represa* amb entusiasme, a vegades amb resignació, però, per sobre de tot, amb una vocació de servei a la societat que, en aquestes circumstàncies, s'ha fet ben palesa.

La comissió Cangur de la SCM va decidir el 15 de març que no es durien a terme les proves Cangur d'enguany. Així i tot, es va proporcionar als centres d'ensenyament el material generat (enunciats, resultats i aplicatius per ajudar a avaluar les proves) perquè el fessin servir com consideressin oportú. D'una manera molt diferent d'altres edicions, però segur que molts/es estudiants han gaudit les proves. Així mateix, s'ha continuat amb les sessions de Bojos per les Matemàtiques i Estalmat, que van patir una curta interrupció fins a Setmana Santa. Un agraïment enorme a tots/es els/les membres de la SCM implicats en aquestes activitats per l'excel·lent feina feta.

La Junta també ha posar el seu granet de sorra i ha organitzat dos esdeveniments telemàtics en aquest període de no presencialitat.

D'una banda, un homenatge a la figura de Myriam Mirzakhani a la *Trobada amb motiu del Dia de les Dones Matemàtiques*, el 12 de maig, amb el visionament del documental *Secrets of the surface*. Amb posterioritat al documental es va dur a terme un cinefòrum amb la participació de Núria Fagella, Dolors

Herbera, Raheleh Jafari, Hugo Parlier i Teresa M. Seara; la moderadora va ser la periodista Àgata Timón.

El segon esdeveniment, ha estat les *Jornades SCM, Matemàtiques i Covid-19*. Aquestes jornades es van concebre en tres blocs diferenciats, però sense restriccions, amb la intenció de fer aquest acte el més inclusiu possible. El primer bloc, amb un caràcter divulgatiu, van ser tres xerrades a càrrec d'Anna Vilella, Xavier Mora i Pere Puig on els/les ponents van introduir l'audiència en la problemàtica epidemiològica, així com en la modelització matemàtica utilitzant eines deterministes i estocàstiques. En el segon bloc, es va fer èmfasi en la recerca més recent en modelització matemàtica, d'epidèmies aplicades a la covid-19. Els/les ponents van ser David Alonso, Àlex Arenas, Xavier Calsina, Amanda Fernández-Fontelo i Sergio Alonso. Vam poder copsar com les matemàtiques, quan es posen al servei de la societat, són més poderoses. El tercer bloc va estar destinat al debat en format de dues taules rodones. La primera, "Modelització matemàtica de la Covid-19, estat de la qüestió i preguntes", va estar moderada per Lluís Alsedà, amb participació d'Alejandra Cabaña, J. Tomás Lázaro, Clara Prats i Joan Saldaña. Es van discutir aspectes com la importància de la recerca matemàtica, la responsabilitat dels científics en general en una situació pandèmica i la necessitat de fer-se escoltar. Respecte a la segona taula, "Com comuniquem la modelització a l'aula i a la societat?", vam gaudir de diversos exemples

d'aula de professorat, per il·lustrar com es pot explicar la modelització als nens i nenes i a la societat en general. Els participants d'aquesta taula van ser Sílvia Cuadrado, Abraham de la Fuente, Carlos Giménez, Sílvia Salvador i Pere Renom (com a moderador).

El congrés Barcelona Mathematical Days, organitzat per la SCM, que hauria hagut de tenir lloc a l'abril, s'ha ajornat a l'octubre.

En l'apartat econòmic, informem que s'han concedit els ajuts del fons de Promoció d'Activitats de la SCM. Es resol, amb un valor total de 4250 euros, concedir les ajudes a les següents iniciatives i activitats: GeoGebra, programa intensiu de recerca: Sistemes Dinàmics i Biologia Sintètica i de Sistemes, Programa intensiu de recerca: Quantitative Finance, Women in Geometry and Topology, Jipi, Planter Sondeigs i Experiments, 11a edició, Les matemàtiques i la vida en STEAM, Remember Maryam Mirzakhani.

La SCM ha participat també en els projectes *Math4Covid* i *Acción Matemática para la Covid* per tal de sumar esforços en la lluita contra la covid-19, des de les matemàtiques.

Els Premis Sant Jordi 2020 de l'IEC es van concedir a mitjans de maig. Dins d'aquests, la SCM, com a filial de l'IEC, convoca dos premis anuals, Emmy Noether, al millor treball de fi de grau, i Evariste Galois, al millor treball de fi de màster, i un de biennal (que aquest any no rebia guardó), Albert Dou, que premia els treballs que contribueixin a fer visible la importància de la matemàtica en el nostre món.

El Premi Emmy Noether ha estat atorgat a Gerard Orriols pel treball *A negative result for*

*hearing the shape of a triangle; a computer-assisted proof*. A més, el jurat va decidir atorgar una menció *ex aequo* a Bartomeu Llopis i Martí Roset pels treballs *Scheme of pairs of matrices with vanishing commutator* i *CM elliptic curves and the Coates-Wiles Theorem*, respectivament. Respecte al Premi Evariste Galois, el guanyador ha estat Eduard Vilalta amb el treball titulat *An overview of uniform Roe Algebras: Asymptotic dimension and real rank* i Marta Salguero ha rebut un accèssit pel treball *Algorithmic Hopf Galois theory*.

Cal mencionar també que el Barcelona Dynamical System Prize 2019, sota el mecenatge del Dr. Carles Simó, es va atorgar a Vadim Kaloshin i Alfonso Sorrentino pel treball *On the local Birkhoff conjecture for convex billiards*, publicat a *Annals of Mathematics*.

L'acte de lliurament dels premis previst per l'abril es va suspendre per la situació sanitària causada per la pandèmia de la covid-19 i es va relitzar l'11 de setembre.

L'EMS atorga 10 premis a joves investigadors cada 4 anys en reconeixement de les seves excel·lents contribucions en matemàtiques. Joaquim Serra (SNF Ambizione Fellow de l'ETH Zurich) ha guanyat un d'aquests prestigiosos premis de l'EMS 2020. Li enviem una gran felicitació. L'entrega de premis es farà l'any entrant en el (posposat) European Congress of Mathematics, que tindrà lloc a Eslovènia.

La pandèmia ha colpit durament la societat. Des de la Junta volem fer arribar el nostre condol més sincer a totes les víctimes de la covid-19. Voldríem recordar especialment Josep Vaquer i Josep Bujosa, tots dos membres de la SCM. Descansin en pau.

## Informe de la presidència

Dolors Herbera  
Presidenta de la SCM

Ja fa més d'un any de l'últim article que vaig escriure per a la revista *Notícies* de la SCM. En aquell moment us volia presentar el nou equip i explicar-vos què s'havia fet com a activitat internacional des de la SCM. Ben bé sembla que faci una eternitat, de tot això. El món se'ns ha capgirat i el futur és molt incert.

A hores d'ara tenim al cap la gent que ens ha deixat víctima de la covid-19; en aquest número us parlarem d'en Josep Vaquer i en Pep Bujosa. Són molts els que, encara que s'hagin mantingut sans i estalvis, han vist un familiar proper afectat per la malaltia. He escrit massa

missatges a companys, donant-los el condol per la pèrdua del pare o de la mare!

A la Societat Catalana de Matemàtiques continuem. El març passat vam haver de suspendre la nostra activitat estrella: la Prova Cangur. En aquell moment, la Comissió Cangur va reaccionar ràpid oferint el Telecangur, i ara ja fa dies que està preparant el Cangur 2021. Estalimat està en marxa, les altres proves i concursos, també.

Vam ajornar a l'octubre el Barcelona Mathematical Days previst per a l'abril passat. Al moment d'escriure aquesta nota, s'estan fent tots els passos per tirar-lo endavant barrejant el mode telemàtic amb la presencialitat que els temps permetin.

Amb l'adaptació als nous temps tots hem descobert que les activitats en línia també tenen

avantatges: podem arribar a més gent i arreu del país. L'esforç per participar és només un clic i una mica de temps a casa.

A la SCM hem mirat de donar veu i coordinar, des de les nostres possibilitats, aquells aspectes en què les matemàtiques poden ajudar en la situació actual. Així han sorgit Math4Covid, i la nostra participació en Acción Matemática contra el Coronavirus. Vam mirar d'explicar-vos-ho a les Jornades SCM Matemàtiques i Covid-19, amb especial cura per arribar no només als investigadors, sinó també al públic en general i, en particular, als docents de matemàtiques de secundària.

En aquest número de la revista *SCM/Notícies* ja us parlaran prou d'aquestes iniciatives. Jo només vull aprofitar l'avinentsa per dir-vos que mirarem de continuar en aquesta direcció.

## Internacional

### La columna de l'EMS

Judit Chamorro Servent

MSCA-IF Universitat Pompeu Fabra, Membre corresponsal EMS-SCM

#### L'EMS celebra 30 anys amb canvis al comitè executiu

Enguany se celebra el 30è aniversari de l'EMS i es planifica una reunió de presidents a Edimburg el 29 d'octubre per celebrar-ho. Malauradament, l'aniversari es presenta amb una situació extraordinària, la de la covid-19, que afecta de manera universal. A causa d'aquesta situació, l'acte organitzatiu més important de l'EMS, el consell semestral, es va haver d'ajornar. En aquest acte s'elegeixen els membres del comitè executiu i es decideix el lloc per al proper congrés.

El 4 de juliol va tenir lloc una reunió virtual on es van prendre totes les decisions importants i es preveu una reunió més informativa conjuntament amb la reunió de presidents a Edimburg el 30 d'octubre del 2020.

Entre els canvis més importants anunciats recentment hi ha:

- Valentin A. Zagrebnov, cap d'edició del butlletí EMS des del juny del 2016, va deixar la seva posició el 30 de juny de 2020 després de publicar-ne el núm. 116. En el butlletí, Zagrebnov suggereix fermament que el comitè executiu de l'EMS convidi M.Th. Rassias i F.P. da Costa a continuar la seva tasca com a membres de l'equip editorial a partir de l'1 de gener del 2021 i durant els pròxims quatre anys.
- Jorge Buescu va ser nomenat vicepresident de l'EMS a partir del 2021. Buescu és un expresident de la Societat Matemàtica Portuguesa.
- Jiří Rákosník va ser elegit secretari per a l'EMS, en substitució de Sjoerd Verduyn Lunel. Rákosník ha treballat amb l'EMS en diverses capacitats anteriorment, a més d'aportar una gran experiència al servei d'altres organismes matemàtics i científics europeus i txecs.

- En la votació dels membres del comitè executiu de l'EMS (CE) es va escollir Frédéric Hélein, Barbara Kaltenbacher, Luis Narváez, Beatrice Pelloni i Susanna Terracini.

## Difusió científica i comunicació

Coincidint amb el 30è aniversari, l'EMS Press ha llançat la seva nova plataforma web, <https://ems.press/>, i inicia una iniciativa d'accés obert orientada a la comunitat "Subscribe to open" ("Subscribiu-vos en obert") per a les seves publicacions: <https://ems.press/subscribe-to-open>.

La base de dades zbMATH (Zentralblatt für Mathematik) es convertirà l'any vinent, 2021, en una plataforma d'accés obert de matemàtiques. Klaus Hulek i Olaf Tschke explicaven en el butlletí del passat mes de juny de l'EMS: "Amb zbMATH i MathSciNet hi ha dues referències de qualitat i sistemes independents, i es proporciona així un excel·lent accés al publicat en la literatura. Una proporció creixent de publicacions matemàtiques ja estan disponibles a través de serveis oberts com ara arXiv o EuDML". I remarcaven que "L'accés lliure als recursos interconnectats i anotats serà una base imprescindible de la investigació matemàtica en el futur".

Seguint amb la difusió, però també amb la comunicació de les matemàtiques als *no tan experts*, volem destacar les activitats que s'estan organitzant per al Dia Internacional de les Matemàtiques (IDM) del 14 de març del 2021. Podeu trobar algunes idees, o organitzar i fer ressò dels vostres esdeveniments durant aquest dia a <https://www.idm314.org/organize.html>.

Pel que fa a la igualtat de gènere, l'EMS anuncia el tercer butlletí del Committee for Women in Mathematics (CWM)<sup>1</sup> i destaca les activitats que es van celebrar el 12 de maig en la celebració de la Dona en Matemàtiques.<sup>2</sup>

## Congresos i seminaris futurs

El Congrés Europeu de Matemàtiques 8ECM a Portorož, Eslovènia, va haver de ser ajornat donada la pandèmia global causada per la

covid-19. Està previst del 20 al 26 de juny de 2021. Una de les novetats de l'esdeveniment serà un format *streaming online*, amb la possibilitat d'una participació electrònica completa i activa, a més del format regular de la conferència. Consulteu <https://8ecm.si/news/68> per obtenir-ne més informació. S'han reobert les convocatòries per a conferències de minisimposi i satèl·lit (<https://8ecm.si/news/71>).

S'anuncia que el 9è Congrés Europeu de Matemàtiques se celebrarà el 2024 a Sevilla. Podeu trobar els detalls de la conferència prevista a [www.ecm2024sevilla.com](http://www.ecm2024sevilla.com).

Els comitès organitzadors de l'ICMI i l'ICME-14 també van decidir ajornar la sessió original i celebrar l'ICME-14 de l'11 al 18 de juliol del 2021 a l'East China Normal University (Campus Putuo). El sistema de registre continua obert. Podeu trobar-ne la informació actualitzada a <https://www.icme14.org/static/en/index.html>.

L'ICME-15 (15th International Congress on Mathematical Education) tindrà lloc a Sydney, Austràlia del 7 al 14 de juliol del 2024.

Nombrosos congressos, conferències, reunions científiques i tallers han estat cancel·lats o ajornats. Com a conseqüència, molts grups utilitzen seminaris i conferències *online* en què tothom pugui participar. En les pàgines web <https://www.mathunion.org/corona> i <https://researchseminars.org/> podeu trobar un recull de diferents iniciatives internacionals passades i futures.

## Premis recents destacats

Tot i que els guanyadors dels premis EMS hauran d'esperar fins al juny del 2021 per donar la seva xerrada al congrés 8ECM (ajornat per la situació covid-19), els guardonats ja han estat anunciats a <https://8ecm.si/prizes>. Entre ells cal destacar:

- El català Joaquim Serra, guanyador d'un dels 10 premis EMS que s'atorguen cada quatre anys a joves investigadors de menys de 35 anys, de nacionalitat europea o que treballin a Europa, en reconeixement d'excel·lents contribucions en matemàtiques. Aquests premis

<sup>1</sup><https://www.mathunion.org/fileadmin/CWM/Initiatives/CWMNewsletter3.pdf>

<sup>2</sup><https://may12.womeninmaths.org/ideas>



són finançats per la Fundació Compositio Mathematica i EMS Press. Joaquim Serra ja havia estat guardonat amb diferents premis, entre els quals, el premi Josep Teixidó de la SCM el 2016. Trobareu més informació sobre la seva recerca i el seu currículum a <https://8ecm.si/prizes/57>.



Joaquim Serra guardonat per l'EMS

- Arnulf Jentzen, guanyador del Premi Felix Klein. El premi Felix Klein ofert per l'Institut Fraunhofer de Matemàtiques Industrials de Kaiserslautern s'atorga a un científic, o a un grup d'almenys tres científics, de menys de 38 anys per utilitzar mètodes sofisticats per donar una solució excepcional, que compleix la satisfacció completa d'un problema industrial difícil.
- Karine Chemla, guanyadora del premi Otto Neugebauer per treballs altament originals i influents en el camp de la història de les matemàtiques que milloren la nostra comprensió sobre el desenvolupament de les matemàtiques o una matèria matemàtica en qualsevol període i en qualsevol regió geogràfica.

L'Acadèmia Noruega de Ciències i Lletres ha concedit el Premi Abel el 2020 a Hillel Furstenberg (Universitat Hebrea de Jerusalem) i Gregory Margulis (Universitat Yale) "com a pioners en l'ús de mètodes de probabilitat i dinàmica en teoria de grups, teoria de nombres i combinatòria". Podeu trobar-ne més informació a <https://www.abelprize.no>.

El 2020 ShawPrize en Ciències Matemàtiques ha estat atorgat a Alexander Beilinson (Chicago) i David Kazhdan (Universitat Hebrea) per les seves contribucions profundes a la teoria de la representació i moltes altres àrees de les matemàtiques.<sup>3</sup>

### Convocatòries d'ajuts europeus

La convocatòria MSCA-IF postdoctoral i la MSCA-COFUND 2020 (cofinançament de programes regionals, nacionals i internacionals) han estat obertes fins al 9 de setembre i el 29 de setembre, respectivament (<https://ec.europa.eu/research/mariecurieactions/>).

La convocatòria ERC Advanced Grants va estar oberta fins al 26 d'agost. (<https://erc.europa.eu/funding/advanced-grants>).

Igual que en les transicions anteriors entre els programes marc de recerca i innovació consecutius de la UE, el calendari de les convocatòries de l'any inicial d'Horitzó Europa pot diferir del calendari de convocatòries del 2020. Es preveuen totes les convocatòries ERC monobeneficiàries (Starting, Consolidator, Advanced Grants, PoC) el 2021 i el 2022, però les dates d'obertura i tancament es canviaran, de manera que les primeres convocatòries només es posaran en marxa el gener del 2021.

Probablement la convocatòria Synergy Grant s'inclourà de nou al programa de treball 2022. La intenció del Consell Científic és obrir aquesta convocatòria l'estiu de 2021 amb data límit al novembre del mateix any. No es preveu que cap canvi afecti els períodes d'elegibilitat dels candidats que solliciten subvencions *starting* i *consolidator*.

Finalment, cal destacar que un comitè d'identificació independent creat per la CE ha iniciat la recerca de possibles candidats per formar part del Consell Científic del Consell Europeu de Recerca (ERC). Es van acceptar candidatures fins al 30 de setembre (la notícia s'anunciava el 13/07/2020 a <https://erc.europa.eu/news>).

<sup>3</sup><https://www.shawprize.org/laureates/mathematical-sciences/2020>

## Activitats internacionals de la SCM

Dolors Herbera  
Presidenta de la SCM

### European Mathematical Society: 8ECM posposat un any, 9ECM a Sevilla

L'any 2020 havia de ser un any molt intens a l'EMS, però finalment ha estat un any d'ajornaments. La reunió de presidents de l'EMS, que s'havia de fer a Luminy (França) al mes de març es va suspendre a última hora en vista de l'evolució de la pandèmia. El vuitè European Congress of Mathematics, que s'havia de fer al juliol a Portorož (Eslovènia) s'ha ajornat al 20-26 de juny del 2021. Val a dir que s'ha reobert la convocatòria per organitzar-hi sessions especials i minisimpòsiums, el termini acaba el 31 de gener del 2021. Vegeu <https://www.8ecm.si/news/71> per a més informació.

Al mes d'octubre hi havia programat un esdeveniment a Edimburg per commemorar el 30è aniversari de l'EMS. De moment, s'ha posposat a la primavera del 2021.

Habitualment, els dies anteriors a l'ECM es fa la reunió del Consell de l'EMS. L'EMS Council és l'òrgan de govern de l'EMS, on hi ha representants de totes les societats nacionals i dels membres individuals. Com que en total el consell té al voltant d'un centenar de persones de tot Europa, les reunions es fan només cada dos anys.

Aquest any 2020 estava previst fer la reunió del consell a Bled, ciutat situada als Alps eslovens. La reunió presencial es va haver d'anul·lar, i es va substituir per una reunió virtual que es va fer el dissabte 4 de juliol al matí, i en la qual es van tractar només les qüestions inajornables.

Per l'informe del president, Volker Mehrmann, vam saber que l'EMS canviarà el logo perquè tingui un format més adequat per ser usat a les xarxes. També es va informar del bon estat econòmic de la societat, principalment pels beneficis de les publicacions. A més, l'editorial de l'EMS s'ha traslladat de Zuric a Berlín, la qual cosa ha comportat un canvi d'estatus que ha estat molt rendible. Això fa que l'EMS pugui mantenir uns bons estalvis (part d'ells, en fons d'inversió!) i, a més, vol incrementar el nombre d'activitats que fa. Fa més escoles d'estiu,

i passa a organitzar també *flagship summer schools* sobre temes especialment capdavanters, i organitzar congressos específics. Tot plegat, a la reunió es va aprovar un pressupost per al 2021 de més de mig milió d'euros.

A la reunió es van escollir nous membres del comitè executiu. El vicepresident: Jorge Buescu (Portugal) i el secretari Jiří Rákosník (República Txeca), que van ser proposats pel mateix comitè executiu. També es van escollir cinc vocals; d'entre les set candidatures presentades van sortir escollits Frédéric Hélein (França), Barbara Kaltenbacher (Àustria), Luis Narváez (Espanya), Beatrice Pelloni (Gran Bretanya), i Susanna Terracini (Itàlia).

El tema estrella de la reunió va ser l'elecció de lloc on es farà el 9ECM. Es presentaven les candidatures de Lisboa i de Sevilla. Totes dues van fer presentacions molt bones, però a la votació es va imposar la de Sevilla, que ja era la segona vegada que es presentava. Així, el 9ECM es farà a Sevilla el 2024, <https://www.ecm2024sevilla.com>

Tot i que es posposés el 8ECM, sí que s'han anunciat els Premis EMS. Com ja us vam informar al seu moment, la comunitat matemàtica catalana està especialment contenta perquè, entre els 10 joves guanyadors, hi ha en Joaquim Serra. Matemàtic català format a la UPC dins del grup d'equacions en derivades parcials liderat per en Xavier Cabré, i actualment establert a Zuric. Enhorabona, Joaquim!

Hem estrenat nou corresponsal de l'EMS. La feina d'aquest corresponsal consisteix a fer de pont entre les dues societats. Per exemple, s'encarrega de comunicar a l'EMS les últimes notícies de la SCM perquè apareguin al seu *Newsletter*. Durant els últims anys Martí Lahoz (UB) s'ha encarregat d'aquesta tasca. No podem sinó agrair a en Martí la bona feina feta i desitjar-li el millor per al futur. La Judit Chamorro, investigadora a la Universitat Pompeu Fabra, n'ha agafat el relleu des del mes de juny. Gràcies, Judit, per haver acceptat el repte!

## **CIMPA: Comitè de Pilotatge i Assemblea General**

En l'anterior número de la *SCM/Notícies*, en Joan Carles Lario, oficial científic de l'equip executiu del Centre Internacional de Matemàtiques Pures i Aplicades (CIMPA), ja ens va explicar molt bé quina mena d'institució és el CIMPA. La Societat Catalana de Matemàtiques, com a membre institucional del centre, té un representant al seu Comitè de Pilotatge i a l'Assemblea General.

El Comitè de Pilotatge es va reunir al gener a Valladolid. La seva tasca principal va ser l'aprovació de les escoles CIMPA per a l'any 2021. Les escoles CIMPA són cursos avançats de matemàtiques que es fan en països en vies de desenvolupament i amb dificultats econòmiques. Cal destacar que, en aquestes escoles s'aplica una política molt activa per mirar d'arribar a la igualtat de gènere. En els projectes d'escola hi ha d'haver, com a mínim, un 30% de dones involucrades entre l'organització i l'equip docent.

En aquesta reunió també es va anunciar que CIMPA ha obtingut un ajut de la Simons Foundation per finançar les escoles i el programa de beques CIMPA. Aquest programa, en el qual també participa el Centre de Recerca Matemàtica, ofereix beques a investigadors joves de països en desenvolupament perquè participin en programes temàtics a Europa.

El nou director executiu del CIMPA, Christophe Ritzenthaler (Universitat de Rennes 1, França), va aprofitar per presentar les línies d'actuació per al futur. Es va obrir un interessant debat sobre qüestions d'interès general: com es pot mirar d'arribar més al continent africà? Què més es pot fer per ajudar els països amb problemes? Com es pot potenciar que el talent no emigri del país d'origen? No hi ha respostes fàcils a aquestes preguntes, però el fet que es mantinguin aquesta mena de debats demostra l'alt nivell de compromís del CIMPA amb la feina que fa.

Al setembre es va reunir, ja telemàticament, l'Assemblea General del CIMPA. Tal com passa amb l'EMS, la varietat geogràfica dels membres de l'assemblea fa que les reunions a distància no puguin ser més que un substitut pobre de les

presencials. Tot i així, calia fer-la per tractar temes ineludibles.

Es va informar de l'ajornament d'una gran majoria de les escoles de l'any 2020, així com que el pressupost no gastat es passava a l'any vinent. Vam saber que l'estat espanyol no ha fet efectiva la contribució econòmica que, en principi, té compromesa amb el CIMPA. És un problema que ja fa un temps que s'arrossega.

Els punts importants de la reunió van ser la votació per omplir les vacants del comitè executiu, així com l'aprovació de les propostes de nous membres individuals del CIMPA.

El director executiu va informar que es faran vídeos i s'organitzaran xerrades per explicar la feina que fa el CIMPA. Des de la SCM també esperem poder contribuir a aquesta difusió i, així, animar-vos a proposar escoles i a fer-vos-en membres individuals.

## **Comitè Espanyol de Matemàtiques**

El Comitè Espanyol de Matemàtiques (CEMat) és l'organització adherida a la International Mathematical Union (IMU) de l'estat espanyol. Està constituït per una sèrie d'entitats relacionades amb les matemàtiques, entre les quals les societats matemàtiques de l'estat. A més de la SCM en formen part les societats RSME, SEIO, SEMA, així com la RACEFYN, també instituts de recerca BCAM, REDIUM, ICMAT, des d'aquest any també el CRM, i també societats i entitats més enfocades a aspectes docents, tant de secundària com d'universitat, com CDM, FESPM i SEIEM.

Aquest últim any el CEMat ha passat per un procés de refundació important. S'han preparat uns estatuts perquè es constitueixi en federació d'entitats, i així passar a tenir identitat jurídica. A falta de petits retocs, els estatuts van quedar aprovats en una reunió al febrer a Madrid. Els tràmits finals d'aquest procés van quedar interromputs per la pandèmia, però de ben segur que continuaran tan aviat com sigui possible.

En aquest procés s'ha ampliat l'equip directiu, que era de president i secretari, amb un vicepresident. El càrrec de president l'ocupa actualment Alfonso Gordaliza (Universitat de Valladolid), proposat per la Societat Espanyola

d'Estadística i Investigació Operativa (SEIO) i la Societat Espanyola de Matemàtica Aplicada (SEMA). La vicepresidència l'ocupa María Jesús Carro, proposada per RSME, i la secretaria l'ocupo jo mateixa com a presidenta de la SCM.

Des del CEMat també s'ha engegat la iniciativa Acció Matemàtica contra el Coronavirus (<http://matematicas.uclm.es/cemat/covid19>), la qual cosa ha portat el president del CEMat a formar part d'un parell de grups d'experts assessors del govern espanyol, un que depèn del Ministeri de Ciència i Tecnologia i un altre del Ministeri d'Afers Estrangers. Sempre són bones notícies, que la comunitat matemàtica estigui representada a aquests nivells.

Un altre tema en el qual s'ha estat especialment proactiu és el de la nova llei d'educació, la LOMLOE, i la preocupació davant del fet que les matemàtiques deixin de ser obligatòries en algunes branques del batxillerat. Arran dels articles de premsa signats per entitats científiques, declaracions de diverses institucions i,

fins i tot, una campanya a [Change.org](https://www.change.org) es va aconseguir tenir una reunió amb representants del Ministeri d'Educació. La conclusió principal va ser el compromís de crear una comissió, amb representants del ministeri i de la comunitat matemàtica, per dissenyar les assignatures de matemàtiques del batxillerat. El CEMat ha estat l'encarregat de nomenar els matemàtics que formen part d'aquesta comissió i, en el moment d'escriure aquest article, estan pendents de començar a treballar-hi. L'Abraham de la Fuente i la Iolanda Guevara en formen part; des de la SCM els agraïm que hagin acceptat fer aquesta feina.

El CEMat va ser l'entitat que va promoure que l'estat espanyol fos país associat al CIMPA. La permanència d'Espanya com a país associat al CIMPA perilla perquè no s'està pagant la quota pactada. Des del CEMat s'estan fent esforços importants per trobar una solució, i mirar que se signi un conveni entre el Ministeri de Ciència i Tecnologia i el CIMPA en el qual es renovin els compromisos adquirits.

## Publicacions

Montse Alsina

Vocalia de publicacions de la SCM

En aquesta secció inclourem informació i presentació de novetats de les publicacions de la Societat Catalana de Matemàtiques que, a més d'aquesta revista, inclouen el *Butlletí*, la revista electrònica *Reports@SCM*, publicacions electròniques i el NouBiaix, en col·laboració amb Feemcat.

Començarem amb la col·lecció *Publicacions de la SCM*, que podeu trobar al portal de publicacions de l'IEC o al web de la SCM<sup>4</sup>. Té com a objectiu publicar electrònicament en llengua catalana, amb caràcter obert, treballs de recerca, de divulgació, de didàctica i, en general, obres de temes matemàtics d'interès ampli, adients com a llibres. Actualment comptem amb 7 monografies publicades.

L'editor actual és en Pere Pascual, que a continuació ens presenta el número publicat

aquesta primavera, gràcies a la valuosa tasca d'Agustí Reventós, gran col·laborador d'aquesta col·lecció. Al número 39 de la *SCM/Notícies* (pàg. 39-40) es descrivia una altra aportació seva.



<sup>4</sup><https://scm.iec.cat/publicacions-electroniques/>.

## La ciència absoluta de l'espai

Pere Pascual

Editor Publicacions Electròniques

Des del maig podeu trobar al web de la SCM l'obra de János Bolyai *La ciència absoluta de l'espai*, traduïda i comentada per Agustí Reventós. Publicada com a volum 7 de la col·lecció *Publicacions electròniques de la SCM*, ofereix a la comunitat matemàtica de parla catalana una obra cabdal del desenvolupament de la geometria al segle XIX.

El text, escrit originalment en llatí, va ser traduït a diversos idiomes entre mitjans del s. XIX i principis del XX, com l'alemany, el francès o l'anglès. L'Agustí ens n'ofereix una curiosa traducció directa del llatí, tenint presents algunes d'aquestes traduccions clàssiques.

L'edició que presentem va molt més enllà de la traducció de l'escrit de János Bolyai. L'Agustí Reventós n'elabora, a més, una versió lliure que combina la fidelitat a l'original i una lectura actualitzada del seu contingut, facilita el seguiment de l'obra de Bolyai i acompanya el lector no avesat als textos clàssics en l'estructura i el contingut d'aquesta petita joia. Mentre que la traducció del text original ocupa unes 40 pàgines, la versió lliure es desenvolupa a través de més de 60, en les quals l'autor segueix estrictament l'estructura de l'escrit de Bolyai, i identifica ara els diferents apartats amb un títol que permet reconèixer-ne més fàcilment el contingut i la distribució dels resultats que s'hi presenten. La versió lliure segueix els raonaments originals, redactats ara seguint els estàndards actuals de proposició/demostració, ampliant-ne el desenvolupament en alguns punts i afegint algunes notes a peu de pàgina que aclareixen, entre altres aspectes, algunes notacions o certes suposicions implícites en el text principal.

Però, quin és el contingut de l'obra de János Bolyai? Deixem que el mateix Agustí ens en parli mitjançant l'escrit de presentació que ens va fer arribar.

“L'any 1832 el matemàtic hongarès Farkas Bolyai va publicar un llibre titulat *Tentamen juventutem studiosam in elementa matheseos purae elementaris ac sublimioris, method intuitiva, evindentiaque huic propria, introducendi*.

En aquest llibre hi apareix un apèndix escrit pel seu fill János. El tema d'aquest apèndix és el cinquè postulat d'Euclides, conegut com Axioma XI en aquell temps, per la influència de diversos textos que incloïen les nocions comunes entre els postulats.

En unes 26 pàgines János desenvolupa a partir dels axiomes de la geometria de l'espai, sense usar el cinquè postulat, una nova geometria, totalment consistent, en la qual es compleixen tots els postulats d'Euclides excepte el cinquè.

L'eina fonamental que li permet tirar endavant és l'horoesfera: trajectòries ortogonals a feixos de rectes paral·leles. Veu que la geometria de l'horoesfera, on les rectes són ara els horocicles, és euclidiana. Projectant llavors figures del seu espai sobre els horocicles i aplicant geometria euclidiana aquí, pot demostrar molts resultats de l'avui coneguda com a geometria hiperbòlica: teorema del sinus (en un triangle la relació entre el sinus d'un angle i el sinus hiperbòlic del costat oposat és constant), longitud del cercle ( $2\pi \sinh(r)$ ), angle de paral·lelisme ( $\Pi(y) = 2 \arctan(e^{-y/R})$ ), etc.

Va ser capaç també de tractar amb encert el tema d'àrees i volums, complicat en geometria hiperbòlica on no hi ha quadrats; les àrees són essencialment les derivades dels volums. Com li va dir János al seu pare: ‘de no res he creat un món nou i diferent!’. Un món on es pot quadrar el cercle, com diu ja János al títol.

Aquest treball ha tingut una influència extraordinària no solament en el desenvolupament de la matemàtica, sinó en la història de la ciència en general, en la filosofia, la física, etc. Per tot això, i perquè la versió original és molt condensada i difícil de llegir, ens va semblar convenient tenir-ne una versió en català.”

Tenim davant una aportació excel·lent d'Agustí Reventós a la bibliografia matemàtica en català; des d'ara no només disposem de l'apèndix de János Bolyai en la nostra llengua sinó que a més disposem d'una valuosa relectura que contribuirà, sens dubte, a la seva difusió i gaudi.

---

---

# Activitats de la Societat Catalana de Matemàtiques

## 25 anys de Cangur

### 25 anys i XXV Cangur

Antoni Gomà Nasarre

Premi Matemàtiques i Societat 2020 de la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer (IEC)

Aquest any 2020 s'havia de celebrar la 25a edició de la Prova Cangur de la SCM. La primera edició va ser el 1996, però, de fet, quan aquesta revista veu la llum ja fa 25 anys que la SCM va començar la difusió i la preparació d'aquesta activitat.

Quan vaig rebre la proposta de col·laborar en aquest número de la revista *SCM/Notícies* per parlar dels 25 anys de Cangur és clar que vaig pensar en el fet d'haver rebut el Premi Matemàtiques i Societat 2020, però hi vaig pensar, sobretot, per insistir en allò que ja va sortir publicat a la web de l'IEC: "Veig el premi com un reconeixement a la tasca, intensa i acurada, de molta gent que forma o ha format part de la comissió Cangur de la SCM".

Per aquesta raó en aquest article és bo que donin la seva opinió persones diverses. En representació de les moltes que ho podrien fer, escrivim les persones que hem fet les tasques de coordinació en la comissió Cangur de la SCM, cadascun amb un punt de vista personal.

Acabaré aquesta introducció amb una frase referida a la meua tasca docent, que també va ser publicada: "Quan constato que he sabut aficionar alguns alumnes perquè vegin aquesta ciència com un repte creatiu, gairebé artístic, ja me'n sento plenament satisfet"... I penso que la Prova Cangur també ha despertat aquesta afició en molt jovent.

### Els orígens del Cangur de la SCM

Sebastià Xambó Descamps

President de la SCM (1995–2002)

Dues iniciatives empreses per la junta de la SCM escollida el 2 de febrer del 1995 van ser endegades immediatament: la publicació de la revista *SCM/Notícies* i la implantació de les proves Cangur a Catalunya.

Pel que fa a la nova revista, la idea era que fos un mitjà d'intercomunicació en el si de la SCM, complementari al *Butlletí*, i es va posar en marxa amb molta cautela publicant-ne el número 0 (N0) aquell mateix febrer, al qual van seguir N1, N2 i N3 apareguts el maig, juliol i

novembre, respectivament, d'aquell mateix any. Val a dir que el format inicial es va mantenir fins al número 31, aparegut el juliol del 2011; va canviar a partir d'aleshores al magnífic format actual.

La idea de les proves Cangur era que fossin unes proves participatives, complementàries a les Olimpíades Matemàtiques, alineades amb les "proves Cangur" que es feien a diversos països d'arreu del món i orientades a fomentar el gust per la resolució de problemes i per

fer matemàtiques en general. També es va començar amb molta precaució fent una prova pilot per a 3r de BUP, enviada el maig del 1995 als centres de secundària, i amb el prec que s'informés de la iniciativa de cara a la realització de la primera prova oficial durant el curs 1995/96.

Durant el mes de gener del 1996 s'hi van inscriure 104 centres de tot Catalunya i Andorra i, com un detall característic de l'organització a casa nostra, es van agrupar els concursants en seus que agrupaven alumnes de diversos centres i així es presentava el Cangur com "Lla Festa de les Matemàtiques". La prova es va celebrar el divendres 22 de març del 1996, a les 5 de la tarda, i hi van participar 1.313 concursants. I, en acabar, el mateix divendres, el professorat havia d'entrar les respostes a mà en un disquet i enviar-lo a l'organització. Tot ha canviat molt (ja des del segon any), però es manté ferma i constant la col·laboració del professorat, sense la qual el Cangur no hauria pogut esdevenir la realitat actual.

La revista *SCM/Notícies* ha anat informant puntualment del èxits del nostre Cangur, i és un goig constatar les conseqüències positives, quantitatives i qualitatives, que des d'aquells modestos inicis s'han anat materialitzant.

## Catalunya a Le Kangourou sans Frontières

Pelegrí Viader Canals

Cap de la comissió Cangur de la SCM (1997–2001)

Dels meus anys de contacte directe amb la junta de la SCM recordo que volíem trobar maneres d'aconseguir que tant alumnes com professors tinguessin prou eines per poder superar el respecte que l'Olimpíada Matemàtica suposava. Fruit d'aquestes reflexions van néixer dues iniciatives.

Una primera iniciativa, en la qual vaig participar directament, va ser l'organització d'un Fòrum de Problemes obert a tota la comunitat matemàtica de Catalunya. El professor Josep Pla va ser-ne el coordinador. A aquest Fòrum, que va funcionar durant els cursos 92/93, 93/94 i, parcialment, el 94/95, estudiants de batxillerat hi assistien juntament amb professorat de

El creixement de participació ha estat sempre molt positiu, de l'ordre d'un 10% cent anual en mitjana, i és innegable que els objectius proposats inicialment s'han acomplert amb escreix, reforçats a més per moltes altres activitats. És de justícia reconèixer i agrair la implicació del professorat dels centres, sense la qual aquests resultats haurien estat impossibles.



Pins Cangur, record per als concursants, des del 1r any

Com a president d'aquella junta, que també tenia al davant compromisos com ara el Third European Congress of Mathematics (3ecm), vull agrair a totes les persones que en van formar part el clima de bona entesa en què es van anar fent aquells passos, amb una menció especial a Antoni Gomà per les innombrables sessions de treball conjunt que, al meu entendre, van ser decisives per anar superant successivament les dificultats primerenques que, com en tot projecte nou, sorgeixen imprevisiblement.

secundària i d'universitat, i l'ambient de discussió matemàtica i d'intercanvi d'idees entre els assistents era magnífic! A partir d'aquí van néixer les Sessions de preparació a l'Olimpíada en les quals es mirava d'oferir als possibles participants una mica de formació en resolució de problemes. Poc després, l'any 95, va sorgir una nova idea.

En una reunió de la junta de la SCM, que n'era president Sebastià Xambó, recordo clarament el moment en què el professor Josep Grané ens va dir: "He descobert l'existència d'un concurs matemàtic que s'adreça a estudiants de secundària, amb problemes molt bonics, assequibles i divertits. El concurs porta el

nom de Le Kangourou des Mathématiques i s'organitza des de França amb la participació d'alguns altres països europeus”.

A la junta ens vam quedar una mica perplexos. Ja estàvem organitzant el Fòrum de Problemes i el Josep Grané ens estava demanant d'obrir un concurs adreçat a TOT l'alumnat de 14 a 17 anys de Catalunya. Semblava complicat!

Quan ens va ensenyar el model de problemes del Cangur, crec que tots vàrem quedar seduïts immediatament. Allò eren un tipus de problemes no gaire difícils, de tots els nivells i formats, de fàcil correcció —resposta múltiple— i que podrien engrescar molt nois i noies de Catalunya a adonar-se que les matemàtiques, en el seu aspecte fonamental de resolució de problemes, són, primer de tot, un gran entreteniment!

El Cangur ja es feia a Valladolid, impulsat pel professor Francisco Bellot, que era un entusiasta dels problemes i l'ànima d'un organització molt local —a unes quantes ciutats de Castella. El professor Bellot estava en contacte amb l'organització mare a França i el seu esforç per organitzar les proves representava, d'alguna manera, Espanya dins l'associació internacional Kangourou sans Frontières (AKSF).

L'ajuda del professor Bellot va ser inestimable. Ens va orientar d'allò més per organitzar la primera prova a Catalunya l'any 1996. Ens va donar consells pràctics, ens va proporcionar els problemes oficials per poder-los traduir al català. Ens va simplificar molt la feina i no li estarem mai prou agraïts!

A partir d'aquí, el nostre interès era no haver de dependre de l'organització de Valladolid i poder ser “una seu nacional” del Cangur. La professora Anna Pol i jo mateix vam assistir a la reunió anual de l'associació Kangourou sans Frontières, que aquell any, 1999, se celebrava a Espanya, concretament a Valladolid. Allà vam conèixer el Sr. André Delédicq, el president de l'AKSF, que s'encarregava de la coordinació de tot el concurs en l'edició anual. Aquesta trobada tenia com a principal punt de l'agenda triar els problemes, iguals per a totes les nacions, que eren proposats, resolts i discutits per tots els representants nacionals. Val a dir que el Sr. Delédicq i la representació espanyola present van ser molt comprensius amb nosaltres

i les negociacions perquè Catalunya pogués ser “seu nacional” atès que teníem llengua pròpia i autonomia pel que fa a l'organització escolar. A l'assemblea general que es va celebrar durant aquells mateixos dies, es va comunicar la proposta a la resta de seus i es va acordar que es portaria a votació en l'assemblea de l'any següent. Aleshores, a Katovice (República Txeca) l'any 2000 es va aprovar. Així doncs, Catalunya apareix com a membre nacional a l'associació KSF.



Del web <http://www.aksf.org/countries.xhtml>

I aquí hem arribat, amb un Cangur català que ja ha complert 25 anys, més de cent mil participants i més d'un miler de centres implicats. És un gran orgull per als que vam començar a batallar amb tot allò, que, en aquell moment, semblava molt difícil d'aconseguir i de sostenir en el futur!

Les primeres edicions van ser molt dures. Es disposava de molts pocs recursos, humans i econòmics. S'havien de preparar els textos amb els enunciats dels problemes i els dibuixos que hi figuraven; dissenyar els fulls de respostes; decidir com es corregirien les proves. S'havien de preparar els materials: els quadernets dels enunciats, els fulls de resposta, les instruccions, els llistats de participants de cada centre, els llapis per marcar les solucions, els pins de regal —d'un color diferent per a cada nivell. Tot ben empaquetat i classificat.

La veritat és que eren molt pocs per fer aquestes tasques: jo mateix, com a cap de la comissió; Sebastià Xambó i Josep Grané,



que s'encarregaven de la revisió i traducció d'enunciats i la presentació en  $\text{\TeX}$  i altres aspectes tècnics; l'Antoni Gomà que preparava els disquets per fer la inscripció —així anàvem a l'època. I tots ens posàvem a les ordres de la Núria Fuster, cap administrativa de tot el procés per fer les trameses de materials cap als centres. Ens hi passàvem algunes hores, a les golfes de l'IEC, preparant caixes i caixes que s'havien de repartir per tota la geografia del país. L'ambient, però, era magnífic i, la veritat, ens ho passàvem molt bé!

## El Cangur de la SCM es fa gran

Antoni Gomà Nasarre

Cap de la comissió Cangur de la SCM (2001-2007)

Els primers anys del segle XXI, el Cangur de la SCM va anar creixent, i per això són molts els records que en tinc. En faré només tres pinzellades que acompanyen el fet que des del cinquè Cangur al desè la participació es va doblar i el nombre de centres va augmentar gairebé en un 50%.

### Països Catalans

A partir de l'any 1999, per uns contactes inicials amb la Xarxa Vives d'Universitats i gestions directes de la SCM, el Cangur va ampliar l'àmbit geogràfic.

Inicialment es va fer una seu a la Universitat Jaume I i una altra a la Universitat de les Illes Balears, amb uns pocs centres en cada cas, i posteriorment es va anar ampliant la participació de centres de la Comunitat Valenciana (vinculats a la UPV i la UV), però a les Illes hi va haver dos anys sense Cangur.

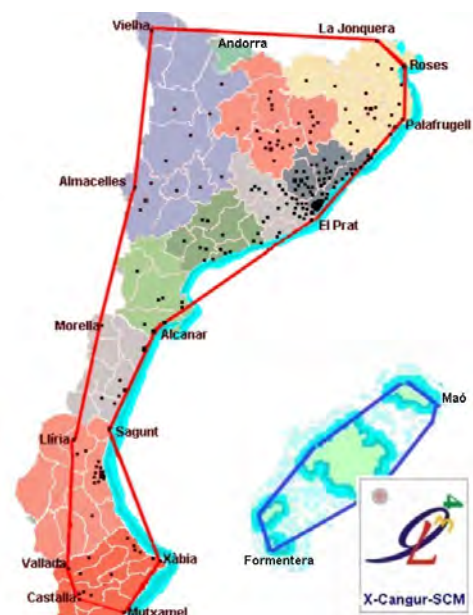
Ara bé, per al 2005, la Societat Balear Xeix va impulsar decididament el Cangur i es va crear una comissió Cangur del País Valencià, amb participació de la Societat Al-Khwarizmi i representants de les diferents universitats mb la incorporació de la Universitat d'Alacant.

Així, el Cangur de la SCM va esdevenir ben certament el Cangur dels Països Catalans, que s'ha consolidat plenament amb tres organitzacions paral·leles, en el marc de la SCM, però amb una comissió de treball conjunta en tots

També vull recordar que el Dr. Vaquer (a qui trobarem molt a faltar després del seu traspàs ara fa uns mesos) revisava els problemes, les solucions i la correcció lingüística. S'havia de fer la redacció en català, ben entenedora i redactada amb precisió. En això el Dr. Vaquer era tot un mestre.

Només tinc bons records d'aquella època i, com ja he dit, em queda l'orgull d'haver contribuït a posar uns quants elements sobre la taula per ajudar a estimular el gust per fer matemàtiques entre les noies i els nois del nostre país.

aquells temes que ho fan recomanable, com ara en la tria i adequació dels enunciats.



El mapa de la participació en el Cangur 2005

No arribàvem “Des de Fraga fins a Maó; des de Salses fins a Guardamar” però ara, el 2020, ja podem dir que un centre de Fraga i d'altres de contrades de parla castellana del Baix Segura participen en el Cangur de la SCM.

### Valuoses col·laboracions

Des de la comissió Cangur sempre manifestem l'agraïment a la col·laboració del professorat dels centres i és de justícia reiterar-ho.

També és molt interessant de fer constar l'agraïment a l'ONCE, que sempre que ha fet falta ha transcrit els enunciats del Cangur al braille i ens ha assessorat per fer altres adequacions i això ha permès que nois i noies amb necessitats educatives especials (NEE) visuals puguin participar en el Cangur.

També vull esmentar la gran ajuda que hem rebut de les universitats per a l'organització en seus, una característica singular en el context de les nacions que fan el Cangur.

Quan es va passar de fer el Cangur el divendres a la tarda (que no hi havia problema per trobar espais als centres) a fer-lo en la data internacional, el tercer dijous de març al matí, el tema de les seus del Cangur es va complicar.

Ara bé, l'any 2000 el campus de la UPC a Manresa i la Universitat de Vic van ser pioneres en l'oferiment d'aules universitàries com a seu del Cangur. I per a mi, que coordinava l'agrupació de centres, es va obrir una porta, de bat a bat. La receptivitat i l'interès que van mostrar a partir del 2001 les universitats va ser remarcable. Totes hi van col·laborar i encara es va fer més viva la "Festa de les matemàtiques" en seus universitàries!

### La SCM en l'associació AKSF

La representació de la SCM en l'associació, internacional AKSF va ser molt ben valorada des de la nostra incorporació, i així va ser com es va acceptar la proposta de fer la reunió anual de l'any 2006 a Barcelona.

A partir dels estatuts de l'associació a Catalunya li corresponia tenir un representant al Bureau/junta directiva de l'AKSF des del míting del 2005 fins al del 2007. Vaig tenir l'honor de desenvolupar aquesta representació i després en va passar a formar part Marta

Berini, ja per elecció de l'assemblea de l'any 2007.

La reunió general va tenir lloc de l'11 al 15 d'octubre del 2006 a l'edifici de la Casa de Convalescència, la seu central de l'IEC, amb la presència de representants de 42 nacions de les 45 que aleshores eren membres de l'AKSF. Es va fer un número especial de l'*SCM/Notícies* en anglès per a tots els assistents, i vull recordar amb emoció dos moments d'aquells dies.

El primer és que a l'assemblea de l'associació cada país hi té una intervenció. Va ser possible que cadascú parlés en la seva pròpia llengua i sortia per pantalla la traducció al francès i a l'anglès, els idiomes de treball de l'AKSF. L'altre és la visita de tot el grup de participants al Parlament de Catalunya.



El MH President del Parlament de Catalunya, Ernest Benach, en la recepció als membres de KSF, amb el seu president Mr. André Deledicq.

Tot plegat m'ha anat animant a dedicar estones del meu lleure a la preparació del Cangur. I sempre he considerat que ho feia amb il·lusió, no pas com una obligació.

## Els anys del meu pas per la junta directiva de l'AKSF

Marta Berini López-Lara

Cap de la comissió Cangur de la SCM i membre del Board de l'AKSF (2008–2017)

L'any 2008, a Berlín, durant la reunió general dels membres de la associació Kangourou sans Frontières (AKSF) per al Cangur 2009, diversos membres em van demanar de presentar-me per formar part de la junta directiva. I vaig

acceptar el repte i fins l'any 2017 a Lucerna, on vaig decidir que era hora de donar pas a gent més jove, he format part de d'un grup de persones que van haver de passar moltes hores reunits per tirar endavant una tasca molt

complexa: marcar les línies de funcionament d'una associació a la qual actualment pertanyen 98 països i que prepara unes proves que cada any fan més de 6.000.000 d'alumnes arreu del món.



Mesa presidencial del míting de l'AKSF

Des de l'any 1993 quan es va fundar, l'associació només havia tingut un únic president (el Sr. André Deledicq, de França) i el 2009 va sortir escollit un nou president, el Sr. Gregor Dolinar, d'Eslovènia, i va ser amb la nova junta que vam haver de liderar una profunda transformació dels estatuts i del funcionament de l'associació.

Entre els temes més importants que vam tractar al llarg d'aquests anys voldria destacar:

- L'actualització dels estatuts, del corresponent reglament i de la pàgina web de l'AKSF.
- La necessitat de l'organització d'una reunió de la junta directiva, uns mesos abans del míting general anual, per poder preparar-lo. L'any 2017, la reunió es va fer a Barcelona.
- L'establiment dels requisits per acceptar les sol·licituds d'ingrés a l'AKSF de nous països i la tasca individualitzada de seguiment dels dos primers anys per constatar si es complien les recomanacions.
- La fixació dels criteris de dificultat de cada nivell de la prova i, en funció d'aquests, les instruccions per a l'acceptació de les propostes d'enunciats.
- La creació de la figura del cap i de l'ajudant dels diferents grups de treball (*student, Junior, Cadet, Benjamin, Écolier* i *Pre-écolier*).
- La contractació d'una persona externa a l'associació amb un alt coneixement d'informàtica que pogués assegurar una seguretat

total dels arxius on hi havia els problemes proposats i, posteriorment, seleccionats.

- La decisió de quina seria la quota d'inscripció per a cada país i el càlcul de quin havia de ser el preu màxim de l'estada dels assistents a les reunions generals.

Crec que al llarg d'aquests nou anys, la feina de la junta directiva de l'AKSF, i la meua en particular, ha aconseguit que l'associació tingui un funcionament més operatiu, més actualitzat i faci més atractiu considerar-se'n membre.

I alhora m'ha permès conèixer un conjunt de persones entranyables, de diferents països, edats i costums amb les quals s'han creat uns vincles d'amistat que seran duradors.

Tots aquests anys també exercia com a cap de la comissió Cangur de la SCM, i el nostre Cangur anava creixent. Dels poc més de 1.000 participants i 100 centres del primer any, l'any 2008 es van superar els 15.000 participants a Catalunya i l'any 2014 van ser 21.583, de 626 centres.

La tasca dels membres de la comissió és de fàcil coordinació perquè tothom hi posa molt de la seva part. Per la meua banda, també participava en la feina global: traducció i adaptació dels enunciats escollits en el míting de l'AKSF, adequació als nostres nivells escolars i revisió acurada, coordinació de les seus de les comarques tarragonines, preparació del material per al dia de la prova i de la tramesa als centres.

Ara bé, col·laborava decididament amb la junta de la SCM en els aspectes institucionals i, molt en especial, en la preparació de l'acte d'entrega de premis, que durant aquests anys se celebrava a les universitats i aquest fet li donava realç. *SCM/Notícies* num. 27 publicava, pel que fa al Cangur 2009:

La singladura es va acabar el dia 25 de maig amb l'acte d'entrega de premis celebrat a l'Auditori de la Universitat Pompeu Fabra, presidit pel president de la Generalitat de Catalunya i el rector de la UPF. Des de la comissió Cangur entenem que aquesta presència és un reconeixement institucional de la feina que ja fa una colla d'anys que portem a terme i ens en sentim honorats.



Acte Cangur 2009 a la UPF

La Prova Cangur estava plenament consolidada i va ser així que, en acabar el Cangur 2014, la Fundació Cellex i el Departament d'Ensenyament van proposar ampliar la franja d'edat del nostre Cangur. També vaig participar en el debat d'una decisió que va cristal·litzar en el 20è Cangur, però serà bo que en parlin altres persones.

## El Cangur de la SCM amplia l'abast de la convocatòria

Joan Jareño, Lluís Almor i Antoni Gomà

Coordiadors del Cangur-Primària, el Cangur-123 i el Cangur dels grans

Durant l'any 2015, al Departament d'Ensenyament hi va haver una especial preocupació per la millora dels resultats de competències bàsiques matemàtiques a l'educació primària. Una de les iniciatives va ser contactar amb la comissió Cangur per a la incorporació del cicle superior de primària a les Proves Cangur. Des del primer moment la comissió va poder comptar amb la col·laboració del CESIRE, una unitat del Departament orientada al suport al professorat i, sobretot, dels 70 Centres de Recursos Pedagògics (CRP) distribuïts per tot el territori que, des de llavors, s'han incorporat a la tasca de recollida de proves i distribució de materials.

Es va constituir una comissió de primària, que va haver de prendre decisions sobre l'adaptació del format de les proves a les circumstàncies dels centres de primària. Entre elles, la més destacable va ser la de la realització de les proves al mateix centre i en horari lliure.



Premis Cangur 2015, 5è de primària. Acte al Paraninfo de la UB, amb la consellera d'Ensenyament, Irene Rigau, i el rector de la UB, Dídac Ramírez

L'excel·lent acollida del Cangur de primària va fer gairebé obligat la incorporació l'any següent dels cursos de 1r i 2n d'ESO al mateix format, amb les proves al propi centre. I s'hi va afegir el 3r d'ESO, que fins aleshores formava part de l'organització original del Cangur, amb agrupació en seus. D'aquesta manera, s'establí una continuïtat des de 5è de primària fins a 2n de batxillerat, amb tres subcoordinacions en l'organització per als que familiarment en diem el Cangur-Primària, el Cangur-123, i el Cangur dels grans.

L'any 2016 la participació en el Cangur-123 va estar per sobre 50.000 alumnes i l'any 2019 es va arribar a més de 72.000.

Aquestes dades indiquen ben decididament que el Cangur és una activitat plenament acceptada i valorada. En concret també donen resposta clara i rotunda a dues qüestions que la comissió va debatre. El fet de passar el Cangur de 3r d'ESO als centres serà ben rebut? El fet de convocar el mateix dia els nivells del Cangur que es fan als mateixos centres i el Cangur dels grans, en seus, serà ben assumit per l'organització dels centres?

Les dades de 4t d'ESO, batxillerat i cicles formatius, que també tenen una participació creixent en el Cangur dels grans, són aquestes: any 2016, a la vora de 18.000 participants; any 2019, més de 21.000, amb un augment de més del 20% en la participació. És així que l'any 2019 la participació global a Catalunya va superar els 125.000 concursants, mentre que el 2016 havien estat poc menys de 90.000. Un

augment en tres anys de gairebé el 40% que ens va fer escriure a la *SCM/Notícies* núm. 45:

[...] Si els diaris generalistes parlessin del Cangur, seria molt possible que posessin un comentari de l'estil *Augment exponencial de la participació en la prova Cangur*" i el cas és que, pel que fa al Cangur gairebé ho encertarien.

Però tanmateix, ara que la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer ha reconegut la tasca del Cangur en el Premi Matemàtiques i Societat, com indirectament ho va fer l'any 2013 quan el va atorgar a Josep Corbella, periodista de *La Vanguardia*, perquè durant dos anys el suplement "Viure a l'estiu" publicà cada dia un problema del Cangur i l'endemà la solució comentada, ens podem referir al que escrivíem a la *SCM/Notícies* núm. 27:

[...] Pensem que potser una activitat que aplega vint mil estudiants fent matemàtiques alhora mereixeria més lloc als mitjans de comunicació... Però tot arribarà!

Ara ja hem arribat als 125.000 i encara ho pensem! Però acabarem amb el record d'una dada del Cangur 2019: en el Cangur-123 hi va participar més del 29% de la població escolar de Catalunya. Sense cap mena de dubte això indica que la Prova Cangur té una gran incidència en la societat catalana.

En la inscripció prevista per al XXV Cangur de la SCM se seguia observant la tònica d'augment que hem viscut any rere any. El Cangur 2020 no s'ha pogut fer com a concurs, però sabem que molts centres l'han fet com a activitat didàctica. I ja treballem per al Cangur 2021!

## Jornades SCM Matemàtiques i Covid-19

### Crònica de les jornades

Montse Alsina, Judit Chamorro i Josep Vives  
Societat Catalana de Matemàtiques

El 13 i 14 de juliol van tenir lloc les Jornades SCM Matemàtiques i Covid-19, una activitat formativa, de reflexió i debat, sobre la modelització matemàtica de la pandèmia covid-19. Van ser unes jornades transversals, organitzades per la Societat Catalana de Matemàtiques, a les quals es va convidar tota la comunitat matemàtica catalana: personal docent i investigador de les universitats i centres de recerca, professorat de l'ensenyament secundari i primari, professionals del món de l'empresa, professionals de la divulgació científica i persones interessades d'altres disciplines, amb l'objectiu de contextualitzar, compartir i aprendre sobre la pandèmia covid-19 en aquests temps difícils.

La comunitat matemàtica catalana no viu aliena a la situació excepcional causada per la pandèmia covid-19. Sabem que els models matemàtics tenen un paper fonamental en la lluita contra aquesta pandèmia i sabem que força grups de recerca catalans estan contri-

buint, amb la seva recerca, al progrés del coneixement en aquest camp. Això és el que volíem explicar i debatre. La motivació de les jornades era la mateixa amb què es va impulsar la iniciativa Math4COVID<sup>5</sup>, organitzada pel Centre de Recerca Matemàtica.

**JORNADES SCM  
MATEMÀTIQUES  
I COVID-19**



**13-14 de juliol 2020**  
Plataforma virtual IEC



Cartell de les jornades

<sup>5</sup>En trobareu informació en aquest mateix número, a la secció "La veu del CRM"

El programa es va organitzar en tres blocs, per facilitar-ne el seguiment:

- Introducció als models matemàtics en epidemiologia, amb xerrades sobre virologia i sobre matemàtiques, la tarda del 13 de juliol.
- La recerca matemàtica feta a Catalunya al voltant de la covid-19, el matí del 14 de juliol.
- Dues taules rodones sobre modelització matemàtica, una sobre l'estat de la qüestió pel que fa a la recerca, centrada en l'experiència personal dels investigadors catalans, i una altra sobre com es pot portar la modelització a l'aula i a la societat en general, la tarda del 14 de juliol.

L'obertura va tenir lloc el 13 de juliol amb Dolors Herbera, presidenta de la SCM; Àlicia Casals, presidenta de la Secció de Ciències i Tecnologia de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC); Francesc Xavier Grau, Secretari d'Universitats i Recerca, i Joandomènec Ros, president de l'IEC.

Com bé destacava Casals, el tema de la covid-19 és un tema multidisciplinari, i com apuntava Grau, la manera en què l'ús de la modelització matemàtica s'ha popularitzat en aquesta crisi marca un abans i després. Ros remarcava fins a quin punt utilitzar models basats en les matemàtiques ens permet tota una sèrie d'ajustos, de prospectives i, eventualment, de canvis de polítiques sanitàries, que altrament, sense els models, no podríem fer més que temptativament.

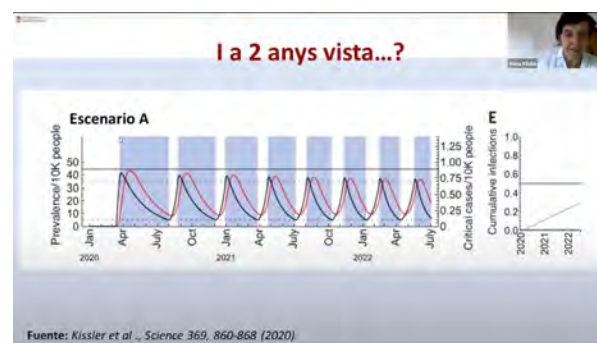
## Ingredients per a una pandèmia, per Anna Vilella

El primer bloc el va obrir Anna Vilella, del Servei de Medicina Preventiva i Epidemiologia de l'Hospital Clínic (UB). La xerrada començava amb dades estadístiques d'afectació i recomanacions de l'OMS, i seguia amb una breu explicació de les característiques del virus, en què el comparava amb coronavirus coneguts, com els causants dels refredats, una explicació didàctica de les espícules d'aquest virus que s'adhereixen als receptors de membrana de les cèl·lules humanes, així com de la resposta inflamatòria que causa la covid-19.

D'una manera molt didàctica, Vilella va explicar com el procés d'afectació de la covid té

lloc als alvèols. El virus provoca una resposta inflamatòria innata, que pot ser una hiperresposta en casos greus, i allibera tot de substàncies químiques, les citocines. En condicions normals, la paret del capil·lar alveolar té una certa permeabilitat, però no deixa passar la sang ni el plasma. En canvi, amb la resposta inflamatòria, la paret es torna més permeable i el líquid produeix dificultats respiratòries. A més, les parets s'eixamplen i hi ha alteracions en les cèl·lules circulant per aquests capil·lars i alteracions de la coagulació, per tant els pacients pateixen trombosis greus.

Vilella no només va parlar de temes clínics i biològics, sinó que també va fer èmfasi en diferents models de transmissió, i en quants morts s'havien evitat amb les mesures. En la gràfica de prevalença quedava representat el confinament, més llarg per haver-se fet més tard. Però què passa quan ens desconfinem? El nombre de casos, línia negra de la gràfica, torna augmentar. Perquè el nombre de persones que s'han recuperat de la infecció, creix molt a poc a poc.



Gràfica de prevalença, xerrada A. Vilella

També va citar un estudi, basat en els resultats del model de Kissler *et al.* [11], en què s'estudia un seguit de pautes necessàries de confinament i d'unitats de cures intensives versus temps amb la finalitat d'aconseguir la immunitat de grup més ràpidament. Vilella va acabar la xerrada expressant la confiança en les matemàtiques, i en les persones que hi treballen, per saber què ens espera i per ajudar a gestionar l'epidèmia, i va fer èmfasi en el fet que “ ens queden moltes coses per a aprendre”.

## La modelització matemàtica de la covid-19, per Xavier Mora

A continuació, Xavier Mora, del Departament de Matemàtiques de la UAB, va introduir les idees bàsiques de la modelització matemàtica de la covid-19 i va presentar els models SIR (susceptible, infectat, recuperat), uns models epidemiològics simples que s'utilitzen des del treball de Kermack and McKendrick del 1927 [10]. Com ell mateix remarcava, citant una frase d'un estudi de 2020 de Carletti *et al.* [5] sobre la covid-19, referent als models SIR, "els models simples sovint tenen una efectivitat no-raonable".

Per situar els continguts serà útil fer una ràpida presentació del model SIR bàsic, que mostra els elements bàsics a tenir en compte. Sigui  $S$  el nombre de susceptibles, que en el cas de la covid-19 podem suposar que inicialment és tota la població. Sigui  $I$  el nombre de malalts, que identifiquem de moment amb els capaços d'encomanar la malaltia. Una primera sofisticació seria considerar  $E$  el nombre de individus capaços d'infectar però (encara) sense símptomes, i parlariem de model SEIR. Finalment, sigui  $R$  el nombre de recuperats que suposem immunitzats, o bé morts. Les equacions diferencials del model, per a una població de  $N$  individus, són

$$\frac{dI(t)}{dt} = kq \frac{S(t)}{N} I(t) - \gamma I(t),$$

$$\frac{dS(t)}{dt} = -kq \frac{S(t)}{N} I(t),$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = \gamma I(t).$$

Aquí  $k$  és el nombre mitjà de contactes per unitat de temps que té un individu infectat;  $q$ , la probabilitat que un contacte es converteixi en contagi i  $\gamma = h + \mu$ , on  $h$  és la proporció de recuperats per unitat de temps i  $\mu$  la proporció de morts per unitat de temps. Per tant,  $\frac{1}{\gamma}$  és el temps mitjà de durada de la malaltia, o el temps mitjà en què un malalt és infecciós. Notem que el model té tres paràmetres (quatre, si distingim  $\mu$  i  $h$ , i dos si considerem  $\beta := kq$ ). Si cal, podem pensar que la unitat de temps és el dia. Se suposa que els paràmetres  $k, q, \gamma$  són constants. Generalitzar aquesta hipòtesi i permetre paràmetres diferents per a diferents subgrups de població serà evidentment una font de models més sofisticats.

Si  $I$  és molt petit respecte a  $S$ , que és el que passa a l'inici de l'epidèmia, podem suposar que  $S$  és constant i, aleshores, la solució de la primera equació és

$$I(t) = I(0) \exp\left\{\left(kq \frac{S}{N} - \gamma\right)t\right\}, t \geq 0.$$

Aquesta funció és creixent si  $R_0 := \frac{kqS}{N\gamma} > 1$ , constant si  $R_0 = 1$  i decreixent si  $R_0 < 1$ . El valor  $R_0$  és l'anomenat nombre reproductiu bàsic, del qual tant es parla en els mitjans de comunicació. Queda clar, per tant, que combatre una epidèmia implica reduir  $k$  o  $q$  o augmentar  $\gamma$ . A mesura que  $S$  disminueix respecte a  $N$ , és clar que  $R_0$  també disminueix i arriba un moment en què  $\frac{S}{N}$  és prou petita per garantir que  $R_0$  sempre està per sota de 1; és quan s'arriba a la immunitat de grup, una situació en què els brots de la malaltia s'autoextingeixen i l'epidèmia ja no es desenvolupa.

Reduir els contactes presencials (confinaments, prohibició de reunions de grups, reduccions de mobilitat) redueix  $k$ ; l'ús de mascareta, el rentat de mans, obrir finestres o fer la majoria d'activitats a l'aire lliure, redueixen  $q$ . Augmentar  $\gamma$  passaria per augmentar la velocitat de curació i reduir el temps en què una persona malalta és infecciós. Les mesures de rastreig per detectar ràpidament els infecciosos i les quarantenes per aïllar-los actuen sobre aquest paràmetre.



Gràfic d'estimació de  $R$ , X. Mora

En la xerrada, a més de presentar el model, Mora va remarcar que estava subjecte a moltes incertituds i va destacar la importància d'establir protocols sobre la recollida de dades per tenir bones estimacions dels paràmetres. Per exemple, en estudiar dades de Singapur, calia tenir en compte que, a diferencia d'aquí, l'alta

dels pacients es comptabilitzava 14 dies més tard de la seva curació, després del confinament obligatori en un altre centre. Aquesta experiència el portava a remarcar la necessitat de separar el temps en què tenen llocs els fets del temps en què són comptabilitzats, ja que això té un gran efecte en l'estimació del paràmetre  $\gamma$ .

Mora finalitzava la xerrada parlant d'algunes variacions en el model SIR, que poden ser necessàries: (i) si tenim pocs infectats, com que perdem la continuïtat i no podem parlar de derivades, hem de passar a models probabilístics; (ii) el model SIR no té en compte el retard d'incubació; (iii) si volem tenir en compte els pacients asimptomàtics, a vegades es parla de models SEIR, però és difícil obtenir dades d'asimptomàtics de la covid-19, per tant, usant SEIR, inclouríem incertituds que farien el model força inestable.

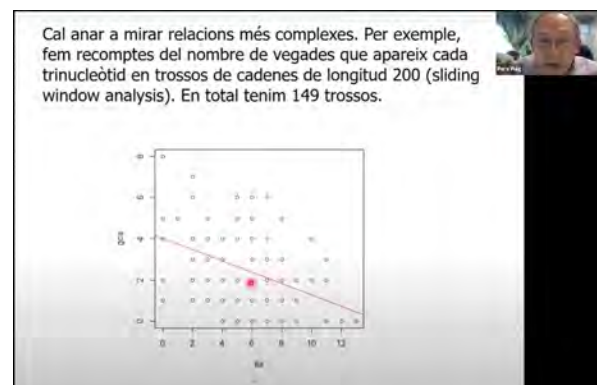
Finalment, la seva conclusió vas ser que els models només poden fer prediccions a curt termini, però poden ser útils per prendre decisions. Ara bé, insistia que per poder fer tot això calen dades tan acurades com sigui possible.

### Un passeig per la modelització estadística de la covid-19, per Pere Puig

Pere Puig, professor també del Departament de Matemàtiques de la UAB, va introduir els models estadístics des d'un punt de vista divulgatiu, al voltant de tres temàtiques: el coronavirus SARS-CoV-2, el període d'incubació de la malaltia i la reducció de tests massius sense perdre informació.

En primer lloc, Puig va explicar com un estudi d'estadística descriptiva simple i un model de Markov d'ordre 1 no mostrava diferències entre el virus RaTG13 dels ratpenats *Rhinolophus affinis* (núm. MN996532) i l'actual SARS-CoV-2. Però, en canvi, estudiant relacions més complexes, per exemple, fent recomptes del nombre de vegades que apareix cada trinucleòtid (seqüències de tres nucleòtids consecutius que s'utilitzen per identificar la codificació d'un aminoàcid en l'ADN) en trossos de cadenes llargues, sí que es trobaven diferències. Aquesta tècnica, en estadística, rep el nom de *sliding window analysis*. Així, mirant la relació entre el nombre de vegades que apareixen els trinucleòtids tta i gca, Puig obtenia una tendència

decreixent que indicava una competència entre els dos trinucleòtids (és a dir, quan apareix un, l'altre no apareix).



Anàlisi *Sliding window* dels trinucleòtids, P. Puig

Fent un test estadístic global de totes les combinacions de dos trinucleòtids (que, en total, serien 2016) els trinucleòtids gca i tta resultaven ser els que competien més entre si. En canvi, en el RaTG13 eren el tgc i el tta, tot i que aquests dos últims ni tan sols estaven entre els tres primers que més competien en el SARS-COV-2. Puig remarcava que, si féssim un estudi estadístic amb detall, no global, veuríem que la diferència essencial està en les espícules del virus SARS-COV-2 i en com s'adhereixen a les cèl·lules humanes. La conclusió des del punt de vista matemàtic coincidia, doncs, amb el mateix que havia comentat Vilella en la primera xerrada, des d'un punt de vista mèdic.

Pel que fa al període d'incubació, Puig va presentar un estudi basat en una distribució lognormal i conclouia una quarantena necessària de 19,6 dies, si bé remarcava que la probabilitat que una quarantena de 14 dies falli és d'un 3%. Puig també constatava dades d'*outlayers*, com ara pacients que havien trigat fins a 27 dies a incubar la malaltia. La distribució lognormal és típica en epidemiologia, juntament amb altres distribucions com són la Weibull i la Gamma, ambdues utilitzades normalment per mesurar temps. Puig apuntava que, de moment, la decisió és empírica, a força d'ajustar dades, i sembla que de moment són un model útil.

Finalment, per als tests massius de PCR, Puig proposava un estudi probabilístic basat en un treball de Dorfman del 1943 [8] del nombre necessari de PCR,  $x$ , barrejant un cert nombre de mostres biològiques,  $n$ , i suposant una certa



prevalença de la malaltia,  $p$ , que en el nostre cas ronda el 5%. A posteriori, calculava el mínim nombre de tests PCRs necessaris, fent ús de l'esperança matemàtica en funció de  $p$  i  $n$ .

De fet la revista *Nature* acabava de publicar un article de Smriti Mallapaty (10 de juliol) [12], sobre el mètode de Dorfman i el mètode de Dorfman en tres etapes. També va mostrar els resultats d'un estudi recent de Bilder *et al.* [4] on els autors utilitzaven aquests models per estudiar quants tests es podien estalviar. El resultat era que, amb una prevalença del 5%, ens estalviaríem el 57% de tests amb el mètode de Dorfman, i el 63% amb el mètode de Dorfman de tres etapes.

## Recerca matemàtica al voltant de la covid-19

A la sessió de dimarts al matí diversos grups de recerca catalans van presentar els temes i els resultats recents de la seva recerca en relació amb la pandèmia covid-19. Concretament, es van impartir les cinc conferències següents:

- “La ruleta russa: incertesa i predicció en la covid-19”, a càrrec de David Alonso, CEAB-CSIC.
- “Epidèmies i mobilitat”, a càrrec d'Àlex Arenas, URV.
- “Sobre el nombre reproductiu bàsic en un model d'epidèmia estructurada”, Àngel Calsina, UAB.
- “Sobre l'estimació de casos no registrats de covid-19 a Espanya”, Amanda Fernández-Fontelo, HU.
- “Ús de models empírics per a la predicció i avaluació de riscos de la covid-19 a escala curta de temps”, Sergio Alonso, UPC.

David Alonso és investigador del grup de recerca en Ecologia Teòrica i Computacional del Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB), un centre del CSIC que centra l'activitat investigadora en els àmbits de l'ecologia i la biologia d'organismes. En la seva xerrada va presentar una sofisticació del model SEIR, desenvolupat pel seu grup, considerant diferents classes de malalts (asimptomàtics, greus, crítics), diferents paràmetres per subgrups d'edat, i dife-

rents poblacions geogràfiques connectades per diferents paràmetres de mobilitat. Amb aquest model han estudiat l'impacte de les restriccions de mobilitat sobre l'evolució de la pandèmia, mesurant proporcions d'individus amb antígens en les diverses províncies espanyoles.

Àlex Arenas és investigador del Departament d'Enginyeria Informàtica i Matemàtiques de la Universitat Rovira i Virgili. Treballa en física dels sistemes complexos en xarxa. Després d'emmarcar la covid-19 en l'epidemiologia, va presentar un model microscòpic molt complex, basat en cadenes de Markov, desenvolupat pel seu grup. El model inclou diferents poblacions estructurades per edat i els efectes deguts a la mobilitat entre individus de les diferents poblacions. En relació amb el model bàsic SIR, el model presentat inclou moltes més classes d'infectats segons gravetat, hospitalització o no, etc. És un exemple del que s'anomenen models compartimentats i estructurats. S'obtenen diferents nombres reproductius bàsics estructurats per edats i poblacions. En particular, han estudiat l'impacte de les restriccions de mobilitat sobre aquests models. El model obtingut l'han ajustat a dades de ciutats colombianes i a dades provincials espanyoles. Articles recents que recullen bona part de la xerrada són [1] i [2].

Àngel Calsina és investigador del Departament de Matemàtiques de la UAB. El seu camp de recerca són les equacions en derivades parcials. Va presentar treballs recents del seu grup de recerca, format per investigadors de la UAB i de la UdG, com per exemple [3]. Concretament, va parlar de models epidemiològics en poblacions estructurades i amb un enfocament generacional, i va explicar la metodologia per calcular el nombre bàsic de reproducció en un model estructurat pel temps des de la infecció. Aquest model permet tractar la qüestió dels asimptomàtics. Es van discutir també mètodes d'estimació dels paràmetres implicats.

Amanda Fernández-Fontelo treballa a la Universitat Von Humboldt a Berlín, però és col·laboradora del grup de recerca en Modelització Estadística del Departament de Matemàtiques de la UAB. Va presentar l'aplicació d'un model de cadena de Markov oculta descrita per un model autoregressiu discret de Poisson (INAR) per descriure la sèrie temporal de casos d'infectats,

quan el nombre de casos registrats són només una part dels reals. Com a referència, consulteu [9]. Concretament, la quantitat  $X_n$  d'afectats oculta a l'instant  $n$  es modelitza com a:

$$X_n = \sum_{j=1}^{X_{n-1}} Z_j + W_n$$

on les  $Z_j$  són variables independents, idènticament distribuïdes amb llei de Bernoulli de paràmetre  $\alpha$ , i  $W_n$  és independent de  $X_{n-1}$  i segueix una llei de Poisson de paràmetre  $\lambda > 0$ . Els afectats registrats es modelitzen per la quantitat  $Y_n$ , que coincideix amb  $X_n$  amb probabilitat  $1 - \omega$  i val  $\sum_{j=1}^{X_n} \xi_j$  amb probabilitat  $\omega$ , on les  $\xi_j$  són variables independents i idènticament distribuïdes amb llei de Bernoulli de paràmetre  $q$ . Es tracta d'un model amb quatre paràmetres. La seva adequació a la modelització de la covid-19 és evident. En la seva xerrada, a més a més de presentar el model, va comentar diversos mètodes d'estimació dels paràmetres i diversos exemples d'aplicació.

Finalment, Sergio Alonso treballa al grup de recerca en Sistemes Complexos i Biologia Computacional de la UPC (BIOCOMSC). Va presentar un treball d'aquest grup en col·laboració amb el Centre de Medicina Comparativa i Bioimatge de Catalunya (CMCiB). Es tracta d'un model empíric per estimar la incidència de la covid-19 i preveure i avaluar riscos. Han desenvolupat un model de Gompertz amb dos paràmetres ( $K$  i  $a$ ) per descriure la corba de casos acumulats.

$$N(t) = K \exp\left\{-\log\left(\frac{K}{N(0)}\right)e^{-at}\right\}$$

i l'han ajustat a dades italianes. Amb el model fan prediccions acurades a curt termini (5 dies) i menys precises, a llarg termini. Per al treball, vegeu [6]. En un segon estudi analitzen la relació entre casos registrats i mortalitat, i dedueixen la incidència real a posteriori a partir dels decessos. Finalment, en la tercera part de la xerrada va explicar la manera de construir els diagrames de risc que estan usant les autoritats per prendre decisions basades en dos indicadors empírics, la taxa de repartiment (a les ordenades) i la taxa d'atac a 14 dies (a les abscises). Vegeu [7] per als detalls. La taxa d'atac és el nombre de casos acumulats per 100.000 habitants durant els darrers 14

dies, i la taxa de repartiment és la mitjana mòbil simètrica de set dies del nombre bàsic de reproducció estimat.

De la sessió se'n podrien treure dues impressions globals.

La primera és que el model SIR bàsic, malgrat ser una simplificació, és capaç d'explicar els trets essencials de l'evolució d'una pandèmia i s'hauria d'explicar i difondre de manera generalitzada. Podríem dir que hauria de formar part de la cultura científica bàsica. La recerca per millorar el model SIR, amb l'objectiu de modelar poblacions estructurades, és evidentment de molta importància, sobretot pel que fa a la predicció. Aquest és l'objectiu essencial dels treballs presentats en les tres primeres xerrades. Des del punt de vista matemàtic, es tracta de recerca basada en equacions diferencials i cadenes de Markov. En la quarta xerrada es va presentar un model de Markov ocult per descriure l'evolució de l'epidèmia tenint en compte que no tots els casos d'afectats es registren. La cinquena xerrada ens va demostrar la importància de l'anàlisi de dades empírica per a la predicció a curt termini i l'elaboració d'eines que ajudin els responsables polítics en la presa de decisions. En tots els casos, l'estimació de paràmetres mitjançant mètodes estadístics esdevé de primera importància.

La segona va ser que tenir bones dades és d'una importància crucial, i que actualment tenim models prou bons, que són capaços de descriure correctament l'evolució epidemiològica de la malaltia, però en canvi la disponibilitat de dades de qualitat és insuficient i això dificulta molt la tasca dels epidemiòlegs.

### **Taula rodona: Modelització matemàtica de la covid-19, estat de la qüestió i preguntes**

En la primera taula rodona hi van participar Alejandra Cabaña (UAB), Tomás Lázaro i Clara Prats (UPC) i Joan Saldaña (UdG), investigadors implicats en la recerca en modelització de la covid-19. El moderador, Lluís Alsedà (UAB), director del CRM, els va plantejar diverses preguntes: 1) quina era l'experiència de modelització en relació amb la covid-19 més interessant/enriquidora d'entre les que havien participat; 2) si creien que la comunitat científica havia de fer modelització per a la pandèmia

de la covid-19, i, si era així, quina mena de models i amb quina finalitat; 3) si calia fer models predictius, i, en cas afirmatiu, per predir què; 4) si tenia sentit fer models diferents, amb estratègies i metodologies diferents, en competència, o era millor ajuntar tots els esforços per fer “el model”, si és que existeix, i finalment 6) com fer aquests models: tècniques d’organització del grup de treball i comunitats que l’han d’integrar, grups multidisciplinaris o específics per temàtiques, etc.



Ponents a la 1a taula rodona: A. Cabaña, T. Lázaro, C. Prats i J. Saldaña

Destaquem algunes de les aportacions, que van ser molt interessants.

Pel que fa a les dades, Alejandra Cabaña va citar *A model is as good as the data it uses* (Un model és tan bo com les dades que fa servir) i afegia que en la seva experiència dels últims mesos les dades públiques havien estat molt dolentes. Tomás Lázaro apuntava clarament que calien grups interdisciplinaris i que cal fer un esforç en la comunicació, no només cap al públic general, sinó també entre els científics. Matemàtics i físics s’entenen bé, però la comunicació amb biòlegs o ecòlegs és més difícil. Clara Prats explicava que l’experiència d’aquests mesos és brutal, hi ha un gran esforç d’equip, i un dels aspectes claus havia estat el fet d’enfrontar-se a una situació desconeguda. Creu que la societat està prenent consciència de la importància dels models matemàtics, i explicava que era el primer cop a la vida que, després de 20 anys treballant-hi, li preguntaven què diuen els models mentre dinava o amb trucada des de la ràdio. Joan Saldaña destacava que és important que la societat sigui conscient que hi ha aspectes de l’epidemiologia que van més enllà de la medicina. Són problemes que comporten interaccions no lineals entre les persones, i la nostra intuïció, que és lineal, es perd i falla. Deia que no creia en un sol model i, com en el cas del canvi climàtic, cal tenir-los en

compte i interrelacionar-los. També apuntava que caldria considerar els models com una eina de pensament.

### **Taula rodona: Com comuniquem la modelització a l’aula i a la societat?**

En la segona taula rodona es va tractar el tema de com comuniquem la modelització a l’aula i a la societat. El moderador va ser Pere Renom, biòleg i divulgador científic, i la taula estava formada per Sílvia Cuadrado, professora del Departament de Matemàtiques de la UAB; Carlos Giménez i Sílvia Salvador, professors de secundària, i Abraham de la Fuente, professor de secundària i del master de formació de professorat de secundària, i també membre de la junta de la SCM.



Ponents a la 2a taula rodona: S. Cuadrado, S. Salvador, A. de la Fuente, C. Giménez i P. Renom

En primer lloc, es va parlar de com explicar què són els models, sobretot ara que estem en el punt de mira, per fer que els estudiants en vegin la importància.

Cuadrado comentava que ajuda a respondre la pregunta de per què estudien matemàtiques als primers cursos universitaris de biologia o química, per exemple. Cal transmetre que s’ha d’aprendre a destriar el que és important del problema, decidir les eines, construir el model, analitzar-lo i treure’n conclusions. El repte és que els models han de ser acurats i descriure la realitat el millor possible, però a la vegada senzills, per poder-los analitzar, un equilibri que no és gens fàcil. De la Fuente va plantejar la modelització com un bon exemple per ensenyar matemàtiques partint de problemes que cal resoldre, en lloc de presentar-les com teoria, problemes, examen. Així, partint de situacions reals, és quan s’arriba al model abstracte i s’aconsegueix que els continguts que volem

treballar a l'aula de matemàtiques tinguin més sentit.

Salvador posava exemples per tractar-ho a l'ESO dient que el punt clau seria plantejar que primer són les dades, i després, la fórmula que ajusta aquelles dades i permet interpretar-les i fer prediccions, a la inversa del que estan avesats en altres temes. Es va reiterar la importància de disposar de bones dades i l'adequació de començar treballant amb models menys complexos.

Giménez va reflexionar sobre com perceben els models els alumnes, que en general s'esperen una fórmula. Ara que els alumnes estan vivint aquesta situació, cal centrar l'esforç a explicar què aporten els models, ja que no són varetes màgiques que donen xifres concretes, com en algun mitjà s'han atrevit a dir. Renom afegia que els models permeten calcular possibles escenaris a partir d'hipòtesis sobre els valors dels paràmetres del model, o les condicions del present, però en tot cas cal tenir present que les condicions varien i, en aquest cas de la covid-19, es demanen respostes molt immediates.

En total, a les jornades s'hi van inscriure més de 350 persones, un 80% vinculades a matemàtiques, i la resta, majoritàriament a altres àrees STEM. Aproximadament la meitat del total provenien del món universitari, entre professorat, investigadors i estudiants, d'universitats catalanes, del País Valencià i les Illes Balears (UAB, UB, UdG, UdL, UIB, UJI, UOC, UPC, UPF, UPV, URLL, URV, UV, UAO-CEU, UVIc-Ucc) i set universitats més d'arreu; un terç eren professorat de secundària, i la resta, sobretot professionals del món de l'empresa, divulgació.

La valoració de les jornades va ser molt positiva. D'acord amb l'enquesta que van respondre un centenar dels participants, majoritàriament de secundària, un 90% s'havien sentit còmodes amb el nivell de dificultats del primer bloc i l'havien trobat interessant, i la majoria havien après coses noves. Al bloc de recerca, la percepció del nivell de dificultat variava una mica, però es mantenia molt alt l'interès i també l'aprenentatge. Les taules rodones també van ser ben valorades. Cal destacar que un 99% van opinar que és interessant que la SCM organitzi

jornades i xerrades telemàtiques, i proposaven temes per relacionar matemàtiques i societat, modelització d'altres àrees o també docència significativa a escala de secundària i universitat. Els comentaris, en general, confirmaven l'interès, que s'havia posat en relleu a les taules rodones, per explicar bé les matemàtiques i fer-les arribar a la societat. També es constata la bona oportunitat de la iniciativa, tant des del punt de vista divulgatiu com educatiu, i l'agraïment per haver ofert una visió dels avançaments científics dels darrers mesos.

Els resums i els vídeos de les xerrades estan disponibles al web de les jornades<sup>6</sup>.

## Referències

- [1] À. Arenas *et al.* (2020). *Derivation of the effective reproduction number  $R$  for COVID-19 in relation to mobility restrictions and confinement*. MedRxiv.
- [2] À. Arenas *et al.* (2020). *A mathematical model for the spatiotemporal epidemic spreading of COVID19*. MedRxiv.
- [3] C. Barril, A. Calsina, S. Cuadrado, J. Ripoll (2020). *On the basic reproduction number in continuously structured populations*. ArXiv:2002.10557.
- [4] R. M. Bilder *et al.* (2020). *Inter Organizational practice committee recommendations/guidance for teleneuropsychology (TeleNP) in response to the COVID-19 pandemic*. Journal The Clinical Neuropsychologist 34, p. 7-8.
- [5] T. Carletti, D. Fanelli, F. Piazza (2020). *COVID-19: The unreasonable effectiveness of simple models*. Chaos, Solitons & Fractals: X 5: 100034.
- [6] M. Català *et al.* (2020). *Empiric model for short-time prediction of covid-19 spreading*. MedRxiv.
- [7] M. Català *et al.* (2020). *Robust estimation of diagnostic rate and real incidence of covid-19 for European policymakers*. MedRxiv.
- [8] R. Dorfman (1943): *The detection of defective members of large populations*. Annals of Mathematical Statistics 14 (4): p. 436-440.

<sup>6</sup><https://scm.iec.cat/jornades-scm-matematiques/>

- [9] A. Fernández-Fontelo, A. Cabaña, P. Puig, D. Moríña (2016). *Under-reported data analysis with INAR-hidden Markov chains*. *Statistics in Medicine* 2016, 35: p. 4875-4890.
- [10] W. O. Kermack & A. G. McKendrick (1927). *A contribution of the mathematical theory of epidemics*. *Proc. Royal Society, Series A*. Vol. 115 (N. 772): p. 700-721.
- [11] S. M. Kissler *et al.* (2020). *Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period*. *Science* 368: p. 860-868.
- [12] S. Mallapaty (2020). *The mathematical strategy that could transform coronavirus testing*. *Nature* 583.

## Premis i convocatòries

### Premis Sant Jordi 2020, altres premis i noves convocatòries

Montse Alsina, Enric Ventura

En aquesta secció llistem premis i reconeixements a persones de la comunitat matemàtica catalana, en especial els vinculats a la SCM i l'IEC. Des de la SCM/Notícies, felicitem cordialment totes les persones premiades. Ens fem ressò també de la convocatòria dels Premis Sant Jordi 2021. Podeu consultar-ne la informació al web <https://premis.iec.cat/premis/>.

#### Premis Sant Jordi 2020

##### Premi Évariste Galois 2020

Ha estat atorgat a **Eduard Vilalta Vila**, investigador predoctoral a la UAB, pel treball *An overview of uniform Roe Algebras: Asymptotic dimension and real rank*, fet com a treball de fi de màster (TFM) a la UPC. L'objectiu del treball és introduir el lector en les àlgebres de Roe uniformes i en la relació que tenen amb els seus corresponents espais de geometria acotada. Més concretament, s'estudia el vincle trobat recentment entre el rang real de l'àlgebra i la dimensió asimptòtica del seu respectiu espai mètric. S'ha concedit també un accèssit a **Marta Salguero García**, de la UB, per *Algorithmic Hopf Galois theory*.

##### Premi Emmy Noether 2020

S'atorga anualment als millors treballs de fi de grau dels estudiants de matemàtiques de les universitats catalanes i enguany ha estat atorgat a **Gerard Orriols Giménez**, estudiant de la UPC, pel treball *A negative result for hearing*

*the shape of a triangle; a computer-assisted proof*, codirigit pels professors Xavier Cabré i Javier Gómez-Serrano, i fet a la Universitat de Princeton. El treball resol una conjectura plantejada fa 10 anys sobre els valors propis del Laplacà amb condicions de Dirichlet nul·les en un triangle. Se sap que, si es coneixen un nombre finit dels valors propis, es pot saber la forma del triangle, i la conjectura diu que han de ser els tres primers. El resultat provat en aquest treball és que el triangle no està determinat pel primer, el segon i el quart valor propis. De fet, es prova que existeixen dos triangles no isomètrics amb els mateixos primer, segon i quart valors propis iguals. El resultat s'obté combinant resultats teòrics coneguts amb una prova assistida per ordinador.



J. Ros, president IEC, E. Vilalta, Premi Galois 2020

El jurat ha donat també una menció *ex aequo* a **Bartomeu Llopis Vidal** i **Martí Roset**, estudiants de la UPC.

El treball de Bartomeu Llopis es titula *Scheme of pairs of matrices with vanishing commutator*, i ha estat codirigit pels professors Nero Budur i Josep Álvarez Montaner. S'ha fet a la Universitat Catòlica de Lovaina. Analitza la conjectura que afirma que l'esquema  $X_n$  de parells de matrius que commuten és reduït, irreductible, Cohen-Macaulay i normal, conjectura que s'origina a principis dels anys 80. L'autor analitza diversos resultats parcials coneguts i aporta una prova de la conjectura per a dimensió menor o igual que 5, utilitzant el sistema Macaulay i nous resultats sobre l'esquema de jets de  $X_n$ . També dona fites per al *log-canonical threshold* quan  $n < 30$  i el seu valor quan  $n \geq 30$ .

El treball de Martí Roset porta per títol *CM elliptic curves and the Coates-Wiles theorem*. Ha estat codirigit pels professors Francesc Fitè Naya i Christopher Skinner, i fet també a la Universitat de Princeton. En el treball es fa un estudi dels sistemes d'Euler d'unitats el·líptiques, juntament amb una de les seves aplicacions més fonamentals a la teoria de corbes el·líptiques com és la demostració del cas de rang 0 de la conjectura de Birch i Swinnerton-Dyer per a corbes el·líptiques amb multiplicació complexa.

Els premiats són convidats a publicar un article a la revista *Reports@SCM*.

## Premis de la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer

Entre els premis d'aquesta fundació destaca el prestigiós Premi Ferran Sunyer i Balaguer ofert 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 s'han premiat dos treballs. Per una banda, *Lie models in topology*, un treball conjunt d'Urtzi Buijs (Universitat de Màlaga), Yves Félix (Institut Matemàtiques i Física, Universitat Catòlica de Lovaina), Aniceto Murillo (Universitat de Màlaga) i Daniel Tanré (Universitat de Lille). D'altra banda, el treball titulat *A perspective on canonical Riemannian*

*metrics*, de Giovanni Catino (Politécnic de Milà) i Paolo Mastrolia (Universitat de Milà).

En el primer treball es desenvolupen eines noves per estudiar i estendre la teoria d'homotopia racional (versió per a àlgebres de Lie) a categories d'espais més generals, incloent-hi el cas no simplement connex. Treballant sobre àlgebres completes, els autors construeixen, de manera combinatòrica, un model de Lie cosimplicial per als simplexs estàndards; aquest és l'objecte clau que els permet definir el nou model i els functors de realització que resultaran ser homotòpicament equivalents als functors clàssics de Quillen per al cas simplement connex.

L'altra monografia premiada versa sobre diferents treballs de recerca dels autors sobre mètriques canòniques de Riemannian en varietats; es tracta d'una versió autocontinguda sobre les condicions de curvatura i les mètriques crítiques de certs funcionals Riemannians sobre certa classe de varietats. Es tracten molts dels exemples clàssics i de les generalitzacions existents a la bibliografia científica.

La fundació atorga també el Premi Matemàtiques i Societat, 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. El guanyador d'aquesta edició ha estat **Antoni Gomà i Nasarre**, per la seva dedicació durant 25 anys a l'organització de les Proves Cangur des de la Societat Catalana de Matemàtiques.



A. Gomà, amb el guardó; la seva esposa, i X. Jarque, president de la FFSB

Finalment, també atorga les **Borses Ferran Sunyer i Balaguer** 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 seva formació en recerca amb una estada en una institució fora de l'àmbit geogràfic de la universitat d'origen. En aquest cas han estat premiats: Marta Bofill Roig, UPC, per a una estada al Center for Medical Statistics, Informatics, and Intelligent Systems, Medical University of Vienna (Àustria); Marina Garrote López, UPC, per a una estada a la University of Alaska Fairbanks (EUA); Michael Olugbenga Bamiloshin URV, per a una estada al Renyi Institute of Technology, Budapest (Hongria), i Vasiliki Velona, UPF i UPC, per a una estada a la Sorbonne Université, Laboratoire de Probabilités, Statistique et Modélisation (França).

### **Altres premis i reconeixements**

#### **Sebastià Xambó, Medalla Narcís Monturiol, Generalitat de Catalunya**

Sebastià Xambó ha estat distingit amb una Medalla Narcís Monturiol 2020 que atorga el Govern de la Generalitat de Catalunya a 10 investigadors i investigadores del sistema de coneixement de Catalunya per la seva contribució destacada al desenvolupament de la ciència i la tecnologia a Catalunya. Ha estudiat la geometria algebraica, la teoria de codis correctors d'errors i els seus aspectes computacionals, així com les àlgebres geomètriques i les seves aplicacions a la física i a l'enginyeria. És doctor en Matemàtiques per la UB, on va ser professor del 1982 al 1989.

Actualment és professor emèrit del Departament de Matemàtiques de la UPC, on ha estat catedràtic des del 1993, després d'haver-ho estat del 1989 al 1993 a la Universitat Complutense de Madrid. També és professor visitant del Barcelona Supercomputing Center. Ha estat degà de la Facultat de Matemàtiques i Estadística i vicerector de Sistemes d'Informació i Documentació de la UPC.

Va ser president de la SCM (1994-2002), període en el qual es va impulsar i organitzar el 3r congrés de l'EMS a Barcelona, l'any 2000.

<sup>7</sup>Més informació a <https://msca2020.hr/judit-chamorro-servent/>.

L'any 2019 va ser reconegut amb la Medalla de la RSME, que destacava també la seva trajectòria científica i acadèmica i el compromís amb la recerca, la divulgació i la projecció de les matemàtiques.

#### **Joaquim Serra, Premi de l'EMS**

Joaquim Serra ha guanyat un dels 10 prestigiosos premis que l'EMS concedeix cada quatre anys per distingir joves europeus (o que treballen en universitats europees) de menys de 35 anys per les seves contribucions excepcionals en matemàtiques. El premi es va instaurar el 1989, arran del primer Congrés Europeu de Matemàtiques (ECM), i s'atorga durant el mateix ECM, que aquesta vegada s'ha posposat al juny del 2021. Els altres matemàtics catalans que han rebut aquest premi són Xavier Tolsa, el 2004 al 4t ECM a Estocolm, i Ricardo Perez-Marco, el 1996 al 2n ECM a Budapest.

Serra es va doctorar a la UPC el 2014, va tenir places de posdoc al WIASA de Berlín i a l'ETH de Zuric, on és actualment després d'haver guanyat una SNF Ambizione Fellowship. També va rebre el Premi José Luis Rubio de França 2018 de la RSME i el Premi Antonio Valle 2019 de la SEMA.

#### **Judit Chamorro, premi MSCA**

Judit Chamorro ha estat guardonada amb el Premi Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) 2020 en la categoria "Impact of intersectoral and interdisciplinary mobility and transfer of knowledge". Actualment té una Marie Skłodowska-Curie Fellowship a la UPF. El projecte premiat, Coloninfo<sup>7</sup>, busca trobar models per estudiar la possibilitat de conèixer el nivell de malignitat dels teixits anormals, i el desenvolupament de nou programari que pugui portar a crear un prototip amb ús clínic.

### **Convocatòria Premis Sant Jordi 2021**

#### **Premi Albert Dou, SCM**

Sisena convocatòria d'aquest premi biennal instituït l'any 2010. S'adreça a l'autor/a o als autors d'un treball publicat o fet els anys 2019 i 2020, que contribueixi a fer visible la importància de la matemàtica en el nostre món, a transmetre el coneixement matemàtic a un

públic més ampli que els mateixos especialistes i a promoure l'extensió del prestigi de la matemàtica en la nostra societat. La dotació del premi és de 2.500 euros, i el treball premiat es publicarà al Butlletí de la Societat Catalana de Matemàtiques.

### **Premi Emmy Noether, SCM**

Cinquena convocatòria d'aquest premi, instituït l'any 2016. Premia els millors treballs de fi de grau (TFGs) 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. L'import total dels premis, dotats per la Fundació Privada Cellex, és de 800 euros per al premi i 400 euros per a la menció.

### **Premi Évariste Galois, SCM**

És la 58a convocatòria d'aquest premi, instituït l'any 1962. S'adreça a joves investigadors,

titulats des de l'1 de febrer del 2016, per a treballs d'investigació matemàtica originals desenvolupats en un treball de fi de màster (TFM) o en la fase inicial del doctorat. La dotació del premi és de 1.000 euros.

### **Barcelona Dynamical Systems Prize**

Quarta convocatòria d'aquest premi internacional instituït l'any 2015 i convocat biennalment per la SCM, sota el patronatge del professor Carles Simó. Ofert a l'autor o autors d'un treball de recerca en l'àrea de sistemes dinàmics, publicat o acceptat per publicar-se entre l'1 de febrer del 2019 i el 31 de gener del 2021. Ha d'estar escrit en anglès i pot tractar tant de sistemes dinàmics continus com discrets, ja siguin en dimensió finita o infinita. La dotació del premi és de 4.000 euros. El termini d'admissió de candidatures és el 31 de març del 2021.

## Concursos

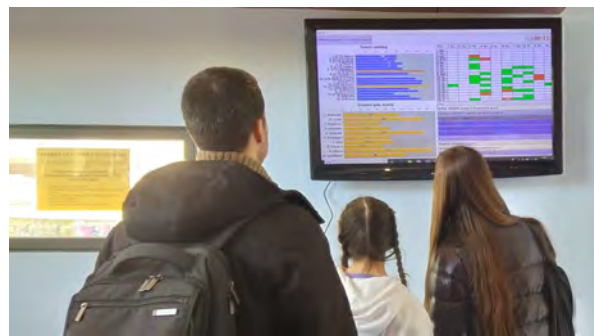
### **Copa Cangur 2020**

Marc Guinjoan  
Coordinador del concurs

La Copa Cangur és un concurs presencial de resolució de problemes de matemàtiques per a equips de centre (7 alumnes d'entre 2n i 3r d'ESO), organitzat per la Societat Catalana de Matemàtiques i que rep el suport logístic d'Isotropic.

Al concurs s'hi presenten 12 problemes i hi ha 60 minuts de temps per fer-ne els màxims possibles. És una cursa contra rellotge on la puntuació obtinguda per cada problema va variant durant el concurs, i per tant l'estratègia d'equip és molt important! Els problemes tenen un valor a l'inici del concurs, que va augmentant a mesura que passa el temps i cada vegada que un equip respon erròniament al problema. Un cop el problema té una solució correcta, el seu valor queda fixat per a la resta d'equips. D'aquesta manera cada equip tria la seva estratègia per decidir en quin moment lliura una solució per a la seva validació, en funció de la seva posició i del que fan la resta d'equips. No hi ha una estratègia guanyadora,

i a mesura que passen els anys veiem diferents maneres d'encarar el repte d'obtenir la màxima puntuació possible.



Durant el desenvolupament de la prova, els equips poden seguir en directe l'estat del concurs, tant la puntuació i la classificació com els encerts i errors que acumula cadascun dels participants, i això augmenta l'emoció i la diversió del concurs. Els rols que s'estableixen dins l'equip i l'organització interna a l'hora de resoldre els problemes és clau per a l'èxit, i



en aquest sentit és fàcil identificar els centres que fa temps que participen en el concurs, ja que han tingut més temps per experimentar diferents estratègies i maneres de treballar. Els més novells no triguen gaire a adonar-se que sense una bona planificació es cometien errors i el treball conjunt és ineficient. És per això que tots els equips que hi participen per primera vegada acaben amb ganes de tornar-ho a provar i fer-ho cada vegada millor. Cada any que passa la participació augmenta, els centres que ho proven sempre repeteixen; com diuen ells, la Copa enganxa!

El 5 de març es va disputar al centre cultural La Torreta de Montmeló la final nacional de la 7a edició d'aquest concurs. En la primera fase, que es va disputar al gener, hi van participar 3.297 alumnes de 2n i 3r d'ESO agrupats en 471 equips, que representaven un total de 254 centres d'arreu de Catalunya i del País Valencià. D'aquesta primera fase es van classificar per a la final el guanyador de cadascuna de les 34 seus on es va disputar i el guanyador de l'edició del 2019.

La fase final va ser un èxit d'organització: tant en les dues semifinals com en la final es va crear un gran ambient entre participants, públic i

acompanyants, i es va gaudir de la resolució de problemes matemàtics durant tot el matí. La Copa Cangur se la va emportar al seu centre l'equip del Col·legi Sant Lluís de Barcelona, que d'aquesta manera es classifica automàticament per a la final de l'edició següent. En segona posició es van classificar *ex aequo* l'equip d'Aula Escola Europea de Barcelona i el Col·legi Sant Joan Apòstol de Tarragona.



Si voleu més informació sobre aquest concurs, els problemes que hi han aparegut en les diferents edicions o els resultats, podeu fer-ho a la web [isotropic.cat/copacangur](http://isotropic.cat/copacangur).

## Marató, esprint i altres corregudes del curs 2019–2020

Dani Bosch, Toni Gomà, Miquel Vilà  
Comissió Cangur/ Comissió concursos telemàtics

En aquesta crònica parlem de diferents esdeveniments que s'han pogut dur a terme aquest curs 2019–2020, que serà, sens dubte “el curs del confinament”. Alguns dels temes porten nom atlètic: la Marató de Problemes i els Problemes a l'Esprint. Ens agrada donar la idea que l'afició per la resolució de problemes avança, a bon ritme, corrents. . .

### ... el Cangur també corre: Pins de plata 2020

La Societat Catalana de Matemàtiques té establert el Pin de Plata del Cangur, que es considera una distinció per a la globalitat geogràfica del nostre Cangur. Aquest 2020, la comissió Cangur catalano-valenciano-balear ha atorgat el Pin de Plata a dos concursants de

les Balears i dos de Catalunya que acabaven l'educació secundària:

- Víctor Conchello Vendrell (Sant Pere Chanel - Maristes, Malgrat de Mar a l'ESO; Institut Jaume Vicens Vives, Girona, al batxillerat).
- Bartomeu Fontcuberta Rigo (IES Santanyí a l'ESO; IES Manacor al batxillerat).
- Aitor Josep López Cortés (Xaloc, l'Hospitalet de Llobregat).
- Renato Rohtkopf Baldovino (IES Sa Blanca Dona, Eivissa).

Tots van obtenir el primer premi del seu nivell (a Catalunya o a les Balears) algun dels anys del 2017 al 2019, i classificacions molt destacades els altres anys. Els donem l'enhorabona.

## Concursos telemàtics individuals: Olitele i Marató

El concurs telemàtic de l'Olitele<sup>8</sup> va assolir la seva màxima inscripció. És un concurs que, en certa manera, es pot considerar un “escalfament” per a l'Olimpiada, però que, de fet, vol arribar a un conjunt més ampli d'alumnes dels darrers cursos de la secundària. La qualitat global de les respostes rebudes va ser molt interessant, tant pels nou problemes de resposta concreta com també, i molt en especial, per bona part de les nombroses i excel·lents respostes rebudes als tres “problemes d'explicar”. De les 186 persones inscrites, 31 van superar els 40 punts sobre un màxim de 48: una bona mostra de la qualitat comentada.

La Marató de Problemes, com passa amb l'Olitele, demana una participació constant al llarg d'unes quantes setmanes. Com que comença a finals de gener, va acabar en ple confinament.



### Marató de problemes. 2020

#### Proposta 14. La darrera del concurs, de 7 punts

##### Problema A.

En una reunió hi ha més homes que dones, més dones que seuen que homes que miren el mòbil, i més dones que miren el mòbil i estan dretes que homes que estan drets i no miren el mòbil. Demostreu que hi ha menys dones que estan dretes i no miren el mòbil que homes que seuen i no miren el mòbil.

##### Problema B.

En una reunió hi ha 201 persones de 5 nacionalitats diferents. Es compleix que en qualsevol grup de 6 persones, almenys dues tenen la mateixa edat. Demostreu que almenys hi ha 5 persones de la mateixa edat, el mateix sexe, i la mateixa nacionalitat.

Problema proposat al concurs aquest any 2020

Els comentaris que hem fet per a l'Olitele sobre la quantitat d'inscrits i la qualitat de les respostes també s'apliquen, essencialment, a la Marató (vegeu [cangur.org/marato/2020](http://cangur.org/marato/2020)). Hi va haver 327 inscrits, però de seguida el nombre va baixar a uns 200 concursants fidels. Aleshores va venir el primer problema d'explicar (que sempre costa una mica) i el confinament i com que, encara que el concurs sigui individual, el contacte amb companyes i companys sempre

<sup>8</sup>([cangur.org/telematics/13olitele](http://cangur.org/telematics/13olitele))

ajuda, en la darrera part de la marató la participació va baixar substancialment.

Potser el lector pensa que són “pocs”? Podríem pensar-ho, també, però quan veiem la qualitat d'un bon nombre de participants, això ens anima. I segurament les persones que llegiu aquest article també trobareu una dada que anima veure que en la darrera proposta del concurs van respondre 47 persones, amb una mitjana de 6,04 sobre 7. Veure aquest excel·lent rendiment de nois i noies de 3r i 4t d'ESO en els dos problemes de la figura, un que requereix un tractament acurat de les desigualtats i l'altre una aplicació ben subtil del principi del colomar, oi que és engrescador?

## Problemes a l'Esprint

Les convocatòries dels Problemes a l'Esprint, activitat telemàtica per a equips de centre, convocada conjuntament per la SCM, la FE-EMCAT i el CESIRE/CREAMAT del Departament d'Educació anaven de desembre a febrer i, per tant, es van fer amb normalitat.

La participació, catalano-valenciano-balear, va seguir la tònica creixent dels anys anteriors i va ser la següent:

- 3r i 4t d'ESO, al desembre. 124 centres, 3.075 alumnes. Equips més ràpids: Institut Ernest Lluch, de Barcelona i Saint George's School, de Fornells de la Selva.
- Batxillerat, al gener. 62 centres. 1.290 alumnes. Equips més ràpids: Aula Escola Europea, de Barcelona, i Institut Vicens Vives, de Girona.
- 5è i 6è de primària, al febrer. 106 centres. 2.516 alumnes. Equips més ràpids: Sant Lluís, de Barcelona, i Escola Mowgli, d'Igualada.
- 1r i 2n d'ESO, al febrer. 140 centres. 3.851 alumnes. Equips més ràpids: Aula Escola Europea i Institut La Mitjana, de Lleida.

En podeu trobar informació completa a [cangur.org/esprint/](http://cangur.org/esprint/). En un bon nombre de centres, els Problemes a l'Esprint ja s'han instaurat com una activitat popular que s'insereix, de maneres ben diverses, en la programació de les activitats col·lectives; es tenen en compte les dates i els alumnes ja l'esperen.

En aquesta ressenya hem volgut destacar els centres més ràpids pel fet del nom del concurs, però vegeu aquesta imatge.

| Problemes del concurs |           |           | Problemes de propina |            |            |
|-----------------------|-----------|-----------|----------------------|------------|------------|
| 1 - 4                 | 5 - 8     | 9 - 10    | P1                   | P2         | P3         |
| 1 int                 | 1 int     |           |                      |            |            |
| Bé 1 int.             | Bé 1 int. | Bé 2 int. | Bé. 2 int.           | Bé. 1 int. | Bé. 1 int. |
| Bé 2 int.             | 2 int     |           |                      |            |            |
| Bé 2 int.             | Bé 4 int. | 4 int     |                      |            |            |
| Bé 1 int.             | Bé 1 int. | Bé 1 int. | Bé. 2 int.           | Bé. 1 int. | Bé. 1 int. |
| Bé 2 int.             | Bé 2 int. | Bé 2 int. | Bé. 2 int.           | Bé. 1 int. | Bé. 1 int. |
| Bé 2 int.             | Bé 2 int. | Bé 3 int. |                      |            |            |
| Bé 2 int.             | Bé 1 int. | Bé 1 int. |                      |            |            |
| Bé 1 int.             | Bé 1 int. | Bé 2 int. | Bé. 2 int.           | Bé. 5 int. | Bé. 3 int. |
| Bé 1 int.             | Bé 5 int. |           |                      |            |            |
| Bé 2 int.             | Bé 2 int. | Bé 1 int. |                      |            |            |
| Bé 1 int.             | Bé 1 int. | Bé 2 int. | Bé. 1 int.           | Bé. 2 int. | Bé. 1 int. |
| Bé 2 int.             | 1 int     | Bé 1 int. |                      |            |            |
| Bé 6 int.             | Bé 2 int. | Bé 1 int. |                      |            |            |
| Bé 2 int.             | Bé 1 int. | 3 int     |                      |            |            |
| Bé 8 int.             | Bé 2 int. | Bé 3 int. | Bé. 2 int.           | Bé. 1 int. | Bé. 1 int. |
| Bé 1 int.             | Bé 1 int. | Bé 2 int. |                      |            |            |
| Bé 1 int.             | Bé 2 int. | Bé 1 int. | Bé. 1 int.           | Bé. 1 int. | Bé. 1 int. |
| Bé 2 int.             | Bé 1 int. | Bé 1 int. | Bé. 1 int.           | Bé. 2 int. | Bé. 2 int. |
| Bé 7 int.             |           | 1 int     |                      |            |            |
| Bé 2 int.             | Bé 2 int. | Bé 4 int. |                      |            |            |
| Bé 3 int.             | Bé 2 int. | Bé 1 int. |                      | 1 intents  | Bé. 1 int. |
| Bé 2 int.             | Bé 1 int. | Bé 2 int. |                      |            |            |
| Bé 1 int.             | Bé 2 int. |           |                      |            |            |
| Bé 1 int.             | Bé 1 int. | Bé 1 int. |                      |            |            |
| Bé 2 int.             | Bé 2 int. | Bé 1 int. |                      |            |            |
| Bé 3 int.             | Bé 1 int. | Bé 1 int. | Bé. 1 int.           | Bé. 1 int. | Bé. 1 int. |

Fragment d'un marcador de l'Esprint 2020

Des de la comissió volem destacar el fet que l'objectiu que es persegueix és que un bon nombre de nois i noies trobin el gust de “fer matemàtiques”, de manera col·laborativa, amb la idea clau que un equip és un conjunt d'alumnes reunits en una aula, que treballa col·laborativament i comparteix camins de solució i resultats dels problemes. En la part del marcador que hem mostrat es constata que la idea d'arribar a les solucions correctes és del tot prioritària i que, en molts casos, a més dels deu problemes del concurs els equips s'enfronten a tres reptes “de propina”.

Per això, donem un valor immens a missatges del tipus “Ens ha costat. Hi hem passat molta estona però hem tingut joia quan hem trobat totes les respostes correctes. I ens ho hem passat molt bé!” o al vídeo que ens van enviar des de l'Escola La Pau, de Sant Sadurn d'Anoia, (enllaçat a [cangur.org/esprint/v2gener20/](http://cangur.org/esprint/v2gener20/)) que mostra com la mainada realment pot gaudir fent matemàtiques.

L'acte de cloenda dels Problemes a l'Esprint es fa cada any al MMACA (al qual agraïm

la seva intensa col·laboració). És una jornada matemàtica en la qual es conviden alguns centres per destacar la participació en l'activitat. Tanmateix, les circumstàncies d'aquest curs ho han fet impossible. Ara bé, hem fet un petit succedani, i us convidem al joc d'escapada *Tancats al MMACA*, que esdevé una visita virtual i interactiva al Museu de les Matemàtiques de Catalunya. Esperem que gaudiu una estona!



Imatge de la portada de [www.cangur.org/escape/](http://www.cangur.org/escape/)

## Concursos de relats i de cartells

L'any 2020 en la proposta del Cangur de la SCM hi havia, com cada any, el concurs de relats de contingut relacionat amb el món de les matemàtiques, que ja ha arribat a la 16a edició, i també estava convocada la 8a edició de Concurs de Cartells, que es fa biennalment o triennalment.

Us presentem el cartell guanyador, que serà imatge del Cangur 2021 i els següents.



Disseny guanyador Concurs Cartells 2020

El termini de presentació per a aquests concursos acabava el dia de Sant Jordi i això vol dir que va quedar plenament afectat per les circumstàncies del confinament, la qual cosa ha influït en la molt baixa participació, però s'han atorgat igualment els premis.

Pel que fa al Concurs de Cartells, s'han valorat l'originalitat i el treball acurat del disseny presentat per Biel Moreno Llubes, alumne de

quart d'ESO de l'Escola Daina-Isard, d'Olesa de Montserrat, i se li ha atorgat el premi.

En el concurs de relats hi ha hagut unanimitat a destacar la qualitat del relat premiat, escrit per Alèxia Escudero Ribó, alumna de tercer d'ESO de l'Institut Morelló, d'Esterra d'Àneu. Es publicarà en el proper número de la revista *SCM/Notícies*.

## El TeleCangur: nascut en situació excepcional, per quedar-se

Manel Martínez Pascual  
Comissió Cangur

Des de l'any 1996 les comissions Cangur treballen de manera constant oferint a l'alumnat dels territoris on la gent se saluda amb un "bon dia" diverses propostes en forma de concurs amb l'objectiu de difondre el gust pel repte i la resolució de problemes; en definitiva, el gust per la matemàtica.

El dia 13 de març d'enguany, a causa de la situació sanitària per la covid-19 que viu el país, comença un període on tots els centres educatius aturen les activitats presencials i les prossegueixen, en la mesura del possible, de manera telemàtica atenent una població escolar que es veu abocada al confinament.

Amb aquest escenari, en un primer moment les proves Cangur queden ajornades, i és des de la mateixa comissió, que neix un nou format per fer arribar les matemàtiques a tota la comunitat educativa en particular, i a la societat en general: el TeleCangur, una proposta dissenyada i coordinada per l'Antoni Gomà que, amb l'ajut d'un bon grup de membres de la comissió Cangur de Catalunya i el País Valencià, així com altres persones de fora de la comissió, comença la seva activitat el 16 de març i es publica a l'espai web <https://www.cangur.org/telecangur/>.

Es parteix del coneixement que la col·lecció de problemes d'anys anteriors del Cangur són una font excel·lent per trobar enunciats interessants que permeten treballar les matemàtiques de manera eficaç, situant-les sempre en un ambient de resolució de problemes on les competències de raonament i prova i, sobretot, les connexions internes es troben ben presents. Són el que ha-

bitualment anomenem "problemes de pensar". Per tant, s'opta per presentar aquest recurs mitjançant una aplicació interactiva que en successives entregues mostra els enunciats de 10 en 10, amb 3 problemes de 3 punts, 4 problemes de 4 punts i 3 problemes de 5 punts.

En un principi, es creen quatre categories que engloben els cursos que van des de 5è d'educació primària fins a 2n de batxillerat i cicles formatius, i per a cadascun s'assigna la corresponent col·lecció de problemes amb la particularitat que algun enunciat pot trobar-se en nivells diferents, gràcies al fet que la seva resolució està més lligada a un nivell d'assoliment de competències que no pas a un currículum concret.

El dia de Sant Josep, el 19 de març, dia assignat per al Cangur 2020, el TeleCangur incorpora idees per a la mainada més menuda, corresponents a 3r i 4t de primària, i també propostes per al públic en general, amb la reproducció, en aquest cas, d'uns problemes del Cangur publicats al diari *Ara* en un dossier matemàtic que es va fer el dia 10 de juliol de 2016, en ocasió del Congrés Català d'Educació Matemàtica, C2EM, organitzat per la FEEMCAT a Barcelona. Posteriorment incorpora problemes dels que va publicar el diari *La Vanguardia* els estius del 2011 i el 2012.

La participació en l'activitat és completament oberta, sense cap mena de registre. Les pàgines amb les propostes permeten llegir els enunciats, enviar les respostes i obtenir-ne de manera immediata una avaluació, indicant quines s'han resolt correctament i quines no, en cas que no

hi hagi hagut encert total, i amb la possibilitat de fer diversos intents.

En poc temps, la proposta arriba amb èxit als equips docents, i, gràcies al fet de donar una adreça electrònica per a suggeriments i consultes, són molts els missatges enriquidors que es reben per part d'estudiants i professorat, amb indicacions sobre algun enunciat o solució, o demanant ajut per algun problema. Tot ajuda a anar millorant la proposta. I podeu estar ben segurs que rebre un missatge d'una noia dient "Ara he fet el problema i, que bonic que és quan se simplifica tot!!!" és del tot gratificant.

En la taula següent es mostra la quantitat de connexions que es produeixen durant la primera setmana de funcionament.

|                  | Connexions |
|------------------|------------|
| 16/03 (dilluns)  | 2134       |
| 17/03            | 6920       |
| 18/03            | 6814       |
| 19/03            | 6284       |
| 20/03            | 6067       |
| 21/03 (dissabte) | 2701       |
| 22/03 (diumenge) | 2722       |

Molts centres veuen en el TeleCangur una bona proposta com a tasca telemàtica de confinament i n'hi ha que l'utilitzen com "el problema del dia", amb valoracions molt positives tant per part de l'alumnat com del professorat. Les més de 6000 connexions que es produeixen la majoria de dies així ens ho confirmen, arribant el 4 d'abril, just abans de la Setmana Santa, a les 100000 connexions en total, amb 15 propostes diferents per a cadascun dels nivells dissenyats inicialment, i 7 per als més menuts i per al públic en general.

Després d'aquest període, els centres anuncien l'inici del tercer trimestre, i, com a conseqüència de l'activitat telemàtica lectiva proposada pels mateixos centres, es produeix una lleugera

davallada en el nombre de visites diàries a la proposta telemàtica Cangur, però mantenint sempre un nombre de connexions diari superior al miler.

Totes aquestes mostres encoratgen el grup a continuar treballant i oferir noves publicacions durant tot el mes d'abril fins a arribar al 25 de maig. Es fa una cerca de problemes en les propostes de les reunions internacionals de Kangourou sans Frontières i s'adapten alguns enunciats dels problemes a l'esprint. D'aquesta manera es cobreix l'oferta per al nivell dels més petits i s'amplien les ja existents de 5è i 6è de primària, i el públic en general.

El dia 25 de maig estava programat el lliurament de premis del Cangur i s'escull precisament aquesta data per fer la darrera entrega del TeleCangur. En total s'han publicat 33 propostes de problemes per als quatre nivells que conformen els cursos de 5è de primària fins a 2n de batxillerat i cicles, i 15 propostes per al públic general i per als més menuts. Un recull extens i variat d'enunciats que han permès a milers d'alumnes i familiars mantenir el contacte amb la matemàtica i gaudir-ne tot resolent problemes, amb més de 170000 visitants fins a finals de juny. Una bona col·lecció de problemes que ha nascut per quedar-se, que es mantindrà en el temps i que ens ha donat idees per presentar, en format interactiu i àgil, propostes per incentivar la resolució de problemes per al curs 2020-2021.

No voldria acabar aquest escrit sense donar les gràcies explícitament a totes les persones que han participat en la proposta, a les que ens han adreçat missatges de suport, suggeriments i dubtes, algunes de provinents dels mateixos alumnes, com he comentat anteriorment, i a tots els col·laboradors i membres de les comissions Cangur que han fet possible aquest TeleCangur.

## VídeoMAT: Matemàtiques per respondre preguntes

Equip organitzador del vídeoMAT  
CESIRE, àmbit de matemàtiques

Sovint, a les classes de matemàtiques, sentim alguna veu que demana “I això, per a què serveix?”. Els projectes STEM ajuden a donar resposta a la pregunta, però correm el perill de limitar el paper de la matemàtica a fer els càlculs, les mesures o l’anàlisi estadística. Pensem que una de les maneres d’evitar-ho és fent que el projecte neixi d’una pregunta plantejada mentre estem estudiant matemàtiques. I un bon producte final pot ser l’elaboració d’un vídeo. I en plantejar-nos preguntes, connectar amb l’entorn, argumentar i comunicar fent servir llenguatge matemàtic i audiovisual estem aprenent de manera competencial.



A l’escola de Lladurs (Solsonès), nens i nenes es pregunten: “Com afecta el punt de vista la mida i la forma dels objectes?”, al vídeoMAT 2020

Les matemàtiques són una ciència fonamental, i precisament perquè són als fonaments de l’edifici de la ciència, es produeix una certa ocultació de les seves aplicacions. Ens trobem així davant d’una paradoxa: la invisible rellevància de les matemàtiques. Molts i moltes alumnes, com també una majoria de la ciutadania adulta, afirmarien que les matemàtiques són útils, però tindrien dificultats per concretar alguna utilitat més enllà de les quatre operacions i la mesura.

Sovint la matemàtica escolar s’ha centrat en aspectes formals o teòrics que no n’acaben de posar de manifest la funcionalitat pràctica, de vegades amb l’argument que més endavant, en cursos posteriors, ja se’n veuran aplicacions. Però, també, sovint, aquesta presentació no arriba mai. La conseqüència és que l’alumnat surt de l’escola vinculant la matemàtica més

amb fórmules escrites a la pissarra que amb la feina sobre situacions reals concretes, més amb l’abstracció que amb l’aplicació, i es perpetua així una imatge social pobra i esbiaixada de les matemàtiques.

Sense deixar de donar importància als aspectes formals i abstractes de la matemàtica, hem d’admetre que és convenient fer un esforç per aconseguir portar a classe aplicacions concretes de la matemàtica en diversos àmbits del nostre entorn natural, social i cultural. Amb aquest objectiu va néixer el curs 2012/13 el projecte vídeoMAT: Matemàtiques per respondre preguntes.

Es tracta d’una proposta de creació de vídeos curts (d’un màxim de tres minuts) en els quals, a partir d’una pregunta, l’alumnat, treballant en equip, posa de manifest la presència de les matemàtiques en l’entorn o exposa algunes de les seves aplicacions en àmbits com la ciència, la tecnologia, l’art, l’economia, la societat en general...

### Quin tipus de preguntes hi trobem?

Al llarg dels vuit anys de vida del certamen s’han respost qüestions ben interessants: algunes de més pràctiques i pensant en la salut posen en evidència quants diners es gastarà una persona fumadora al llarg de la vida; d’altres, amb una mirada ecològica, fan que ens plantejem si podem dutxar-nos amb una galleda d’aigua. D’altres impulsen a la recerca, com l’exemple dels alumnes d’educació infantil que es pregunten quants pèsols hi ha dins una beina, o els de primària que volen saber si es poden comptar les fulles d’un arbre. També hi trobem vídeos que traslladen al plató preguntes relacionades amb els ponts de Königsberg o l’hotel infinit de Hilbert.

El vídeoMAT és un projecte col·lectiu obert a totes les etapes educatives, en què, amb la participació de tots els equips, es va construint un recull de vídeos que queda a disposició de tot el professorat i que es pot utilitzar a les classes, de manera directa o com a “font d’inspiració”.



A l'Institut Dertosa de Tortosa es plantegen "quantes persones diferents hi ha?". vídeoMAT 2020

Per estimular la participació dels participants i reconèixer l'esforç dels diversos equips, el vídeoMAT es planteja obert a totes les etapes educatives, i atorga uns premis especials per a les produccions més destacades i per a les més votades pel públic.

El projecte està coorganitzat pel CESIRE CREAMAT (Centre de Suport a la Innovació i a la Recerca Educativa, del Departament d'Educació), pel MMACA (Museu de Matemàtiques de Catalunya), per la FEEMCAT (Federació d'Entitats per a l'Ensenyament de les Matemàtiques a Catalunya) i per la Societat Catalana de Matemàtiques, amb el suport econòmic de la Fundació CELLEX. Al davant del projecte hi ha un equip organitzador que vetlla pel correcte funcionament de tot el procés.

El projecte es difon a través del web <http://www.videomat.cat/>, que conté, entre altres apartats, una col·lecció permanent dels vídeos seleccionats de cadascuna de les edicions a les

diferents categories. A l'apartat **vídeoMAT plus** es presenten, comentats i agrupats per temes, diferents vídeos seleccionats, principalment, entre els que formen aquesta col·lecció permanent. L'objectiu és triple: presentar vídeos que es poden utilitzar a classe directament, suggerir activitats d'aula inspirades pels mateixos vídeos i proposar idees d'ampliació sobre els temes tractats.

Aquesta edició, per culpa de la covid-19, la presentació de treballs s'ha reduït molt. Tot i això, s'ha rebut la gens menyspreable aportació de 14 produccions d'infantil i primària i 39 de secundària.



A l'Institut Samuel Gili i Gaià, de Lleida, investiguen per saber "quants cigrons hi ha?". vídeoMAT 2020

Tenim el repte de treballar en les properes edicions per augmentar la participació de l'alumnat universitari, el dels cicles formatius i el de les escoles d'adults, que en edicions anteriors ja havien estat presents de manera molt puntual. Us hi apunteu?

## Activitats amb ajut de la SCM

### IRTATCA Follow Up

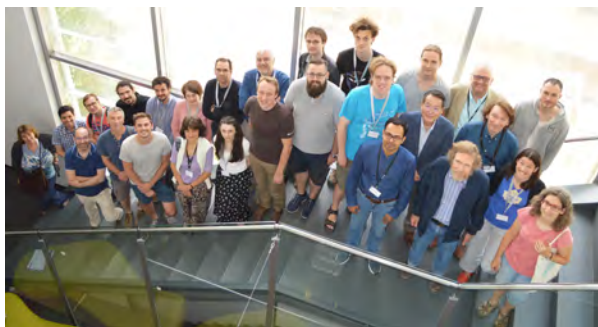
Santiago Zarzuela Armengou  
coordinador científic de l'activitat

Del 3 al 15 de juny de 2019 va tenir lloc el Follow Up del programa intensiu de recerca IRTATCA. Els Follow Up formen part de les activitats del Centre de Recerca Matemàtica CRM i consisteixen en el seguiment de l'impacte dels seus programes intensius de recerca a

llarg d'un cert temps, dos o tres anys després d'haver acabat. El primer semestre del 2015 va tenir lloc al CRM el programa intensiu de recerca IRTATCA: Interactions Between Representation Theory, Algebraic Topology and Commutative Algebra, amb la participació de

més de 200 investigadors d'arreu del món. L'Institut de Matemàtica de la Universitat de Barcelona (IMUB) també hi va intervenir coorganitzant algunes de les activitats.

El comitè científic del Follow Up va estar format per John Greenlees (Universitat de Warwick), Srikanth B. Iyengar (Universitat de Utah) i Henning Krause (Universitat Bielefeld), que ja havien format part del comitè científic del programa IRTATCA. Els coordinadors científics van ser Carles Casacuberta (UB), Dolors Herbera (UAB), Wolfgang Pitsch (UAB) i Santiago Zarzuela (UB). L'IMUB hi va intervenir amb l'organització d'un curs avançat.



Participants a la *IRTATCA Follow Up conference*

A banda de convidar antics participants del programa mare, així com alguns joves investigadors de les àrees involucrades en el programa, a fer una curta estada de recerca al CRM, el Follow Up va consistir principalment en dues activitats diferents. Primerament, en un curs avançat amb títol *Crossing cohomological bridges (triangulated categories, singularity theory and 2-Segal spaces)*. Tot seguit, hi va haver un congrés de caràcter més general de nom *IRTATCA Follow Up conference*.

El curs avançat va tenir lloc a l'Edifici Històric de la Universitat de Barcelona del 3 al 7 de juny del 2019 i el van organitzar el CRM i l'IMUB. Va consistir en tres sèries de lliçons de quatre hores cadascuna. Eleanore Faber (Universitat de Leeds) va impartir el curs *McKay correspondence and noncommutative resolutions of singularities*. El segon curs el va impartir Joachim Koch (Universitat Autònoma de Barcelona), amb el títol *Combinatorics of decomposition spaces (2-Segal spaces)*. La tercera sèrie de lliçons va ser *Tensor triangular geometry via tensor abelian categories*, per part de Gregory

Stevenson (Universitat de Glasgow). La llista dels tres conferencians combinava joventut i experiència i els cursos van ser d'un nivell alt i de molta actualitat, amb temàtiques que reflectien perfectament els objectius del programa IRTATCA.

La setmana següent, de l'11 al 15 de juny del 2019, va tenir lloc al CRM la *IRTATCA Follow Up conference*. Hi va haver 19 conferencians provinents de diferents països, que van impartir xerrades convidades sobre temes de gran actualitat, amb la qual cosa es van tornar a reflectir els objectius del programa IRTATCA de mostrar les interrelacions entre la teoria de representacions, la topologia algebraica i l'àlgebra commutativa, principalment mitjançant els mètodes homològics. Totes les xerrades van ser vibrants, i la llista de conferencians també combinava joventut i experiència, així com la participació d'alguns joves investigadors de les universitats catalanes.

Tant amb el curs avançat com amb el congrés posterior, es va poder comprovar com algunes de les temàtiques tractades al semestre intensiu de recerca havien evolucionat i avançat de manera significativa. Així mateix, amb la inclusió de nous conferencians que no havien pogut participar anteriorment en el programa va ser possible completar algunes temàtiques que potser no havien quedat prou representades. La interacció entre tots els participants va ser molt alta, i es va crear un ambient de treball molt agradable, la qual cosa prova que la combinació d'aquestes àrees de recerca funciona i és profitosa.

En conjunt, entre el semestre intensiu de recerca i el Follow Up, s'ha posat en evidència en un curt període de temps el munt d'interrelacions i punts de vista semblants que comparteixen les tres àrees de recerca que donen títol al programa: la teoria de representacions, la topologia algebraica i l'àlgebra commutativa, especialment en aquelles temàtiques que convergeixen en la utilització dels mètodes homològics.

L'IRTATCA Follow Up va ser finançat pel Centre de Recerca Matemàtica, l'Institut de Matemàtica de la Universitat de Barcelona, la Societat Catalana de Matemàtiques i l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca, a les quals agraïm el suport.



## XII Jornada GeoGebra, febrer 2020

Bernat Ancochea Millet  
President Associació Catalana de GeoGebra

El 15 de febrer d'enguany es va celebrar la XII edició de la Jornada GeoGebra, que organitza cada any la nostra associació. La jornada va constar de conferències, comunicacions, tallers 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. Recordeu que els enllaços als materials els trobareu a la nostra pàgina web, [acgeogebra.cat](http://acgeogebra.cat).

### Les conferències

El fet important que cal tenir en compte a l'hora d'utilitzar el GeoGebra és que està pensat per a usuaris amb graus molt diferents de coneixement del programa. A més, les aplicacions poden ser per a usuaris d'entre els 3 i els 19 anys. El ventall és molt gran en tots els sentits. Una de les característiques principals del programa, poc coneguda entre els usuaris, és la possibilitat d'incloure-hi una part de programació, la qual cosa el fa encara més potent tot i que aquest aspecte no sigui tan fàcil de fer servir com les eines o el gran nombre de comandaments que incorpora.

Els conferenciantes que vam convidar a la jornada dominen la part de programació i creen aplicacions que poden ser de gran utilitat a l'aula. Com sempre, però, cal veure si l'ús que volem fer d'aquestes aplicacions s'adapta a les nostres necessitats. No sempre les podem modificar, però sempre podem adaptar-les d'una manera o altra al que volem fer o mostrar a l'aula.

### Geometria dinàmica, GeoGebra i aprenentatge de matemàtiques a l'ESO

La primera conferència la va donar Daniel Mentrard, actualment professor jubilat, autor d'un gran nombre d'aplicacions amb GeoGebra per a tots els nivells educatius. Fa molts anys que treballa amb el programa i n'és un expert. Ha dissenyat aplicacions, tant per a l'ensenyament com sobre conceptes avançats. Per a Mentrard, els programes de geometria dinàmica, en el pla o a l'espai, són un valor afegit per als aprenentatges i també uns veritables instru-

ments d'investigació en situacions de resolució de problemes. Es tracta d'un amplíssim camp d'investigació i d'innovació per al professorat, sempre que no es caigui en usos de tipus *gadget*. És per això que creu que cal afegir-hi sempre una part de manipulació real quan sigui possible.

Trobareu un ventall d'aplicacions pensades per utilitzar a l'ESO, si bé no es poden descarregar ni modificar, a l'enllaç <http://dmentrard.free.fr/GEOGEBRA/Maths/college/College1.htm>. A la seva pàgina <https://www.geogebra.org/u/daniel+mentrard>, les aplicacions sí que es poden copiar i modificar respectant els drets d'autor. Si el seguiu a Twitter, compte, perquè des de la seva jubilació, no para de publicar.

En un dels tallers de la Jornada, va explicar com dissenyava les aplicacions amb la versió 3D del programa. Podeu consultar vídeo i aplicacions online.<sup>9</sup>

### Applets GeoGebra com a recursos educatius oberts

El segon conferenciant va ser Javier Cayetano, que actualment treballa a la Secretaria General d'Educació de la Junta d'Extremadura, i a l'IES Albarregas de Mèrida. Ha creat aplicacions de suport a la docència per facilitar la visualització de temes complexos, crear fitxers autoavaluables, donar explicacions pas a pas, etc. L'objectiu és facilitar al professorat la seva feina de gestor de l'aprenentatge de l'alumnat i, a l'alumnat, l'autoregulació i l'autonomia en aquest procés.

Cayetano ha publicat un llibre de GeoGebra a la web del programa amb una col·lecció d'aquestes activitats autoavaluables. Posa a disposició del professorat una bateria d'aplicacions per fer-les servir directament a les seves aules o modificar-les, si escau, per adaptar-les a les necessitats de l'alumnat: <https://www.geogebra.org/m/AsMKtWd4>.

En un dels tallers de la jornada, Cayetano va explicar com es poden crear aquestes apli-

<sup>9</sup><https://twitter.com/i/status/1221461118792671239>, <https://www.geogebra.org/m/njt8m7gy>

cacions. Tècnicament no és senzill, però sí que hi ha la possibilitat d'adaptar-les, editant-les per modificar el que faci falta. En aquest enllaç aprendreu a crear activitats pensades per plantejar problemes a classe i afegir aleatorietat als enunciats i l'autocorrecció: <https://www.geogebra.org/m/r68edpfe>.

## Les comunicacions

Com a primera comunicació, Sergi Múria i Fàtima Romero van presentar el congrés C2EM de Tarragona i Reus 2020. Com és sabut, s'havia de fer al juliol i s'ha endarrerit al novembre per la situació que estem vivint amb la pandèmia.

A continuació, Tomás Recio, de la Universitat de Cantàbria, va anunciar els propers esdeveniments sobre GeoGebra a la resta de l'estat i a diferents països (molts dels quals, malauradament, no es podran dur a terme per les circumstàncies actuals) i va presentar el seu llibre amb el títol *Using automated reasoning tools to explore geometric statements and conjectures*, que ha escrit amb Markus Hohenwarter i Zoltán Kovács. Es tracta d'*automatitzar*, en certa manera, demostracions geomètriques, a partir de la introducció d'unes determinades condicions per comprovar propietats relatives a un problema de geometria. Recio hi introdueix el concepte d'eines de "raonament automàtic amb GeoGebra".

Lluïsa Vigas, de l'Escola Giroi de La Garriga, va mostrar un exemple de com podem ajudar l'alumnat amb necessitats educatives especials fent servir el GeoGebra. Abans teníem estris de dibuix, paper mil·limetrat, etc., i els alumnes amb diversitat funcional quedaven exclosos. Ara GeoGebra permet integrar-los i, a més, ajuda a visualitzar la geometria.

Maitte Górriz i Santi Vilches, membres del grup de fotografia matemàtica d'ABEAM, van presentar el concurs d'aquest any amb la novetat d'afegir-hi uns premis per als participants que incorporessin una aplicació amb GeoGebra per a la interpretació de la fotografia que presenten al concurs. Com a exemple van proposar la pregunta "Les funcions, una mirada estàtica o una mirada dinàmica?", amb dues propostes diferents. Un grup d'alumnes va buscar imatges

que s'ajustessin a les funcions elementals i van explicar les seves propietats matemàtiques. Un altre grup va crear, de manera col·laborativa, una funció definida a trossos i un efecte visual a partir d'això. Es tracta de dissenyar una activitat matemàtica incorporant la competència digital 5, "construcció del coneixement", fent servir el GeoGebra per potenciar la creativitat i compartir el coneixement. Podeu trobar-ne més informació a <https://mat3.cat/>.



Finalment, Xavier Espàrrech, de l'Escola Freta de Calella, va presentar una comunicació sobre GeoGebra 2D i 3D en l'àmbit STEAM.

## Els tallers

A banda dels tallers dels dos conferenciantes que ja hem esmentat, se'n van oferir d'altres amb temàtiques molt diverses i per a diferents usuaris del programa.

Josep Iglesias va fer una presentació del full de càlcul per fer ordres repetitives amb variacions. És una eina poc coneguda, però extremadament útil per exemple per:

- repetir ordres i figures amb condicions determinades, sense haver de crear eines i amb possibilitat de variar les dades.
- ordenar els objectes dels dibuixos amb molts elements (GeoGebra comença posant noms als objectes per ordre de lletres i després hi afegeix algun subíndex o altres símbols, la qual cosa pot portar a confusió).

En les seves paraules: "poca gent sap la potència que té el full de càlcul per ajudar en el treball, en el meu cas de la geometria. Potser sóc molt agosarat, però m'agradaria ajudar a obrir la porta a treballar d'una manera diferent amb el GeoGebra, de manera més ràpida, ordenada i eficient, per aconseguir millors construccions".

<sup>9</sup><https://view.genial.ly/5e394883a67cde1719e06626/presentation-geogebra-steam-bcn-febrer-2020>

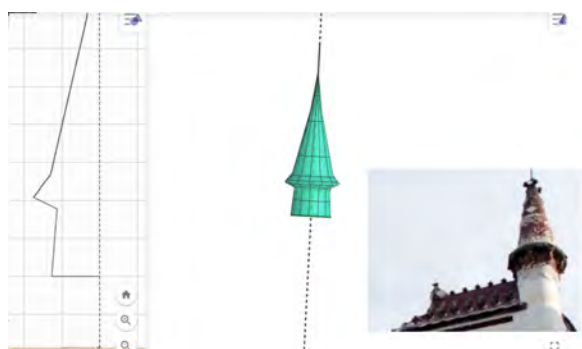
Alba Blasco i Dani Blasi van fer un taller de STEAM proposant diferents exemples per posar de manifest que el GeoGebra és una eina molt potent que ens permet visualitzar conceptes complexos amb facilitat gràcies a la relació entre l'àlgebra i la geometria.

Podem, per exemple, reproduir mosaics del nostre entorn i debatre les matemàtiques que hi estan amagades, analitzar dades, fer hipòtesis i justificar, relacionar continguts amb l'entorn proper i visualitzar la situació. El GeoGebra és una bona eina per crear activitats que vinculin diverses disciplines STEAM. Cal que el nostre alumnat augmenti la seva capacitat d'abstracció (gràcies a la visualització) i que entengui la relació existent entre les diverses disciplines STEAM.

Itineraris matemàtics amb realitat augmentada, va ser un taller en el qual Ivón Cárdenas explicava les passes a seguir per crear una ruta matemàtica.

1. Triar el lloc geogràfic.
2. Que la ruta tingui un fil conductor: ruta de façanes modernistes, mercats de Barcelona...
3. Accedir a les plataformes de creació de rutes, com Mathcitymap o Instamaps.<sup>10</sup>
4. Afegir la realitat augmentada que ofereix actualment GeoGebra.

Trobareu les explicacions en detall a <https://www.geogebra.org/m/hq3ar8wu>.

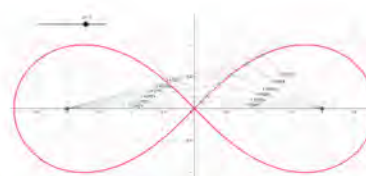


També es van oferir tallers de dos nivells sobre com treballar les matemàtiques amb GeoGebra i un altre d'aplicacions amb el programa per a primària a càrrec d'en Guillem Bonet, l'Albert

García i la Lluïsa Vigas. A la web hi trobareu els enllaços. Finalment, en Toni Gomà va proposar la resolució d'alguns problemes de les Proves Cangur amb GeoGebra en la versió 3D.

## Els treballs de recerca

En el treball d'Arnau Perich, de l'Institut Vescomtat de Cabrera d'Hostalric, titulat *La lemniscata: infinites formes a la natura*, s'ha fet un estudi comparatiu de la corba Lemniscata amb formes del nostre entorn. S'expliquen i es representen amb GeoGebra les seves propietats i les maneres de construir-la, i es compara amb el símbol de l'infinit; fenòmens naturals, com l'analema solar o lunar, i altres elements, des d'una muntanya fins a un pont o, fins i tot, un dònut.

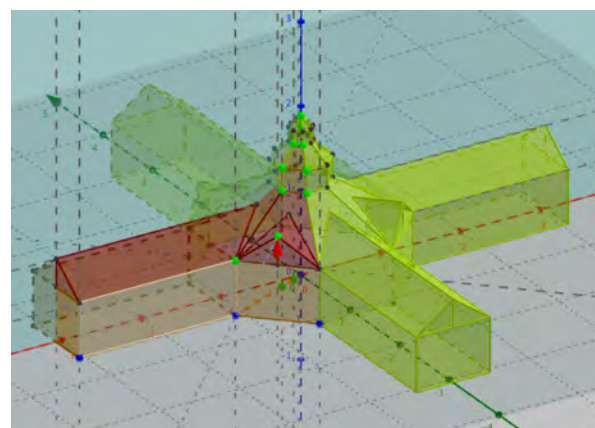


Imatge 15: Representació d'una Lemniscata i les distàncies dels focus a diversos punts. Font: pròpia

| PUNT | DISTANCIA 1 (F') | DISTANCIA 2 (F'') | d1 · d2 = a <sup>2</sup> |
|------|------------------|-------------------|--------------------------|
| A    | 2,10674          | 1,89867           | 4                        |
| B    | 2,21051          | 1,80954           | 4                        |
| C    | 2,42414          | 1,65007           | 4                        |
| D    | 2,63741          | 1,51664           | 4                        |
| E    | 2,90268          | 1,37804           | 4                        |
| G    | 3,17001          | 1,26183           | 4                        |

Taula 2: Recull de dades i comprovació que el producte de les dues distàncies és constant. Font: pròpia

Ruth Monge, de l'Institut Jaume Callís de Vic, va presentar el treball *Pinzellades matemàtiques a Barcelona*, en què mostra la construcció d'edificis emblemàtics de la ciutat com el Mercat de Sant Antoni.



<sup>10</sup><https://mathcitymap.eu/es/>, <https://www.instamaps.cat/>

## Exposició *Remember Maryam Mirzakhani* a l'FME

Anna de Mier

Facultat de Matemàtiques i Estadística, UPC

Durant el segon quadrimestre del curs 19/20 s'ha exhibit al vestíbul de l'FME l'exposició "Remember Maryam Mirzakhani", dedicada a recordar aquesta brillant matemàtica iraniana (Teheran, 1977 – Stanford, 2017), primera i única dona fins a la data a obtenir una Medalla Fields. L'exposició consta de 18 plafons, molt atractius visualment, que recorden diferents aspectes de la vida i el caràcter de Maryam Mirzakhani. Amb aquesta iniciativa, l'FME pretenia apropar el gran referent que és Maryam Mirzakhani al nostre estudiantat, especialment a les noies, i alhora propiciar la reflexió sobre el rol de les dones en la matemàtica actual.



Exposició "Remember Maryam Mirzakhani"

La inauguració de l'exposició va tenir lloc el dia 12 de febrer, dins de les activitats de la Setmana de la Dona UPC, situada al voltant el Dia Internacional de la Nena i la Dona en la ciència (11 de febrer). A l'acte d'inauguració, titulat *Remember Maryam Mirzakhani: una mirada col·lectiva*, hi van participar una quinzena de professores i estudiants del Departament de Matemàtiques de la UPC i hi va ser present la vicerectora de Responsabilitat Social i Igualtat de la UPC, Gemma Fargas. Cadascuna de les participants va fer una breu introducció a un dels pòsters de l'exposició, des de la seva perspectiva i experiència personal, i va enllaçar el contingut dels pòsters amb reflexions i comentaris al voltant de les matemàtiques i, especialment, del paper que hi tenen les dones. Així, pòster a pòster, mirada a mirada, el nombrós públic assistent anava descobrint diferents aspectes del recorregut vital i la figura

de Maryam Mirzakhani: els seus inicis a l'Iran, les dificultats que es va trobar i la seva tenacitat per afrontar-les, la seva manera d'entendre les matemàtiques i de fer recerca, la relació amb la seva família, la seva humilitat acceptant els honors i el seu llegat pòstum. Al final de l'acte es va oferir un vernissatge al vestíbul de la facultat, on els assistents van poder continuar comentant l'exposició.

Cadascun dels pòsters és un muntatge fotogràfic que combina imatges i text, sovint citant la mateixa Maryam Mirzakhani, com quan ens recorda que les fronteres entre les diferents branques de les matemàtiques són artificials: "I like crossing the imaginary boundaries people set up between different fields —it's very refreshing". Efectivament, Maryam Mirzakhani és precisament reconeguda per haver combinat de manera innovadora tècniques de dinàmica i geometria. En diversos dels pòsters la veiem en un entorn natural; per a la treballadora constant i incansable que era, fer recerca s'assemblava a una llarga excursió: "The most rewarding part is the *aha* moment... Feeling of being on top of a hill and having a clear view. But most of the time, doing mathematics for me is like being on a long hike with no trail and no end in sight".

Anahita, la filla de Maryam Mirzakhani, és present en molts dels pòsters, però crec que tots recordarem la seva blava mirada mentre sosté la Medalla Fields amb les seves petites mans, flanquejada per les paraules de la seva mare: "This is a great honor. I will be happy if it encourages young female scientists and mathematicians. I am sure there will be many more women winning this kind of award in coming years".

Per completar l'exposició des de la perspectiva científica, el dia 11 de març la professora Joana Cirici (UB) va impartir la conferència "Contribucions de Maryam Mirzakhani en dinàmica i geometria", dedicada a presentar les aportacions de la matemàtica iraniana a una audiència general. Aquest acte va ser la participació de l'FME al Dia de la Dona i al Dia Internacional

de les Matemàtiques. La professora Cirici ens va acostar de manera accessible però rigorosa a alguns dels resultats de Maryam Mirzakhani sobre geodèsiques en geometria hiperbòlica, que va culminar en el celebrat "Teorema de la vareta màgica", obtingut juntament amb Alex Eskin, recentment guardonat amb el *2020 Breakthrough Prize* per aquest treball.



Presentació de la xerrada de la professora Joana Cirici

Malgrat no haver pogut gaudir de l'exposició durant tot el temps previst per la interrupció forçosa per la covid-19, a l'FME estem molt satisfets d'haver-la pogut compartir amb tota la comunitat, i esperem que la mirada de Maryam Mirzakhani ens acompanyi i inspire sempre.

### Agraïments

L'exposició ha estat cedida a l'FME pel Committee for Women in Mathematics de la Unió Matemàtica Internacional (IMU), i va ser co-

missariada per Thais Jordao, matemàtica i professora de la Universitat de Sao Paulo, i dissenyada per Rafael Meireles.

En el muntatge de l'exposició i de les activitats al seu voltant, l'FME agraeix el suport econòmic de la Societat Catalana de Matemàtiques, del Centre de Formació Interdisciplinària Superior, el Departament de Matemàtiques, l'Institut de Ciències de l'Educació i la Oficina d'Igualtat de la UPC. Els pòsters s'han imprès en un format durador per tal que l'exposició pugui ser itinerada.

L'FME també agraeix a les professores i estudiants participants en l'acte d'inauguració la seva implicació i la seva col·laboració en el disseny de l'acte: Maria Alberich, Fina Antonijuan, Imma Baldomà, Mònica Blanco, Ángeles Carmona, Marta Casanellas, Imma Gálvez, Marina Garrote, Marina Gonchenko, M. Rosa Massa, Eva Miranda, Margarida Mitjana, Mercè Ollé, Anna Rio, Ozgur Yasar Diner i Sarah Zampa.



Participants en la inauguració de l'exposició

## Planter de Sondeigs i Experiments

Lourdes Rodero

Organitzadora del concurs

Com cada any, des de ja en fa 11, hem dut a terme una nova edició del concurs Planter de Sondeigs i Experiments. Ha estat una edició ben estranya, feta en confinament i en la qual, tot i que pensàvem que potser poca gent s'animaria a portar treballs d'aquesta mena, hem obtingut finalment una participació molt notable, amb 48 treballs presentats. Les temàtiques han estat força variades i hem tingut una de les edicions més experimentadores de tots els temps. L'ecologia, el reciclatge, la política i, sobretot, les aficions i com ens ha afectat

el confinament han estat les temàtiques protagonistes dels treballs presentats en la present edició.

L'acte de lliurament de premis de l'11a edició del concurs Planter de Sondeigs i Experiments va tenir lloc el dilluns 22 de juny a les 11 h de manera virtual via Google Meet. Aquest concurs, convocat anualment per 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, en el qual donen resposta a una pregunta rellevant utilitzant tècniques estadístiques i presenten els seus resultats en un informe escrit.

Enguany al concurs Planter de Sondeigs i Experiments 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 l'edició d'enguany s'han lliurat 48 treballs amb 150 alumnes participants, que han estat dirigits per 18 professors de 14 centres d'ensenyament secundari d'arreu de Catalunya. També hem tingut un parell de treballs d'un institut espanyol a França i també un treball de l'Aragó (pertanyent a la Franja).

La inquietud científica dels joves participants del concurs els ha portat a fer experiments, enquestes i estudis observacionals que els han permès respondre moltes de les preguntes que s'havien plantejat al començament i que ens han proporcionat coneixement sobre temàtiques molt diferents.

Una de les temàtiques més utilitzada en els treballs d'aquesta edició ha estat, evidentment, el coronavirus, tant reanalitzant i reanalitzant les dades disponibles com analitzant com ens està afecta la salut el confinament. S'han explorat de manera bastant exhaustiva els gustos dels joves en època de confinament i també com afecten els jocs i les pantalles ara que n'hem fet un ús una mica intens. Alguns participants s'han fet preguntes sobre política i també sobre com haurien de ser les "eleccions ideals i justes". Els joves participants no han oblidat preguntar-se sobre ecologia i bons hàbits, com per exemple com podem reciclar de manera òptima. Aquesta edició ha tingut també un vessant "experimentador". Els joves experimentadors

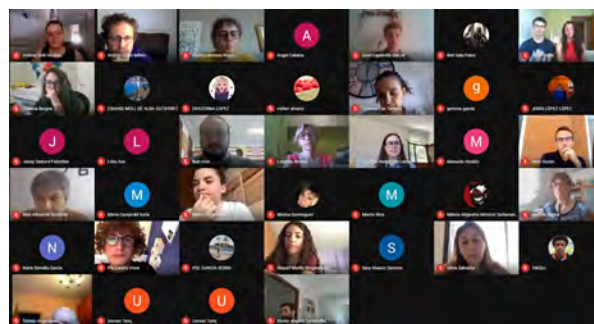
han intentat demostrar com funciona el sentit del gust, si els videojocs compleixen el que diuen les instruccions, com afecten diferents qüestions com l'ordre de les lletres com llegim i entenem textos i com afecten els colors el temps de reacció, etc.

L'organització i el jurat del Planter de Sondeigs i Experiments, després d'examinar els 48 treballs presentats, vam constatar que tots els estudiants participants havien après molt (i nosaltres també) i que, a més a més, s'ho havien passat molt bé, en una època en què feia falta.

Els treballs guanyadors en cadascuna de les quatre categories del concurs van ser:

- 1r i 2n d'ESO: "Ets supergustador? Xifrant i desxifrant el misteri de la Pheniltiocarbamide", dels estudiants Aretha Mae Ramon, Biel Sala, Marcel Estany, Marina Nuila i Milena Monzón (INS Juan Manuel Zafra, Barcelona), dirigit per Marisa Domínguez.
- 3r i 4t d'ESO: "Les famílies tenen sexe?", dels estudiants Aran Capdevila, Maria Cinca, Núria Serralta, Raquel Martín i Txell Gimenez (INS Serra de Noet, Berga), dirigits per Sílvia Salvador.
- Batxillerat i cicles formatius: "Microrobots", d'Usman Tariq (INS Juan Manuel Zafra, Barcelona), dirigit per Andreu Moreno.
- Premi Planter - Idescat: "Gent nova!", dels estudiants Carla Erroz, Carla Clemente, Gala Ovejero i Laia Gomis (Escola Pia Sarrià, Barcelona), tutoritzat per Luis Cros.

Enguany s'han donat mencions especials per a treballs relacionats amb la covid-19 i a un treball de l'escola de formació d'adults de Mollerussa.



Imatge de l'entrega de premis en línia, juny 2020

---

---

# Notícies de la comunitat matemàtica

## Matemàtiques a la UAB

### Activitats divulgatives del Departament de Matemàtiques de la UAB

Joan Orobitg

Relacions amb Secundària (Departament de Matemàtiques de la UAB)

Com és ben sabut, aquest primer semestre del 2020 ha estat afectat pel tancament de la universitat des del 13 de març fins a mitjans del mes de juny. Així, parlarem més del que volíem haver fet que no pas del que realment es va dur a terme.

#### Dissabtes de les Matemàtiques

Després de tants anys, aquesta activitat ja és un clàssic i, en cada edició, més d'un centenar d'estudiants de batxillerat, professorat, monitors i altres fans de les matemàtiques tenen l'oportunitat de participar-hi. Per la dissetena edició dels Dissabtes de les Matemàtiques s'ha via programat:

- 29 de febrer (amb Dissabtes de la Física) Josep Lluís Solé (Departament Matemàtiques, UAB), *El metre: Revolució Francesa i Països Catalans. Un exemple de col·laboració entre la física i les matemàtiques*; Álvaro Corral (investigador CRM), *Estadística i física dels desastres naturals*.
- 7 de març, Xavier Mora (Departament de Matemàtiques, UAB), *Mètodes de votació i elecció. Podríem fer-ho millor!*
- 14 de març, Roberto Rubio (Departament de Matemàtiques, UAB), *La quadratura del cercle i els polígons impossibles*.
- 28 de març, Marc Masdeu (Departament de Matemàtiques, UAB), *Sabem resoldre equacions de tercer grau?*

Vam dur a terme les sessions del dies 29 de febrer i 7 de març. Confiam que a la propera edició puguem gaudir de les dues xerrades i tallers que ens van quedar pendents.

#### 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 4 de març del 2020 es va dur a terme a la sala d'actes del Rectorat de la UAB una nova edició d'Stat Wars, amb la participació, com en anys anteriors, de nombrosos alumnes de secundària.

És una activitat organitzada pel Departament de Matemàtiques de la UAB, el Servei d'Estadística Aplicada de la UAB Biostatnet, a través del node Catalunya-SEA, amb el suport de la FeCyT, conjuntament amb el Programa Argó de l'Institut de Ciències de l'Educació. 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 i que l'estadística és una disciplina científica molt utilitzada en tots els àmbits del coneixement.

#### XI jornada *Les matemàtiques entre la secundària i la universitat*

El dijous 2 d'abril del 2020, en el marc del Programa Argó de l'ICE en col·laboració amb el Departament de Matemàtiques de la UAB, s'havia de fer la XI jornada *Les matemàtiques*

entre la secundària i la universitat, que portava per títol. “Combinatòria i probabilitat, eines per comprendre l’atzar”.

Les ponències anaven a càrrec de Pere Puig i Frederic Utzet, professors del Departament de Matemàtiques de la UAB, i de Tània Ollé, de l’equip ICE La Cultura Matemàtica de les Persones, professora de l’escola cooperativa El Puig. No es van poder dur a terme, ja que es va suspendre la jornada per culpa del

confinament. També ens vam perdre la taula rodona moderada per Juan Jesús Donaire, amb la participació de Xavier Bardina, Giulia Binotto, Tània Ollé i Jordi Prims.

Finalment, també lamentem que se suspenguessin els Tallers Matemàtics, dins del Programa Argó adreçat als alumnes de secundària, que s’havien de fer entre el 22 de juny i el 10 de juliol.

## Des de la Biblioteca de Ciència i Tecnologia

Rosa Camps i Dolors Herbera, professores del Departament de Matemàtiques  
Montserrat Monge, bibliotecària

El 14 de març (en anglès, 3.14) és anomenat des de fa anys el Dia Pi. Però a partir d’enguany, i proclamat per l’assemblea general de la UNESCO, també és el Dia Internacional de les Matemàtiques: <https://www.idm314.org/>.

general, en escoles, museus, biblioteques i altres espais, i sota un tema comú, el de l’any 2020, “Les matemàtiques són arreu”.

Així, en resposta a la crida, les professores Rosa Camps i Dolors Herbera del Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona, amb la col·laboració de la Biblioteca de Ciència i Tecnologia, van organitzar una exposició pel mes de març.

Per mostrar a la Facultat de Ciències i la Facultat de Biociències la gran varietat de sectors on s’apliquen les matemàtiques i la seva rellevància, es va fer una petita selecció de la feina desenvolupada pels estudiants del grau en Matemàtiques de la UAB en l’assignatura de Pràctiques en Empreses. Els agraïm a tots que acceptessin fer pública la seva feina!

A continuació llistem els deu treballs escollits com a exemple.



Cartell de l’exposició (obra de G. Guasp, professor jubilat del Departament de Matemàtiques, UAB)

En aquest dia es convida la comunitat matemàtica a organitzar tota mena d’activitats, adreçades tant a estudiants com al públic en

- Adrian Torres Martín, la matemàtica financera dels derivats.
- Alba Martínez Robles, la qualitat de les dades per a les consultories.
- Anna Renau Rossell, l’anàlisi en temps real d’encefalogrames en el camp de la medicina.
- Carles Molina Mendiola, la distribució dels receptors en la membrana dels limfòcits T del sistema immunitari.
- Jaume Brossa Ordóñez, el control de qualitat en el sector de l’automoció.



- Laia Domingo Colomer, l'anàlisi de dades combinada amb intel·ligència artificial per a la producció d'acer.
- Lara Reche Polo, la matemàtica dels jocs online.
- Lidia Corona Viguera, l'assessorament en oportunitats de negoci per als clients de les consultories.
- Miquel Barcelona Posa, la geometria del disseny 3D per confeccionar teixit de puntes.
- Nora Silva i Tolosa, els algoritmes per optimitzar la col·locació de caixes i palets en el sector logístic.

L'espai de la mostra va ser l'aparador gran a l'entrada de la biblioteca, on s'organitzen exposicions de manera habitual. Com a fons, en segon terme, es va simular una "pissarra", on apareixien tota mena de matemàtiques, elaborada amb la participació de tots els membres del Departament de Matemàtiques que hi van voler col·laborar.

Us convidem a fer un recorregut fotogràfic per l'exposició aquí: <https://ddd.uab.cat/record/220060>.

## Matemàtiques a la UB

### Resum de les activitats adreçades a secundària de la Facultat de Matemàtiques i Informàtica de la UB

Antoni Benseny Ardiaca  
Facultat de Matemàtiques i Informàtica, UB

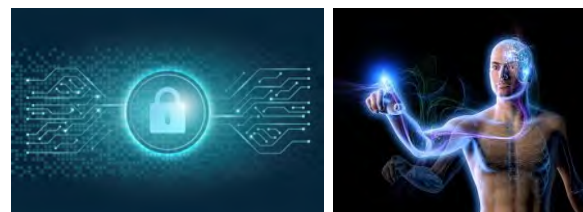
En el curs 2019–2020 han tingut lloc les activitats següents, que es poden consultar a la pàgina web d'activitats de la facultat: <https://mat.uab.edu/matapps/activitats>:

La preparació per a l'Olimpíada Matemàtica es va fer d'octubre a desembre, els dimecres a la tarda, a càrrec de Jordi Marzo.

Es van dur a terme les xerrades-taller per a professorat i alumnat de secundària següents:

- 14 i 28 de novembre - Xevi Guitart: "Criptografia: les matemàtiques de la informació secreta".
- 22 i 29 de gener - Ignasi Cos: "L'anàlisi del moviment: de l'evolució al cervell".

Els tallers van comptar amb suport de professorat i alumnat de la Facultat en els tallers, i hi va haver una elevada participació de professorat i alumnat de batxillerat. Se'n pot consultar la documentació a <https://mat.uab.edu/matapps/activitats/xerrades>.



Imatges suggerents de les xerrades-taller

També se'n van fer per a l'ACFAEC [Associació Catalana de Famílies i Amics d'Estalmat i Ciències]:

- 9 de novembre - Carles Casacuberta: "Nusos, enllaços i trenes".
- 25 de gener - Inmaculada Rodríguez: "Mons virtuals".
- 8 de febrer - Ignasi Cos: "L'anàlisi del moviment: de l'evolució al cervell".

La participació al Saló de l'Ensenyament, per informar dels estudis de grau de la Facultat i prevista per als dies 18–22 de març, es va fer en línia els dies 19–21 mitjançant la plataforma UNIFeria, amb la col·laboració de 4 becaris.

Les activitats previstes per al 6 de maig van ser ajornades al 27 de maig i fetes de manera telemàtica.



Cartell de la Matefest/Infofest

Inici de la Matefest/Infofest virtual, que és accessible des de <https://mat.ub.edu/>

[/matapps/matefest](https://mat.ub.edu/matapps/matefest). Ha estat preparada per alumnat de la Facultat amb coordinació dels becaris de col·laboració Roger Asensi i Martí Jané, i s'anima tothom a gaudir-ne.

Jornada de Portes Obertes en línia amb la plataforma BB Collaborate. Se'n pot consultar també la presentació feta pels caps d'estudis i el vídeos enregistrats a <https://mat.ub.edu/futurs-estudiants>.

El Suports a Treballs de Recerca de Secundària es va fer també de manera telemàtica. Els treballs proposats estan disponibles en línia.<sup>11</sup>

El programa de Premis UB-Santander als millors treballs de recerca de batxillerat ha comptat amb una elevada presentació de sol·licituds, amb treballs de gran qualitat. Podeu trobar-ne tota la informació i també els treballs guanyadors al web de la UB.<sup>12</sup>

Per al curs vinent, es preveu la reedició de totes les activitats, ja sigui en format presencial, virtual, o mixt acompanyant l'edició presencial a fi de poder estendre l'abast de les activitats a un públic més ampli.

## Des del CRAI Biblioteca de Matemàtiques i Informàtica de la UB

Montserrat Garrich  
Responsable del CRAI

Cada any els alumnes de la Facultat de Matemàtiques i Informàtica de la Universitat de Barcelona organitzen la jornada anomenada Matefest-Infofest amb tot un programa ple de xerrades, tallers, visites i activitats.

Des del curs 2017–2018, la biblioteca també s'ha afegit a la jornada, i organitza exposicions bibliogràfiques adreçades al públic novell però interessat en les dues especialitats de la facultat.

Per a l'any 2020 hi havia previst, a suggeriment d'una alumna, dedicar l'exposició al nombre d'or. La covid-19 i el confinament van impedir que la jornada fos presencial, i la van convertir en una festa a la xarxa, el dia 27 de maig.

La biblioteca va replantejar també l'exposició bibliogràfica que tenia prevista i va elaborar la mostra virtual *El nombre d'or: la proporció de la bellesa*.<sup>13</sup> L'exposició fa un recorregut conceptual, bibliogràfic i històric sobre la proporció àuria, usada des de temps immemorials i definida per Euclides a *Els elements*, cap a l'any 300 aC. Eminentment visual, la mostra fa èmfasi també en la presència de la secció àuria en molts patrons de la naturalesa i en el seu ús artístic, des de la Grècia hel·lenística fins als nostres dies.

Vegeu més informació relativa a la Matefest-Infofest 2020, al blog del CRAI Biblioteca de Matemàtiques i Informàtica.

<sup>11</sup><https://mat.ub.edu/matapps/activitats/treballs-de-recerca-de-matematiques/?cat=mat>

<sup>12</sup><https://www.ub.edu/futurs/premis-treballs-de-recerca>

<sup>13</sup><https://crai.ub.edu/ca/coneix-el-crai/biblioteques/biblioteca-matematiques/el-nombre-d-or>

## Activitats del quadrimestre de primavera de la Facultat de Matemàtiques i Estadística

Pep Burillo

Vicedegà Relacions Internacionals i Promoció de la FME

La segona meitat del curs 2019–2020 de la Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME) de la UPC ha estat, com a tot arreu, marcat per la pandèmia que estem patint. Per tant, algunes activitats s'han suspès, i d'altres s'han passat a versions online.

### Vida acadèmica

El dia 11 de març es va celebrar el Dia de la Dona Matemàtica a l'FME, amb una conferència a càrrec de la professora Joana Cirici sobre la matemàtica Maryam Mirzakhani. D'aquesta activitat en teniu un article en aquesta mateixa revista. Posteriorment, el dia 12 de maig es va fer el visionat conjunt (per via telemàtica) del documental sobre Maryam Mirzakhani *Secrets of the surface*.

El dia 19 de febrer es va fer un col·loqui FME-UPC, amb el títol “Combinatòria, probabilitat i lògica” a càrrec de Marc Noy (Departament de Matemàtiques de la UPC).

Un dels esdeveniments més importants que s'han produït aquests darrers mesos és l'acord entre l'FME i l'Escola Superior de Música de Catalunya (ESMUC) per oferir un doble grau de Música i Matemàtiques. Aquest doble grau de 10 quadrimestres va dirigit als estudiants d'altres capacitats tant en música com en matemàtiques, i s'ofereixen cinc places per al curs 20–21. A la prova d'accés celebrada el dia 13 de juliol es van presentar 11 candidats.

El dia 30 de juny es va celebrar de manera telemàtica la 5a Jornada Docent del Departament de Matemàtiques: *Matemàtiques no presencials: el FUTUR ja és aquí?* amb una conferència per part d'Eduardo Sáenz de Cabezón, de la Universitat de La Rioja, matemàtic i divulgador. A continuació es donen més detalls de la jornada.

### Activitats relacionades amb secundària i competicions

La pandèmia ha obligat també que els tallers de secundària quedessin suspesos a partir del mes de març. L'únic taller que es va fer va ser *El llegat d'Hipàtia: les dones i les matemàtiques*, per part de la professora Maribel Ortego, del Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental de la UPC.

Els dies 24 d'abril i 29 de maig es van fer les dues jornades de portes obertes virtuals de l'FME via Google Meet. S'hi van presentar el grau en Matemàtiques i el grau en Ciència i Enginyeria de Dades, de la UPC, i el grau en Estadística UB-UPC.



La 17a edició del Premi Poincaré al millor treball de recerca de secundària es va endarrerir, però al final es va celebrar quasi amb normalitat. La cerimònia d'entrega de premis va ser via Google Meet el dia 29 de juny del 2020, i es van concedir tres premis i set mencions. El treball guanyador va ser *L'origami: una barreja de matemàtiques i creativitat*. En el treball es combinava l'origami amb la teoria de nombres, la construcció de nombres cúbics, i també amb geometria, construint figures de curvatura positiva i negativa. Els tres treballs guanyadors són:

- *L'origami: una barreja de matemàtiques i creativitat*, de Denisa Toderoiu, de l'Institut Ramon Turró i Darder, de Malgrat de Mar. La tutora ha estat Amparo Tudela.

- *Teoria de grafs i algorismes: buscant el camí més curt*, de Marçal Comajoan, de l'Institut Jaume Callís de Vic. La tutora ha estat Alba Blasco Estrada.
- *Estudi del pèndol simple, les corbes de Lissajous i el moviment caòtic del pèndol simple*, de Maria Claramuny. De l'Institut Pere Vives Vich d'Igualada. El tutor ha estat Tomàs Agulló.
- 1r-2n ESO: *Ets supergustador? Xifrant i desxifrant els secrets de la pheniltiocarbamide*, tutoritzat per Marisa Domínguez, de l'Institut Juan Manuel Zafra, de Barcelona.
- 3r-4t d'ESO: *Les famílies tenen sexe?* Tutoritzat per Sílvia Salvador, de l'Institut Serra de Noet de Berga.
- Batxillerat: *Temps de colors, la relació entre el temps de reacció i l'escala cromàtica*, tutoritzat per Andreu Moreno, de l'Institut Juan Manuel Zafra de Barcelona.

Igualment, es va dur a terme l'acte de lliurament de premis de l'11a edició del Concurs Planter de Sondeigs i Experiments el dilluns 22 de juny, també de manera virtual. Els guanyadors són:

En la categoria de Planter-Idescat, el premi va ser per *Gent nova!*, tutoritzat per Luís Cros de l'Escola Pia Sarrià de Barcelona.

## Jornada de docència matemàtica

Chara Pantazi

Membre del comitè organitzador (UPC)



El 30 de juny del 2020, el Departament de Matemàtiques de la UPC va organitzar la 5a jornada docent amb títol *Matemàtiques no presencials: el FUTUR ja és aquí?*

Enguany, a causa dels inesperats reptes docents que ha hagut d'afrontar el professorat universitari, la jornada va ser l'espai necessari per reflexionar sobre la docència no presencial i la utilització de noves metodologies i eines tecnològiques. Es va celebrar en format telemàtic per primera vegada.

El famós divulgador i matemàtic E. Sáenz de Cabezón (Universidad de La Rioja) va ser el ponent de la conferència plenària "La pregunta significativa". Basat en la seva experiència, ens va oferir els seus consells de com apropar els continguts matemàtics als nostres estudiants.

La taula rodona amb títol "Trànsit a la no presencialitat: del pànic a l'esperança" i amb ponents els professors de la UPC Montserrat Pons, Alvar Martín i Antoni Guillamon (moderador) va ser una oportunitat d'intercanvi d'experiències i opinions. Cal destacar els testimonis via vídeos i podcasts d'estudiants de diverses escoles de la UPC i la gran participació d'assistents. L'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa va ser l'escenari per a la taula rodona en la qual els ponents van interactuar de manera presencial, mantenint les distàncies i mesures recomanades.



Mostra del format híbrid de la jornada docent

A continuació, la professora Vanesa Daza (UPF) ens va explicar com utilitzar la ludificació per motivar els estudiants d'enginyeries a les

assignatures de matemàtiques. Així, “Matescape, un Escape Room a l’aula d’àlgebra lineal” va ser un taller molt dinàmic on vam aprendre com utilitzar els jocs d’escapada per millorar l’interès dels nostres estudiants per l’àlgebra lineal.

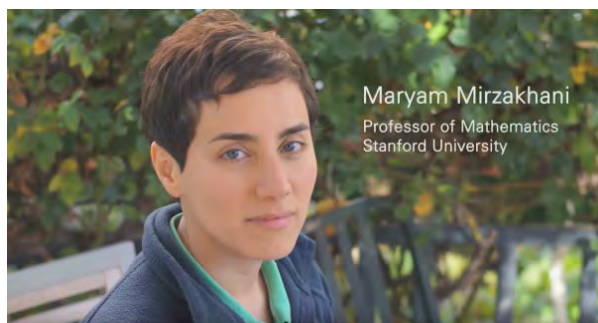
El segon taller, “Pissarres Digitals”, va ser a càrrec de les tres professores del departament de la UPC: Montse Alsina, Angeles Carmona i Montse Mauroso. Va ser una oportunitat magnífica per aprendre sobre l’ús de diferents suports com per exemple pissarres cegues, tauletes (iPad, Android) i ordinadors convertibles

## Des de la biblioteca de la FME

Gemma Flaquer  
Cap de la biblioteca

Durant el febrer i març d’aquest any, la Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME), el Centre de Formació Interdisciplinària Superior (CFIS) i el Departament de Matemàtiques de la Universitat Politècnica de Catalunya va homenatjar i donar a conèixer la figura de Maryam Mirzakhani i la seva obra, amb una exposició i una sèrie d’accions que s’emmarcaven dins la Setmana de la Dona de la UPC, del 10 al 14 de febrer, i del Dia Internacional de les Matemàtiques, el 14 de març.

En trobareu un article més extens en aquest mateix número de la revista.



(Windows). Va ser un taller molt enriquidor i de gran interès.

El gran èxit d’assistència i la participació del públic va posar de manifest la necessitat del professorat de reflexionar sobre la nova normalitat docent. Cal destacar que també hi va participar professorat d’altres departaments i altres universitats, com la Universitat Autònoma de Barcelona o la Universitat de les Illes Balears, amb una mitjana superior a 100 persones. A la jornada hi va assistir el rector, el senyor Francesc Torres, i va tenir el suport de l’Institut de Ciències d’Educació de la UPC.

Per donar suport a aquesta iniciativa, la Biblioteca de la Facultat de Matemàtiques i Estadística va publicar el butlletí monogràfic: *Remember Maryam Mirzakhani (1977–2017)*, que trobareu a l’enllaç adjunt.<sup>14</sup>

Al butlletí s’hi destaca que va ser la primera dona a guanyar la Medalla Fields.

També destaca una cita que és bona de reproduir, extreta de l’article “Stanford’s Maryam Mirzakhani wins Fields Medal”. del 12 d’agost de 2014: “This is a great honor. I will be happy if it encourages young female scientists and mathematicians. I am sure there will be many more women winning this kind of award in coming years”. (“És un gran honor. Seré feliç si encoratja dones joves científiques i matemàtiques. Estic segura que els propers anys hi haurà moltes més dones que guanyin aquest tipus de guardons”).

Al butlletí s’hi resumeix també la seva trajectòria matemàtica, amb enllaços a vídeos i articles, i s’hi inclou una llista extensa de les seves publicacions.

<sup>14</sup><https://apps.bibliotecnica.upc.edu/informacions/BFME/S602/index.php>

### Presentació del Departament d'Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística (IMAE) de la Universitat de Girona

Albert Avinyó

Departament IMAE, Universitat de Girona

En primer lloc, vull agrair a la Montse Alsina, editora del *SCM Notícies*, l'oportunitat que m'ha donat per ensenyar-vos qui som i què fem al Departament d'Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística (IMAE) de la Universitat de Girona (UdG). En segon lloc, vull fer palesa la meua alegria per tornar a participar en aquesta revista que tant estimo.

El departament es va crear l'any 1993 per acord de la Comissió Gestora de la UdG sota el nom de Departament d'Informàtica i Matemàtica Aplicada (IMA), i no va ser fins al desembre de 2012 que el Consell de Govern de la UdG va aprovar la modificació del seu nom per l'actual d'IMAE. Aquest canvi va tenir com a objectiu mostrar, de manera més explícita, que es tracta d'un departament interdisciplinari format per tres àrees de coneixement: Llenguatges i Sistemes Informàtics (LSI), Matemàtica Aplicada (MA) i Estadística i Investigació Operativa (EIO). Per a més informació, es pot consultar <https://www.udg.edu/ca/depimae>.

En aquest darrer curs, 2019–2020, el departament està format per 62 persones, entre personal docent investigador i personal d'administració i serveis. A l'àrea de LSI hi ha divuit professors a temps complet i quatre a temps parcial, i dos becaris en formació. En el cas de MA, hi ha dotze professors a temps complet, sis a temps parcial, un becari en formació i un professor emèrit, mentre que EIO té quatre professors a temps complet, set a temps parcial i tres d'emèrits. Com us podeu imaginar, a causa del tancament dels edificis durant aquest darrer semestre del curs, no ha estat possible fer una fotografia actualitzada de tot el personal del departament.

En la resta d'aquest article em centraré només en les àrees de coneixement d'EIO i de MA, i explicaré la seva activitat principal pel que fa a la docència, la recerca i la divulgació.

Aquestes dues àrees de coneixement imparteixen docència a quatre centres de la UdG: l'Escola Politècnica Superior (dotze titulacions de grau), la Facultat de Ciències (sis titulacions de grau), la Facultat de Medicina i la Facultat d'Infermeria. La major part d'aquesta docència està concentrada en assignatures de primer curs, excepte en els graus d'Enginyeria Informàtica, Enginyeria en Tecnologies Industrials i Biotecnologia, on també hi ha assignada docència en cursos superiors.



Seu del departament al Campus de Montilivi

Sota la direcció del professor Jordi Poch, el departament és l'encarregat de la gestió i el desenvolupament del sistema de generació i correcció automàtica de problemes ACME (Avaluació Continuada i Millora de l'Ensenyament). Aquesta plataforma virtual, que va néixer fa uns anys amb la finalitat de millorar la docència de les matemàtiques en els estudis d'Enginyeria de la UdG, s'ha anat ampliant i, en aquests moments, dona servei a moltes més assignatures de diferents departaments d'aquesta universitat (Física, Economia, Dibuix Tècnic, etc.), i, també, té un conveni de cooperació amb el Departament de Matemàtiques de la UAB. Actualment el projecte està constituït pel que

s'anomenen Sistema d'Avaluació Continuada (SAC) i Sistema d'Ajuda a la Resolució de Problemes (SARP). El primer és l'encarregat de dur a terme una avaluació continuada de manera eficient, assignant a cada alumne una col·lecció d'exercicis personalitzada que es corregeix automàticament tot enviant les respostes via internet, i el segon té com a objectiu facilitar a l'alumne un sistema d'estudi i d'autoaprenentatge. Per a més informació, es pot consultar la pàgina web <http://acme.udg.edu/>.

Al departament hi conviuen cinc grups de recerca però la majoria de professors d'EIO i MA estan en dos d'aquests: el Grup de Recerca en Estadística i Anàlisi de Dades Composicionals (EADC) i el Grup de Recerca en Equacions Diferencials, Modelització i Aplicacions (EDMA)

El primer és un grup format per vuit professors d'EIO (Carles Barceló, Pepus Daunis, Marc Comas, Glòria Mateu, Santi Thió, Vera Pawlowsky, Marina Vives i Josep A. Martin com a responsable) i el seu tema d'estudi principal és l'anàlisi estadística de les dades composicionals, en particular la seva fonamentació teòrica i la seva aplicació en diferents àmbits de la ciència i la tecnologia. Des de l'any 2001, el grup treballa en l'elaboració i difusió de l'anomenat CodaPack, un programari específic i amigable per al tractament de les dades composicionals i, també, ha organitzat diverses vegades el CodaWork, el congrés internacional de referència sobre les dades composicionals. Podeu trobar-ne més informació via web.<sup>15</sup>

La recerca del segon grup, format pels professors Maria Aguares, Albert Avinyó, Esther Barrabés, Narcís Clara, David Juher, Marta Pellicer, Jordi Ripoll, David Rojas i Joan Saldaña (coordinador) està relacionada, en un sentit ampli, amb les equacions diferencials i les seves aplicacions. Alguns dels temes d'estudi són: la mecànica celeste (existència de solucions periòdiques, transferències *low-cost*, òrbites d'ejecció-collisió), la biologia matemàtica (dinàmica de poblacions estructurades, càlcul del nombre reproductiu bàsic, tant en models epidèmics com ecològics), la teoria qualitativa de les equacions diferencials (funció de període,

teoria d'oscil·ladors i aplicacions de la teoria d'isòcrons a la física), els sistemes dinàmics discrets (entropia topològica, conjunt de períodes i *patterns* combinatoris en aplicacions d'espais 1-dimensionals), les equacions en derivades parcials (mètodes pertorbatius formals, equacions de Ginzburg-Landau, modelització, regularitat, i estudi asimptòtic i espectral de sistemes mecànics amb dissipació) i, finalment, el tema que uneix més tot el grup, que és el de la modelització matemàtica. En aquest punt cal destacar els estudis sobre els models de propagació d'epidèmies i d'altres processos contagiosos (rumors, imitació de conductes, percepció de riscos, etc.), els models amb alerta i els models per a la dinàmica de robatoris en domicilis. També dins l'àmbit de la modelització matemàtica cal dir que part del grup ha participat activament e les edicions dels ESGI (European Study Groups with Industry, <https://ecmiindmath.org/study-groups/>), tant com a participants com en el comitè organitzador, i han continuat així la col·laboració amb algunes de les empreses participants. Aquest grup manté relacions amb molts altres grups d'investigació de les universitats catalanes, i durant aquests darrers anys ha organitzat diversos congressos i trobades. Per a més informació, vegeu <https://edma.udg.edu/>.



Seminari de Matemàtica Aplicada

Hi ha un tercer grup de professors amb la recerca associada a altres grups, bé del departament o bé de fora. Així, altres temes de recerca tractats són: l'anàlisi intervalar modal i les seves aplicacions al modelatge, la simulació i control de sistemes (Mei Calm); la modelització matemàtica de processos d'adsorció en tancs de mescla completa i en columna de metalls em-

<sup>15</sup>[http://imae.udg.edu/Recerca/EIO/inici\\_cat.html?\\_ga=2.142833458.641970891.1593294016-1661317324.1591391522](http://imae.udg.edu/Recerca/EIO/inici_cat.html?_ga=2.142833458.641970891.1593294016-1661317324.1591391522) i <http://www.compositionaldata.com/>

prant biomaterials com sorbents (Jordi Poch), i el processament de dades espacials i temporals amb l'objectiu de facilitar la presa de decisions en camps com ara la ubicació d'instal·lacions, el màrqueting, la gestió del trànsit de vehicles, la planificació urbana, l'epidemiologia o l'estudi de les interaccions socials (Narcís Coll).

El departament col·labora amb la Càtedra Lluís Santaló d'Aplicacions de la Matemàtica. Aquesta càtedra, dirigida pel professor David Juher, és una estructura de la UdG que té com a objectius principals establir lligams entre la recerca en matemàtiques i les seves aplicacions en els àmbits científics i tècnics

més diversos, fer-ne difusió i divulgació entre el gran públic, donar assessorament matemàtic a empreses, reflexionar sobre la problemàtica de l'ensenyament de les matemàtiques en tots els nivells educatius i donar a conèixer la gran personalitat del professor Lluís A. Santaló (Girona, 1911 – Buenos Aires 2001). Les activitats que la càtedra organitza i promou són molt diverses i apleguen tots els graus d'especialització, des del suport puntual en l'organització de seminaris i congressos de recerca fins a xerrades de divulgació obertes a un públic general. La seva pàgina web és <https://www.udg.edu/ca/catedres/Lluís-Santaló>.

## La veu del CRM

### Notícies i activitats del CRM: Math4COVID i KBOX-CRM

Lluís Alsedà Soler

Director del Centre de Recerca Matemàtica

#### Math4COVID



L'inici del 2020 al món de la recerca s'ha vist marcat per l'impacte que ha tingut la pandèmia mundial de la covid-19 i les seves conseqüències a escala social i sanitària. En resposta a aquesta crisi sense precedents, la comunitat matemàtica catalana ha dedicat els seus esforços a oferir eines i solucions per fer front als reptes que se'n han plantejat durant aquests últims mesos. El Centre de Recerca Matemàtica (CRM) ha col·laborat en diverses iniciatives impulsades tant per investigadors dels grups de recerca propis del centre com per grups de l'entorn de les matemàtiques a Catalunya.

El recull següent mostra algunes de les moltes iniciatives i projectes impulsats per investigadors de casa nostra, tots recollits sota la iniciativa **Math4COVID** creada en col·laboració entre el CRM, la BGSMath i la SCM.

El Grup de Recerca en Biorecerca i Bioinformàtica (**GRBIO**), de la UPC, ha participat en diversos projectes relacionats amb la covid-19 i ha recollit iniciatives, científiques i lúdiques, a la seva plana web. Guadalupe Gómez Melis, investigadora principal del GRBIO, forma part del comitè d'experts del CEMat dins de l'Acció Matemàtica contra el Coronavirus. Entre d'altres participa en el projecte HospFastLearn, liderat per Ricardo Cao, sobre estimacions de temps d'ingrés a UCIs, en planta, etc., i presentat a la convocatòria Supera Covid-19. Klaus Langohr, Jordi Cortés i Guadalupe Gómez, amb investigadors de l'MD Anderson Cancer Center, Houston (EUA), han estudiat el temps d'incubació de la covid-19 a partir de dades obertes. A la reunió anual del GRBIO, al juliol, s'han començat a treballar, amb finalitat divulgativa, les dades dels hospitals HM (iniciativa Covid Data Save Lives). El GRBIO ha iniciat també una col·laboració amb l'IDIBELL per a l'anàlisi d'una cohort corresponent a la zona metropolitana sud de Barcelona.

El grup de treball sobre **Models de Dinàmica de Poblacions Estructurades Usant EDPs** s'ha dedicat intensament a la modelització de la pandèmia en dues direccions complementàries.



D'una banda, s'ha fet un estudi crític de la qualitat de les dades, amb especial èmfasi en les distorsions que provoquen els retards en la seva notificació i la possibilitat de predicció a curt termini. D'altra banda, el grup ha continuat la recerca que ja duia a terme sobre poblacions estructurades i l'ha presentada a les Jornades *Matemàtiques i covid-19* de la SCM (*Sobre el nombre reproductiu bàsic en un model d'epidèmia estructurada*).

El grup de treball de **Models de Dinàmica de Poblacions** ha abordat el problema de la covid-19 des d'una perspectiva de sistemes dinàmics. Tot i això, s'ha comptat amb membres experts en aprenentatge automàtic (*machine learning*), que l'han enriquit. Des del començament, la dinàmica dins del grup ha estat excel·lent: una gran part dels seus membres ja hi han col·laborat anteriorment, i han creat una metodologia de treball fluida. A més, les incorporacions noves, entre les quals, les de dues estudiants de darrer curs de grau, s'han acoblat perfectament a l'equip i han contribuït a crear un ambient de treball molt enriquidor i enormement agradable. El grup ha fet (i encara continua fent) una reunió fixa setmanal, ampliable sempre que hi hagi algun tema extra a discutir. Durant els primers mesos s'han dedicat esforços, sobretot, a recollir informacions i articles i a estudiar i contrastar models d'altri. Posteriorment, l'estudi ha derivat cap a un model presentat per David Alonso, Fede Bartumeus i altres col·laboradors. A ells se'ls ha ofert suport i anàlisi en la mesura de les possibilitats i habilitats del grup de treball.

El **Grup de Recerca en Sistemes Complexos** del CRM ha estudiat la distribució estadística del nombre de morts causats per les epidèmies més importants de la història. Encara que les dades disponibles no són prou completes, s'ha pogut discutir si la cua de la distribució és molt pesada (tipus llei de potències) o no. Els resultats mostren considerable incertesa. D'altra banda, el **Grup de Recerca en Matemàtica Industrial** ha participat en l'organització de diversos seminaris en línia en col·laboració amb la European Consortium for Mathematics in Industry (ECMI).



Imatge de la reunió d'un dels grups, en el format telemàtic, convertit en "normal"

David Moriña, investigador postdoctoral BGSMath-Santander, està desenvolupant un dels projectes de recerca finançats per l'Institut de Salut Carlos III (ISCIII). Aquest projecte pretén desenvolupar un conjunt de models matemàtics basats en sèries temporals discretes i contínues que permetin quantificar en temps real els nous casos no reportats de covid-19 a Espanya, agrupant-los per comunitats autònomes o per altres criteris d'interès, com regions sanitàries. És sabut que les dades oficials subestimen considerablement el nombre de casos per diversos motius i, per tant, els resultats basats en aquestes dades poden tenir biaixos. Les estimacions proporcionades pels models proposats en aquest projecte permetran estudiar la dinàmica de la malaltia a partir de l'aplicació de models epidemiològics compartimentals que permetran obtenir estimacions més precises de la letalitat, mortalitat i morbiditat associades a la malaltia.

### Conveni de col·laboració KBOX-CRM

Al marge de les activitats relacionades amb l'emergència sanitària de la covid-19, el CRM ha pogut continuar desenvolupant durant els últims mesos diversos projectes de transferència tecnològica amb empreses. En aquest sentit, la transferència de les matemàtiques a la indústria viu un moment clau. Si bé el coneixement científic sempre ha tingut cabuda a la indústria, actualment la seva demanda va en augment. Els nous reptes busquen coneixement de les noves tècniques i metodologies, tant pel que fa al tractament de grans volums d'informació com pel que fa a processos amb grans reptes computacionals, i estan a l'abast dels nostres

professionals. Cada any a Catalunya surten al mercat laboral nous científics amb un alt coneixement i potencial per fer front a aquests desafiaments; empreses que creuen en la innovació, així com la indústria emergent o *start-ups*, aposten per la creació de nous departaments de personal amb aquest perfil. Des del CRM estem compromesos a acompanyar aquest procés, oferint en diferents formats solucions per fer front a aquest procés d'adaptació entre les noves unitats de coneixement a la indústria i els òrgans de gestió: des de programes com Kenia fins a formació a alt nivell per empoderar els càrrecs de lideratge amb capacitats per gestionar aquests nous equips.

El 25 de març el CRM va signar un acord de col·laboració amb **KBOX SalesTools** per desenvolupar un model de *budgeting* i *forecasting*. El CRM intervé en aquest projecte en el doble vessant d'encarregat de l'execució de part del projecte i d'entitat consultora del projecte global, que consistirà en el desenvolupament d'una solució basada en la formació d'un equip de treball des del mateix centre, amb la finalitat d'aconseguir dos objectius: consolidar les capacitats de l'equip i afrontar els reptes que es fixin en els propers mesos.

## La veu de la FFSB

### Nous camins en temps estranys

Xavier Jarque  
Director de la fundació

La nova direcció del comitè editorial de l'*SCM Notícies* ha endegat una iniciativa molt interessant de com recollir de manera ordenada i sistemàtica la informació de les diferents activitats de les institucions i organitzacions de la nostra comunitat: *La veu de ...*. Des de la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer volem agrair la iniciativa i mirarem de contribuir-hi per fer visibles les activitats que ens són pròpies. En el darrer número de la revista podeu llegir el primer article d'aquest nou format.

#### Una nota prèvia

El passat mes del maig de 2020 vaig tenir l'honor d'agafar el relleu en la direcció de la FFSB, en substitució de Manuel Castellet, que n'ha estat el director la darrera dècada. La meva relació amb el patronat de la Fundació no és novella, ja que, com a president de la Societat Catalana de Matemàtiques em vaig ser membre *institucional*. Però, certament, assumir la direcció és un altre nivell de compromís que espero poder portar a terme amb la dignitat que es mereix. I dic això amb coneixement de causa. Per una banda, dirigir la fundació d'un matemàtic de referència de la història moderna de la nostra comunitat i de la vàlua inter-

nacional de Ferran Sunyer i Balaguer és una tasca que cal fer de forma excel·lent. Però per l'altra, és un repte gegantí continuar la feina de Manuel Castellet, que ha impulsat la fundació amb iniciativa i capacitat de treball.

#### Temps estranys

En el darrer número de l'*SCM Notícies*, com us deia abans, Manuel Castellet va fer un repàs històric de la fundació i una descripció de les diferents activitats de la fundació; des de les borses de viatge per a joves investigadors en el darrer any de tesi fins a la col·laboració amb l'Hospital de Sant Joan de Déu de Barcelona amb l'objectiu de crear un sistema de suport al diagnòstic cognitiu per a nens i nenes amb paràlisi cerebral (com va ser el cas de Ferran Sunyer), passant, per descomptat, pel Premi Ferran Sunyer i Balaguer que ha estat fins avui el pes pesant de la fundació.

Una altra activitat habitual és el Dissabte Transfronterer de les Matemàtiques a l'Alt Empordà, DITMAE. Aquest any va ser el dia 1 de febrer de 2020, a Figueres, i les xerrades van ser: "Embolica que fa fort", "Teoria de jocs: equilibri de Nash i models econòmics" i "Criptografia: de l'aritmètica als codis secrets".



Joves al DITMAE 2020, a Figueres

No obstant això, avui vivim dies estranys i la realitat de la pandèmia de la covid-19 posa incertesa a les nostres vides en general i a l'activitat de la fundació en particular. Anecdòticament es va donar la circumstància que la reunió del patronat de la fundació on vaig ser escollit director va ser el dia 12 de març del 2020 a la tarda, la darrera reunió que vaig tenir abans del confinament i molt probablement una de les darreres reunions pre-confinament a la seu de l'IEC.

És molt probable que la pandèmia tingui efectes indesitjables en les nostres activitats. De fet la sessió del Dissabte de les Matemàtiques a Lleida (DiMatLleida) que s'havia de fer el 14 de març del 2020, coincidint amb el dia internacional de les matemàtiques, ja es va haver de cancel·lar. L'entrega del Premi Ferran Sunyer i Balaguer 2020 s'havia de fer en el transcurs de la cerimònia a l'IEC de Sant Jordi d'enguany, naturalment suspesa. I moltes de les borses de viatge que havíem concedit en la darrera convocatòria havien de transcórrer durant els mesos d'abril a desembre del 2020.

En resum, haurem de fer un esforç titànic per mantenir tant la quantitat com la qualitat de les activitats, buscant alternatives i ajustant-nos a la realitat imposada per la pandèmia.<sup>16</sup>

### **Futur**

No vull acabar amb un regust amarg. Deixeu-me fer, doncs, dues reflexions.

La primera és sobre el projecte compartit amb l'Hospital de Sant Joan de Déu de Barcelona. És una molt bona oportunitat i hem de mirar d'aprofitar-la. Fins avui la nostra col·laboració científica té un caràcter més passiu que actiu i m'agradaria molt explorar la implicació en el projecte des del punt de vista científic per part dels matemàtics de la nostra comunitat. Cada cop més, la complexitat dels reptes científics requereixen investigadors de diferents àrees i disciplines i aquest cas (psicòlegs, metges, matemàtics, etc) no n'és cap excepció, i per tant seria bo que ens hi impliquéssim. Mirem quin paper més rellevant tenen els matemàtics en la modelització de la pandèmia... Malgrat el poc resó que a vegades hem tingut per prendre les decisions polítiques.

L'altra és al voltant del Premi Matemàtiques i Societat, instaurat per la fundació l'any 2008, "ofert 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...), produïts als Països Catalans en el dotze mesos anteriors a la data de resolució". Recordem que el premi no té assignada cap quantitat monetària sinó una peça que reproduïx una escultura del fons d'art de l'Institut d'Estudis Catalans. No podem amagar que alguns anys es fa difícil trobar candidatures naturals pel premi, un senyal de la dificultat que tenim els matemàtics per trobar sinergies positives més enllà de les zones de confort, i de manera molt especial en els mitjans de comunicació. Ens cal treballar en aquesta direcció i fer-nos veure en la societat com una peça clau dels avenços tecnològics de la societat. Amb tot, i per tenir un final ben feliç d'aquest petit repàs de la realitat de la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer, dir-vos que aquest any 2020 el Premi Matemàtiques i Societat ha estat atorgat a Antoni Gomà per la seva feina inesgotable en les Proves Cangur, l'any del seu 25è aniversari. Moltes felicitats.

<sup>16</sup> *Escric aquest article mentre el mòbil treu fum amb la notícia que la Universitat d'Oxford ha trobat la clau i ha fet un primer pas important en la recerca d'una vacuna per a la CODIV19; tant de bo!*

## El MMACA confinat

Sergio Belmonte  
Vicepresident del MMACA

Ens va agafar de sobte. Sense avisar. D'un dia per l'altre, com suposo que a totes les persones i entitats. I tocava adaptar-se. Moltes reunions virtuals, moltes trobades online, molts Meets, Zooms, Jitsis i altres plataformes per a videoconferències van començar a formar part ineludible del nostre dia a dia. L'allau d'informacions contradictòries i instruccions difuses que s'anaven rebent feien pensar que la cosa no era per uns quants dies, sinó que anava per llarg. Amb el museu físicament tancat, sense data concreta de reobertura i sense visites ni tallers escolars, tocava reinventar-se. En definitiva, l'animal que sobreviu és el que s'adapta al medi.

### Reinventar-se...

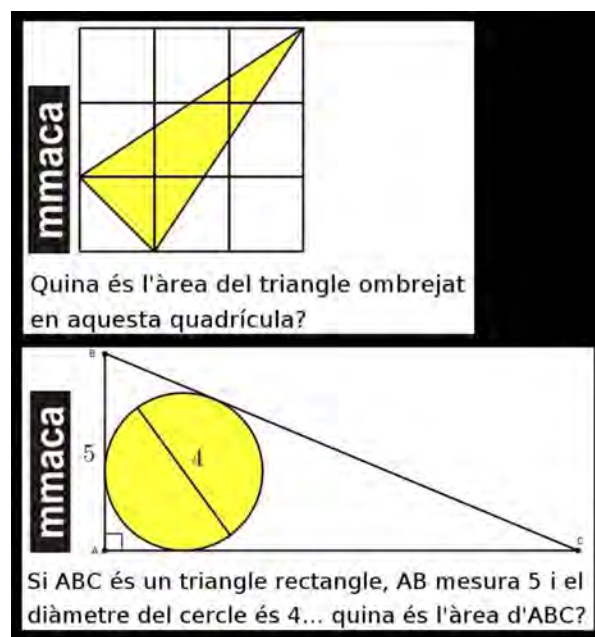
Per a un museu amb el lema "Prohibit no tocar" en què les experiències es basen a ser manipulatives i en la interacció, el fet d'enfrontar-se a una situació de confinament i haver de mantenir distàncies de seguretat va esdevenir un dels reptes més grans que hem tingut mai (i això que en tenim molts).

Vam començar amb la idea i la convicció de poder treballar online, però molt aviat vam haver de fer un ERTMO als nostres estimats/des educadors/es amb la incertesa del que podia venir, i vam començar a oferir als nostres socis, amics i públic una oferta de propostes el més atractiva possible de manera que no es perdés el contacte, al menys virtual, ja que el físic estava totalment vetat.

Ens ho vam haver d'agafar com un temps per parar una mica i aprofitar per avançar en tots els temes que, per falta de temps en el dia a dia, mai trobàvem el moment de posar-nos-hi. El primer que vam renovar va ser el nostre web, [www.mmaca.cat](http://www.mmaca.cat) amb un disseny més modern, minimalista i funcional, així com el sistema de reserves. Ja feia temps que treballàvem en això, però ha estat aquests mesos quan hem acabat

de donar-hi l'estètica definitiva, i ara ja es pot visitar.

A més a més, amb la participació desinteressada dels nostres socis, vam gravar una sèrie de vídeos amb reptes i activitats per a tota la família (matemàgia, construccions geomètriques, reptes numèrics, etc.) que estan disponibles per a tothom al nostre canal de YouTube; també hem recuperat antics reptes (els famosos #Enigmmacas) i n'hem fet difusió a les nostres xarxes (Twitter, Instagram i Facebook) per continuar mantenint el contacte amb els seguidors.



Exemples d'Enigmmacas

Seguint la línia del museu d'apropar les matemàtiques a tothom, i preveient que els centres escolars tindran problemes per desplaçar-se a les nostres instal·lacions, vam dissenyar nous tallers amb la intenció de portar el MMACA a les escoles i instituts. Contes, Geometria, Tangram, Màgia, Bombolles de Sabó, Cúpules de Leonardo, Puzzles, Probabilitat i més integren la nostra proposta de tallers; ampliem

així l'oferta que ja teníem i mantenim l'esperit que sempre envolta l museu de plantejar una experiència matemàtica engrescadora.

## 5 xerrades = 1000 idees

Una de les iniciatives més celebrades durant aquest confinament ha estat el Cicle de Xerrades Internacionals del MMACA. Donant voltes a què podíem fer sota el paraigua del museu, quelcom de qualitat i atractiu, vam demanar ajuda als nostres amics internacionals, i el que al principi va ser una sessió informal destinada als nostres educadors, es va convertir en un potent cicle de videoconferències per a tothom. Han estat cinc ponències plenes d'idees motivadores portades a terme per diferents persones molt rellevants de la divulgació matemàtica d'arreu del món seleccionades a consciència per oferir als nostres amics i socis unes sessions d'allò més interessants i engrescadores.

**James Tanton**  
James Tanton (PhD Matemàtiques, Universitat de Princeton, 1994) està profundament interessat a superar el buit entre les matemàtiques esportives dels estudiants de l'ensenyament secundari i les matemàtiques creatives dels matemàtics.

**David Martin**  
Cap de departament de matemàtiques a Alberta, Canadà.  
L'agrada comptar font amb nombres primes, jugar amb la programació i, en veure's guai, fer matemàtiques.

**Chris Brownell**  
Director del programa i professor associat del departament de Matemàtiques i STEM - Fresno Pacific University.  
Gran aficionat a les matemàtiques recreatives, Certificat de dades en potència.

**Adrián Paenza**  
Fenòmens matemàtics i professor a la Facultat de Ciències Exactes i Naturals de la Universidad de Buenos Aires.  
Autor de llibres i programer de televisió de divulgació científica. Premi Loebawski a la divulgació matemàtica el 2014.

**Caroline Ainslie**  
Divulgadora matemàtica anglesa i creadora de Games. És una enginyera en electrònica que ha decidit dedicar la seva vida a difondre el seu amor per les matemàtiques i regalar als nens perquè coneguin a estimar-les.

**Cicle de conferències online**  
Els dijous a les 19:00. Del 21/5 al 18/06 de 2020.

Gratuïtes i exclusives per a persones sòcies i amigues.  
Reserva o fes-te amic nostre a <http://tiquets.mmaca.cat>.

**mmaca**  
Museu de Matemàtiques de Catalunya  
[www.mmaca.cat](http://www.mmaca.cat)  
@mmaca\_cat #mmaca\_cat

### Sessions internacionals

Les tres primeres van ser dictades en anglès i les dues últimes, en castellà:

1. James Tanton (EUA): “How to fold things in thirds (and other weird fractions!)”.
2. David Martin (Canadà): “Unleashing the joy and excitement of counting”.

3. Chris Brownell (EEUU): “Playfulness: A mathematician’s creative zone”.
4. Adrián Paenza (Argentina): “Forzados a estar encerrados: tenemos la mente”.
5. Caroline Ainslie (England): “La educación es cosa de tod@s... Y las mates, también”.

Els temes han estat diversos, sempre amb un enfocament lúdic i recreatiu de les matemàtiques, però amb un “efecte cometa” molt gran, és a dir, que qualsevol dels temes exposats, permet continuar pensant, debatent, generalitzant i, en definitiva, desenvolupant noves idees; tot un plaer per als que ens agraden les matemàtiques i una enorme porta d’entrada per als que encara no saben que els agraden. Calcular fraccions doblant una corbata, fer aritmètica marciana, jocs històrics, resoldre problemes per a tothom o matemàtiques per a tota la família han estat alguns dels temes de les xerrades que podreu trobar al canal YouTube del MMACA.

Totes aquestes iniciatives s’han portat a terme amb l’objectiu principal de continuar fent la tasca que des del MMACA ja fa anys que fem: apropar les matemàtiques a tothom posant de manifest que el MMACA és molt més que la seva part física, molt més que una fantàstica exposició d’uns quants mòduls i molt més que un grup de gent motivada envers les matemàtiques. És un projecte gran, que s’ha consolidat amb el temps i en l’espai, en el qual creiem molt i que no tenim intenció de deixar que es vegi infectat per un virus microscòpic.

## Agraïments

Volem agrair, en primer lloc, tot el suport que hem tingut de part dels nostres socis/sòcies i amics/gues en aquests moments difícils per al Museu. En segon lloc, volem donar les gràcies als nostres educadors per acceptar amb molta solidaritat una situació que no ha estat gens fàcil per a tots ells/es. I, finalment, als ponents de les xerrades, que, de manera totalment altruïsta, ens han regalat unes experiències matemàtiques veritablement remarcables. De tot cor, gràcies.

I per a qualsevol consulta que pugueu tenir, no dubteu a posar-vos en contacte amb nosaltres a través del web <https://www.mmaca.cat>.

# Contribucions

## Josep Vaquer i Timoner, *in memoriam*

La influència d'en Josep Vaquer i Timoner en la comunitat matemàtica catalana és difícil de resumir, ja que va exercir de professor de matemàtiques a la Universitat de Barcelona gairebé tota la segona meitat del s. XX.

Va ser una persona molt activa i implicada a la Societat Catalana de Matemàtiques, de la qual va ser president del 1991 al 1995. Va rebre la primera *Medalla de la SCM*, com a reconeixement simbòlic per les seves contribucions al llarg dels anys. Se li va lliurar en el sopar d'homenatge en motiu de la seva jubilació, i podeu trobar la reproducció del text del seu discurs d'aquell dia al número 9 de la *SCM/Notícies*.<sup>17</sup> Al número 11 de la revista,<sup>18</sup> hi trobareu una entrevista detallada que van fer-li després Agustí Reventós i Sebastià Xambó.

En aquest número, en fem memòria amb diferents mirades: d'antics estudiants, alumnes de doctorat i companys, que han volgut compartir els seus records. S'inclou també un apartat

amb fragments de dedicatòries rebudes, que enriqueixen el record.

Agraïm les veus de Manuel Castellet, Joan Girbau, Carlos Curràs, Joan Josep Carmona, la comissió Cangur de la SCM i totes les persones que han participat en el recull de dedicatòries per fer arribar a la seva esposa.



Josep Vaquer i Timoner

## Un gran mestre

Manuel Castellet, membre de l'Institut d'Estudis Catalans

Josep Vaquer, membre de la Secció de Ciències i Tecnologia de l'Institut, ens deixà el 24 de març, una mort causada per la covid-19. Tenia 91 anys.

Nat a Maó l'1 de juliol del 1928, tingué una infantesa feliç amb un ensenyament íntegrament en català, variant menorquina, fins a l'inici de la guerra. Després de dos anys sense escola, l'any 1939 començà el batxillerat a l'Institut amb una sorpresa, un desengany i una satisfacció, segons explicava ell mateix: la sorpresa va ser doble, que l'ensenyament era íntegrament en castellà

i que els van regalar el 1r curs sense haver fet res; el desengany, que a 2n no va aprendre res de matemàtiques perquè van tenir cinc professors diferents; i la satisfacció, que a partir de tercer curs les classes de matemàtiques les feia un soldat i en tres anys van aprendre aritmètica, àlgebra i geometria.

Amb 17 anys va anar a Barcelona per fer l'Examen d'Estat, amb la voluntat d'estudiar Enginyeria de Camins, per a qual cosa s'havia de preparar durant tot un any, com a mínim, per a un famós i terrible examen d'ingrés, car-

<sup>17</sup><https://scm.iec.cat/wp-content/uploads/2018/01/N9.pdf>

<sup>18</sup><https://scm.iec.cat/wp-content/uploads/2018/01/N11.pdf>

regat d'exercicis de matemàtiques. Un examen que no va arribar a fer perquè va caure malalt de tuberculosi. Estigué dos anys a Vilada, al Bergadà, on el doctor Àngel Soler excel·lia amb un sanatori que havia creat, tot i que en Josep vivia en una casa de la germana de la seva mare. En acabar, li recomanaren repòs i pocs esforços, tant físics com mentals, i llavors decidí ingressar a la Facultat de Ciències de la Universitat de Barcelona per estudiar-hi Ciències Exactes.

A Barcelona va viure sempre a casa de la seva tia, i amb la seva cosina, Valentina Valeri, van ser tota la vida com dos germans. Curiosament ella va morir de covid-19 el 28 de març, quatre dies després que ell.

Es llicencià el 1954, va començar el doctorat, passà un curs a Hamburg amb el professor Ernst Witt (en una època en que era bastant més difícil, en tots els sentits, anar a l'estranger), es va casar l'octubre del 1957 amb la seva companya d'universitat Mercè Guilemany a la capella de la Universitat de Barcelona, van passar un altre curs tots dos a Hamburg, després un semestre al Politècnic de Zuric.

Josep Vaquer va llegir la tesi doctoral el 1960, i el juny de 1961 guanyava la càtedra de Geometria Mètrica i Geometria Diferencial de la UB. Aquell any ell havia estat el meu primer professor de matemàtiques a la universitat, i em va convèncer que, en comptes de Química, estudiés Matemàtiques. Li he estat sempre agraït.

L'any 1978 fou designat membre de la Secció de Ciències de l'Institut d'Estudis Catalans, en aquella fornada impulsada pel president, doctor Alsina, per rejuvenir i revitalitzar la institució. Sintetitzaré la seva vida professional en quatre punts:

- Un excel·lent docent, dotat per tractar amb els alumnes, per fer-los pensar i disposat sempre a ajudar-los. Exigent, crític, però comprensiu.
- Junt amb Josep Teixidor, també membre de l'Institut, foren els renovadors de l'ensenyament de les matemàtiques a la universitat, en un moment en què costava que les noves idees, també les científiques, que venien de França i d'Alemanya, s'imposessin

a Espanya. Ni ell ni Teixidor no van tenir cap responsabilitat en el mal ús que es va fer de les anomenades “matemàtiques modernes”, que van torturar els estudiants de secundària i, fins i tot, alguns de primària.

- Vaquer fou l'home de l'Olimpíada Matemàtica a Catalunya, des de l'any 1963, primer només a Barcelona, després descentralitzant-la a diferents ciutats, més tard involucrant-hi la recuperada Societat Catalana de Matemàtiques. . .
- La seva catalanitat, en els moments més difícils i en els ja no tant; va ser el primer professor de matemàtiques que va impartir una assignatura en català, ja el curs 1965-66, la Geometria Diferencial de 5è curs. Però també, involucrant-se en la Secció de Matemàtiques de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques en anys gens fàcils i, després, en la Societat Catalana de Matemàtiques, de la qual fou president del 1991 al 1995. Durant el seu mandat, l'any 1991, la Societat fou admesa com a membre de ple dret a la Societat Matemàtica Europea —la primera societat de l'Institut admesa a una organització internacional— i, a més, es va presentar la proposta d'organització del Congrés Europeu de Matemàtiques del 1996, fet que s'aconseguiria posteriorment —ja en la presidència de Sebastià Xambó— per a l'any 2000. El doctor Vaquer també va implicar-se en la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer: en va ser un dels patrons fundacionals.

I, sobretot, no tenia mai un no per a res ni per a ningú.

Permeteu-me que acabi dedicant unes paraules al Josep Vaquer més desconegut en l'àmbit acadèmic, però indestruable del Vaquer matemàtic. Casat, com he dit, amb Mercè Guilemany, els ha unit sempre una fe incombustible i una humanitat envejable, sense fronteres ni discriminacions, engatjats en els moviments universitaris cristians, sempre amatents a totes les causes que demanaven una presència activa, compromesa i radical, fos en el món de la marginació, anant a les presons per donar consol als presos i conèixer-ne les seves inquietuds (en aquells anys que les presons eren un forat negre) o vetllant per orientar i millorar, en uns

actes de companyonia, la vida dura de dones del Raval (quan això no estava ben vist). Allà on calia humanitat i acció, allà hi han estat ells dos i la seva casa al barri de Vallcarca,

que ha estat una casa d'acollida per a tothom qui ho ha necessitat, tant si es tractava d'un bibliista famós com d'una família croata amb pocs mitjans, que acampava al seu jardí.

## El meu Josep Vaquer

Joan Girbau, membre de l'Institut d'Estudis Catalans

Era el curs 1959-60 quan jo vaig entrar a la Universitat de Barcelona disposat a fer la carrera de Farmàcia. En aquella època el primer curs de les carreres científiques era comú i constava de cinc assignatures: Matemàtiques, Física, Química, Biologia i Geologia. A mi em va tocar un grup que tenia el doctor Josep Teixidor com a professor de Matemàtiques, i el primer dia de classe ja vaig sentir per primera vegada el nom d'un tal Josep Vaquer. En efecte, el meu professor ens va dir que seguiria uns apunts ciclostilats dels quals ell era coautor, juntament amb Josep Vaquer i Joan Casulleras, que també tenien al seu càrrec l'assignatura de Matemàtiques de dos grups.

Naturalment, la curiositat em va portar a voler esbrinar qui eren els dos altres coautors d'aquells apunts, i pocs dies després un alumne repetidor dels que se les donaven de venir de tornada de tot i de conèixer els secrets de la universitat, abans d'entrar a classe em va assenyalar un noi jove, d'una trentena d'anys, que passejava pel pati de Ciències, i em va dir: "Aquell és en Vaquer. Diuen que és molt savi. Ha estudiat a Hamburg i a Zuric". A mi em va impressionar la seva joventut i l'energia que la seva figura, prima i esvelta, transmetia.

Hauria de parlar llargament d'aquells apunts que em van fer descobrir un món fascinant i que van ser els responsables que jo canviés la meva intenció inicial d'estudiar Farmàcia i decidís dedicar la meva vida a les matemàtiques. El primer dia de classe el doctor Teixidor, després de parlar-nos del programa de l'assignatura i dels apunts que seguiríem, ens va dir unes paraules que a mi em van impressionar i que encara ara recordo de manera precisa: "Olvídense de todas las matemáticas que han aprendido hasta hoy. Nosotros vamos a empezar de cero" (en aquella època el català encara estava proscrit dels actes públics i les classes es feien en castellà).

Ben bé de zero no va partir, però quasi. Va suposar coneguts els nombres naturals i la seva suma (uns anys més tard, en una nova versió d'aquells apunts, es va partir encara de més enrere i es van introduir els nombres naturals pels axiomes de Peano). Aleshores va dedicar tot un semestre a ampliar el concepte de nombre, passant dels naturals als enters, als racionals i als reals. Es va entretenir en les propietats algebraïques dels enters, demostrant que tot ideal d'aquest anell és principal. Això li va permetre definir el màxim comú divisor de  $a$  i  $b$  com la base  $d$  de l'ideal  $(a) + (b)$ , i el mínim comú múltiple com la base  $m$  de l'ideal  $(a) \cap (b)$ . També va introduir les congruències i els anells quocient  $\mathbb{Z}/(a)$ .

Per a mi tot allò era màgic. Resultava que a  $\mathbb{Z}/(a)$  el producte de dos elements diferents de zero podia donar zero. Però si  $a$  era primer, llavors no. La dificultat més gran que vaig haver de superar aquell trimestre va ser entendre el concepte de nombre real, que el professor va presentar com tot element del quocient de l'anell de successions de Cauchy de nombres racionals, mòdul l'ideal de les successions de límit zero. Déu-n'hi-do.

I després va venir el concepte d'espai vectorial, amb  $\mathbb{R}^n$  com a principal exemple, i la geometria. De les explicacions del doctor Teixidor s'inferia que podia haver-hi geometria en espais de dimensió superior a tres. Allò obria a la meva imaginació un món meravellós, mai imaginat.

No va ser aquesta la meva única sorpresa en aquest àmbit. Jo havia tingut la sort de cursar un batxillerat en el qual a tercer (als 13 anys) s'estudiava la geometria grega, amb els criteris d'igualtat i de semblança de triangles. Allà els punts i les rectes eren uns objectes que no es definien, que preexistien, i ara, a la universitat, un punt era un element de  $\mathbb{R}^3$  i una recta un conjunt de punts de la forma  $p + F$ , on  $F$  era



un subespai de dimensió 1. Ostres! Ostres! I aleshores em sorgien uns dubtes envoltats de misteri. Per exemple, a tercer de batxillerat m'havien dit que el postulat d'Euclides segons el qual per un punt exterior a una recta passa una única paral·lela era indemostrable, i ara, segons la presentació dels apunts Teixidor-Vaquer-Casulleras, allò resultava un fet que es demostrava de manera trivial! Explico tot això per mostrar la fascinació que aquell curs em va produir.

A tall d'anècdota em referiré a un fet que em va causar una gran indignació. Tant era així que a la meua llibreta d'apunts vaig escriure aquesta frase literal: “A partir de ahora no me creo nada de lo que diga el doctor Teixidor”. El fet indignant estava relacionat amb la manera com s'explicava la mesura d'angles. Primer es definien els conceptes de sinus i cosinus d'un nombre real pel seu desenvolupament en sèrie (sense cap relació amb els angles). Posteriorment es definia un angle com un conjunt de dos vectors unitaris concurrents i es demostrava que es podia passar del primer al segon per una aplicació que tenia una matriu de la forma

$$\begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$

El nombre  $\theta$  que apareixia en aquesta matriu era la mesura de l'angle. Tot això estava molt bé, però el doctor Teixidor no va tenir temps d'explicar sèries i, per tant, no va poder definir el sinus i el cosinus d'un nombre real. Llavors va optar per dir que es podien definir aquests conceptes mitjançant sèries, però que nosaltres no ho veuríem perquè no hi havia temps. Jo em vaig considerar traït. Vaig jutjar que allò era un incompliment flagrant de la promesa que ens havia fet el primer dia de curs: “Nosotros vamos a empezar de cero”.

M'he estès una mica en la descripció dels apunts Teixidor-Vaquer-Casulleras perquè no només van influir de manera important en la meua vida, sinó que van suposar una gran revolució en l'ensenyament de les matemàtiques a tot Espanya. Aquell primer curs, explicat d'aquella manera, es va imposar lentament a tota la Península. D'altra banda, no es pot parlar d'en Vaquer sense esmentar la seva estreta relació amb en Teixidor. Compartien un mateix despatx i sempre anaven junts, tot i els seus

caràcters completament diferents. En Teixidor resultava una persona distant, amb la qual imposava parlar. En canvi, en Vaquer era molt planer, molt proper, i era ell qui acostumava a iniciar les converses amb els alumnes.

Explicaré ara una anècdota concreta, que per la seva constant repetició amb altres estudiants, mostra un tret fonamental de la seva dedicació a la docència. El curs 1959-60, la meua dona, Montserrat Roura, l'havia tingut de professor de Matemàtiques del curs comú, i en iniciar el curs següent se'l va trobar un dia pels passadissos. Aleshores ella havia començat el segon curs de la carrera de Físiques i tenia el doctor Teixidor com a professor de l'assignatura de Geometria Analítica. En Vaquer li va preguntar si entenia tota la matèria d'aquella assignatura i ella li va contestar que no, que tenia un mar de dubtes i que els apuntava en una llibreta. Ell li va proposar d'anar al seu despatx per explicar-li tot allò que no entenia. Però abans d'acceptar, ella li va preguntar: “Puc portar també una amiga amb qui acostumo a estudiar?”. Ell va contestar: “I tant! I tant!”. I al cap d'una estona la Montserrat i l'amiga eren al despatx d'en Vaquer aclarint tots aquells dubtes.

Jo no vaig tenir en Vaquer com a professor fins al tercer curs de carrera en l'assignatura d'Àlgebra. El curs anterior ell havia llegit la tesi doctoral, i aquell mateix curs va guanyar les oposicions a la càtedra de Geometria Mètrica i Geometria Diferencial. Explicava de meravella. És un dels millors professors que he tingut. Tot i això, la matèria em resultava tan abstracta que durant tot el primer trimestre no vaig aconseguir resoldre cap dels problemes proposats. El teníem també a ell de professor de problemes, i lluny de desencoratjar-me, em deia: “Això és normal, no es desanimi. Quan aconseguixi penetrar en l'esperit de l'àlgebra li sortiran tots els problemes”. I així va ser. El segon trimestre ja em van començar a sortir.

A cinquè curs el vaig tornar a tenir en l'assignatura de Geometria Diferencial. Quin plaer, sentir-li explicar qualsevol lliçó! Acabada la carrera, entre els cursos de doctorat dels quals em vaig matricular, n'esmentaré un d'espais vectorials topològics que impartia el professor Joan Augé i que ara m'adono que tenia una especial significació simbòlica. En efecte, en Vaquer va assistir-hi com a alumne, i com

que l'únic alumne matriculat oficialment era jo, coincidíem al despatx del doctor Augé (que actuava de professor) en Vaquer i jo. Resulta que el doctor Augé havia dirigit la tesi d'en Vaquer i en Vaquer va dirigir la meua. Ens trobàvem, doncs, en aquell despatx avi, pare i fill (des d'un punt de vista acadèmic).

Devia ser per aquelles dates que vaig ser contractat com a professor ajudant i, entre les meves tasques, vaig passar a impartir els problemes de l'assignatura Geometria Diferencial, la teoria de la qual impartia el doctor Vaquer. En aquella època feia poc que el professor Juan Sancho Guimerá havia esdevingut catedràtic de la Universitat de Barcelona i, amb la seva forta personalitat, havia aconseguit imposar a uns quants dels seus seguidors els seus punts de vista basats en una concepció intrínseca i algebraica de les matemàtiques. Intrínseca en el sentit que les descripcions que usaven coordenades eren dolentes i s'havien d'evitar a tot preu perquè no reflectien l'essència de les coses. Així, per exemple, les matrius, que eren una expressió en coordenades de les aplicacions lineals o dels productes escalars, s'havien d'eludir. I a mi em va tocar fer classes de problemes de l'assignatura Geometria Diferencial en aquella època en què molts dels alumnes eren "sanchistes". Us imagineu com es poden fer problemes de geometria diferencial sense usar coordenades? Tot i que jo comentava algunes vegades aquest problema amb el professor Vaquer, no va sortir mai dels seus llavis la menor crítica o comentari irònic sobre el seu col·lega. La maledicència, tot i que fos una mica de broma, estava completament exclosa del seu ADN.

Més endavant en Teixidor i en Vaquer (o en Vaquer i en Teixidor, que mai vaig saber d'ordre de qui partien les iniciatives) em van arreglar les coses perquè jo me n'anés a París a estudiar

amb el professor André Lichnérowicz, i al cap de dos anys vaig tornar amb una tesi sota el braç sobre la cohomologia de les varietats kählerianes compactes. Però com que aleshores els tràmits de convalidació d'una tesi feta en un altre país eren lents i costosos, en Vaquer es va oferir a actuar aquí com a director de tesi. Tot i que els principals resultats jo els havia obtingut a França, ell es va prendre molt seriosament el paper de "director de tesi" i em va ajudar a redactar-los i completar-los donant-los unitat i coherència.

Des d'aleshores vam col·laborar amb molts projectes i iniciatives. Durant una època jo vaig ser president de la Societat Catalana de Matemàtiques, i ell, vicepresident, i a l'inrevés: més endavant ell va ser-ne president, i jo, vicepresident. Haig de remarcar el seu coneixement mil·limètric del món matemàtic català. Sempre es va recordar perfectament de tots els alumnes que havien passat per la Facultat de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona. De tots! També hauria de mencionar la seva implicació intensíssima i duradora en l'Olimpíada Matemàtica, que ell va contribuir a introduir a Catalunya l'any 1963 i de la qual va ser l'ànima durant una pila d'anys.

Acabaré aquest escrit amb una informació curiosa. En Vaquer, des del punt de vista acadèmic, era sisè descendent per línia directa (besnet de besnet) de Carl Friedrich Gauss. En efecte, Gauss va dirigir la tesi doctoral de Karl Georg Christian von Staudt (1822), el qual va dirigir la d'Eduardo Torroja Caballé (1873), el qual va dirigir la de Julio Rey Pastor (1900), el qual va dirigir la de Ricardo San Juan Llosá (1933), el qual va dirigir la de Joan Augé Farreras (1943), i, finalment, aquest va dirigir la tesi de Josep Vaquer Timoner (1960).

## En record del Dr.Vaquer

Carlos Currás Bosch, alumne, company i amic del Dr.Vaquer

El passat mes de març ens deixà en Josep Vaquer Timoner, el Dr.Vaquer per a tants membres de la comunitat universitària. Va ser catedràtic de Geometria, primer de la Facultat de Ciències i després de la Facultat de Matemàtiques, de la Universitat de Barcelona.

Vaig tenir la sort de poder compartir amb ell molts d'aquests anys a la UB, al llarg dels quals vaig poder gaudir del seu mestratge i de la seva amistat.

El Dr.Vaquer va obtenir l'any 1961 la càtedra de Geometria Mètrica i Geometria Diferencial a

la UB, després d'estudiar la llicenciatura en Ciències, secció de Matemàtiques, a la UB i d'uns anys posteriors d'estudi i formació doctoral a Hamburg i Zuric. Va ser ocupant aquest càrrec quan el Dr. Vaquer va desenvolupar la seva activitat científica fins a la seva jubilació l'any 1998. No obstant haver-se jubilat, va continuar participant en l'elaboració de continguts per a les proves de captació de jove talent matemàtic (Olimpiada Matemàtica, per exemple).

El meu primer record del Dr. Vaquer és del curs 1966-67. Va ser professor meu de l'assignatura d'Àlgebra Lineal en el primer curs d'universitat, aleshores anomenat curs selectiu. He de confessar que aquell primer curs d'universitat em va suposar un esforç considerable, especialment en les assignatures d'Àlgebra Lineal i Càlcul Infinitesimal. A la dificultat pròpia del salt de batxillerat a universitat s'hi havia d'afegir, en aquella època (anys 60), la implementació del que s'anomenava "matemàtica moderna" en les assignatures de matemàtiques.

La incorporació de la "matemàtica moderna" a la docència comportava la introducció d'elements de teoria de conjunts, conceptes de lògica matemàtica, que, juntament amb el desenvolupament propi de l'àlgebra lineal i el càlcul infinitesimal suposaven una dificultat conceptual important per a l'estudiant.

Per tal de facilitar la incorporació dels estudiants de batxillerat als estudis universitaris, el Dr. Vaquer, juntament amb el Dr. Josep Teixidor Batlle, van publicar un text titulat *Curso de Matemáticas* (cf. [1]), on es desenvolupaven, entre d'altres, els conceptes que acabo de comentar. Sense voler entrar en detalls, indicaré que s'introduïa la teoria de conjunts, es donaven les construccions dels nombres naturals, enters, racionals i reals. Es tractaven també els aspectes inicials de la teoria de grups, que si no recordo malament eren els conceptes que més mals de cap ens donaven als estudiants d'aquella època. Finalment s'estudiava la teoria general d'àlgebra lineal i de les geometries euclidiana i afí. Aquest text, redactat d'una manera clara i entenedora, va ser de gran utilitat per als estudiants de Matemàtiques, Físiques i enginyeries durant diversos cursos.

El meu següent contacte com a alumne amb el Dr. Vaquer va ser durant el cinquè curs. Vaig escollir una assignatura optativa de Geometria

Diferencial de la qual s'encarregava el Dr. Vaquer. Durant aquell curs (en aquella època les assignatures eren anyals) vam estudiar un tema força innovador com la teoria general de connexions en fibrats principals i fibrats vectorials. Es tractava d'una teoria resultant dels treballs d'Élie Cartan (anys 20), Charles Ehresmann (anys 30), Jean L. Koszul (anys 40-50), *et al.* Estem parlant, per tant, d'aspectes nous en aquell moment. No cal dir que el contingut del curs era força dur, però l'agilitat en l'exposició del Dr. Vaquer el feia més planer. Aquest curs et proveïa d'unes eines que el temps ha demostrat que eren de gran interès.

La meva relació com a estudiant amb el Dr. Vaquer va acabar amb la realització de la meva tesi doctoral en geometria riemanniana, sota la seva direcció, l'any 1977.

Passo a parlar de la meva relació amb el Dr. Vaquer com a company de departament durant els molts anys de docència compartits a la Facultat de Matemàtiques de la UB.

La docència del Dr. Vaquer estava centrada principalment en les assignatures d'Àlgebra Lineal i Geometria Lineal, assignatures de primer curs, i la Geometria Diferencial, normalment d'últim o penúltim curs de carrera. Llevat d'algunes col·laboracions puntuals en assignatures de primer, la principal assignatura que vam compartir va ser l'assignatura de Geometria Diferencial. El contingut d'aquesta assignatura era el d'un curs bàsic de Geometria Diferencial: varietats diferenciables, camps vectorials i geometria riemanniana. Tot i seguir les línies mestres d'un curs força estandarditzat avui en dia, he d'esmentar que el Dr. Vaquer sempre trobava un moment del curs per tractar algun o alguns temes fora del que es considerava estàndard. Recordo molt especialment el tractament que feia de les superfícies mínimes i la seva classificació (mètode de Weierstrass), l'estudi de les estructures afins del tor... En aquestes "sortides de guió" sempre hi trobaves alguna aportació personal seva.

Al llarg de la seva carrera docent, el Dr. Vaquer va ocupar el càrrec de degà de la Facultat de Matemàtiques de la UB i també el de director de departament, primer del Departament de Geometria i Topologia i després del Departament d'Àlgebra i Geometria. D'aquestes èpoques recordo la seva proximitat i empatia envers

la resta de professors, així com la seva bona disposició al tracte amb els alumnes.

Posteriorment, vaig ocupar el càrrec de director del Departament d'Àlgebra i Geometria. No puc per menys que esmentar el seu suport durant el temps que vaig ocupar el càrrec.

Vull, finalment, expressar el meu sentiment per la pèrdua del professor, company i amic. Descansa en pau Josep.

**Agraïment.** Vull agrair a la SCM que m'hagi ofert la possibilitat de manifestar públicament el meu respecte i agraïment a la figura del doctor Josep Vaquer Timoner.

## Josep Vaquer i Timoner, uns records

Joan Josep Carmona, Universitat Autònoma de Barcelona

El 23 de març vaig rebre la trista notícia de la mort del professor i amic Josep Vaquer.

Les darreres vegades que l'havia vist, juntament amb la seva esposa, el trobava molt bé físicament i d'una claredat intel·lectual com sempre ha tingut. Ell i la seva esposa no es perdien cap acte acadèmic organitzat per la SCM. Per la seva edat, aquesta notícia podia ser previsible, però quan arriba sempre et provoca un trasbals gran i un sentiment de tristor i enyorança.

El gener del 1974 vaig començar la carrera de Matemàtiques a la Universitat de Barcelona. Va ser el primer any del nou pla d'estudis; el professor Vaquer havia contribuït a elaborar-lo, i va reemplaçar el clàssic "selectiu". Va ser l'any del calendari "juliano", que volia dir que el curs començava al gener i acabava al desembre. Això va ser una "espantà" d'un ministre i no tenia cap sentit. Érem dos grups, i a l'altre grup l'Àlgebra i Geometria la feia el professor Vaquer.

En el seu grup jo tenia un company de Lleida, Melcior Pérez, que m'informava puntualment de les seves classes. Com que aquest noi era uns deu anys més gran que la mitjana, el Vaquer s'hi adreçava molts cops. Potser també pel fet que en aquella època hi havia Policia Nacional fixa a la universitat i alguns policies camuflats (recordeu: era pocs mesos després de l'atemptat contra Carrero Blanco). A vegades, en preguntar-li com veia l'assignatura, ell deia:

## Referències

- [1] J. Teixidor, J. Vaquer, *Curso de Matemáticas*, Universidad de Barcelona (1976). ISBN-84-400-9810-3.
- [2] J. Vaquer, "On the p-fundamental part of Brauer's group", *Collect. Math.* 12 (1960), p. 103-129.
- [3] J. Vaquer, " Geometría diferencial de las familias de planos", *Collect. Math.* 13 (1961), p. 169-182.
- [4] J. Vaquer, "On the ordinal product of two fixed sets", *Rev. Acad. Ci. Madrid* 54 (1960), p. 189-192.

"Tinc com un núvol". Tant ho va dir que li va quedar el sobrenom a l'alumne d'"el Nuvolet".

En aquella època era de molt ús el seu llibre conjunt amb el professor Josep Teixidor, la qual cosa els feia molt populars entre els alumnes. És un llibre del qual he fet un gran ús i que valoro molt positivament, i que incorporava aspectes docents nous, adquirits en la seva estada a Alemanya. També era popular entre els alumnes, ja que es comentava que en totes les assignatures del seu expedient de quan va cursar la carrera tenia un 10, cas únic en la història de la facultat.

A quart curs va ser professor meu de Geometria Diferencial, i em van encantar la seva docència i la claredat de les seves explicacions. Vaig aprendre molt, i també em va ajudar a consolidar el meu feble domini del català, ja que ell, tan prompte com va poder, feia les classes en català. Em va sorprendre una mica el seu nivell d'exigència. Era una assignatura on coincidien diversos itineraris: hi havia la línia de Matemàtica Fonamental i també la de Didàctica, i per als alumnes d'aquesta branca era l'assignatura més complicada i difícil de superar.

El següent punt de trobada va ser a l'inici del curs cinquè. Resulta que havíem de triar les assignatures dintre de la branca seleccionada. Un petit grup d'estudiants no vam matricular-nos de l'assignatura Geometria Riemmaniana,

que era dins la branca, pensant que això no tindria cap importància. En aquell període, el Vaquer era el degà. Al cap d'un mes ens va convocar al seu despatx. La veritat és que va ser molt clar, rígid i convincent, em va sorprendre. A conseqüència, ens vam veure obligats a refer la matrícula de manera excepcional. En el meu cas no volia deixar l'Àlgebra Homològica i vaig fer-la "sense efectes acadèmics".

Com a degà, també va gestionar la resolució del problema del no pagament de les nòmines dels professors ajudants, contractats l'octubre del 1978 però que no van rebre la primera nòmina fins a finals de gener, i els endarreriments fins a l'abril del 1979; mai se'n va saber la raó. Ja no era degà, però va tenir un paper clau de mitjancer en el gran conflicte de la vaga dels professors no numeraris, coneguts com els "PeNeNes"; a la Facultat de Matemàtiques va ser una cosa sonada, i ho recorden perfectament els que ho van viure.

Quan vaig presentar la tesi, ell va fer un comentari sobre el títol, mig de broma mig seriosament, però a mi em va sobresaltar. Durant els cinc anys que vaig estar de professor a la UB, hi vaig tenir els tractes normals que pot tenir un simple ajudant amb un catedràtic consagrat d'un altre departament (en aquella època els departaments tenien una autonomia docent total).

En els anys següents, la relació va minvar més. Recordo perfectament el dia del seu homenatge de jubilació: va ser un acte molt emotiu i concorregut. Encara en conservo el fullet. Va ser la darrera vegada que la professora Griselda Pasqual, a la qual el professor Vaquer tenia gran estima, va fer una aparició pública. També recordo la seva rialla en veure la cara de

sorpresa de la doctora Pasqual quan el professor Joan Girbau, en petit grup, va expressar el seu desig d'esdevenir el proper papa de Roma. Els que coneixen en Joan Girbau saben a què em refereixo.

Ell va agafar el canvi de legislació respecte a l'edat de jubilació del professorat universitari, cosa que el va tenir molt pendent. Això va comentar-m'ho diverses vegades. També recordo quan li van concedir el Pin d'Or de la SCM per la seva dedicació de tota la vida a la preparació i participació en les Olimpíades Matemàtiques i en general a la SCM. Ell tenia especial interès en la relació ensenyament d'universitat i ensenyament de secundària, i sovint ens comentava problemes "bonics" de les olimpíades.

Era el darrer representant de tot el grup de catedràtics d'aquella època; tots els altres (Teixidor, Augé, Cascante, Mallol, Aguiló, Gaeta) havien mort relativament joves. Això ens havia impressionat, als que en vam ser alumnes, i ens preguntàvem quines sensacions podia tenir-ne ell. A posteriori em va transmetre, més d'un cop, l'enyorança pel fet d'anar-se quedant sol.

Algunes cultures del món tenen una filosofia de la mort que diu que "una persona no mor definitivament fins que tota persona que l'ha conegut no mori". Fa poc es va estrenar una pel·lícula, *Coco*, de dibuixos animats, que tracta d'aquest tema. Està ambientada a Mèxic, i allà encara ho fan més bonic: "Una persona no mor definitivament mentre hi hagi persones vives que la recordin i l'estimin". Jo crec que el professor Josep Vaquer serà recordat i estimat per totes les persones que el van tractar: era un gran docent i una millor persona.

## Josep Vaquer, Pin de Plata del Cangur

Comissió Cangur de la Societat Catalana de Matemàtiques

Se'ns feia difícil començar aquest escrit de remembrança en un moment trist i envoltats de circumstàncies especials, que han fet que no poguéssim donar personalment el condol a la Mercè Guilemany. Per això reproduïm les paraules que vam dedicar l'any 2005 amb motiu d'haver atorgat el Pin de Plata del Cangur a Josep Vaquer (cf. "Cangur 2005: el X-Cangur

de la SCM, el concurs de relats i els Problemes a l'Esprint", *SCM/Notícies*, número 21, juliol 2005).

*Enguany, a proposta de la comissió Cangur, ratificada per la junta de la SCM, va rebre el Pin de Plata del Cangur Josep Vaquer i Timoner.*

*Totes aquelles persones a qui ja fa temps que ens rosega el cuc de les activitats de resolució de problemes hem coincidit sempre amb el doctor Vaquer. Ell va tenir un paper decisiu en la consolidació de l'Olimpíada Matemàtica a Catalunya des de les primeres edicions, quan era una fase "del distrito universitario de Cataluña y Baleares", i també posteriorment, quan la Societat Catalana de Matemàtiques es va fer càrrec de l'organització de la fase catalana. Moltes vegades ha estat el president del tribunal qualificador d'aquesta activitat i hi ha suggerit enunciats de problemes sempre interessants. I pel que fa al Cangur, el Pin de Plata és el reconeixement de la valuosa i constant tasca d'assessorament que la comissió ha rebut de part del doctor Vaquer per millorar la redacció dels enunciats.*

Per a algunes persones, la relació del Dr. Vaquer amb el Cangur va començar el dia del primer Cangur, el 22 de març del 1996. Aquell divendres al vespre ens trobàvem la promoció del 1971 de la Facultat de Matemàtiques de la UB. A la tarda s'havia celebrat la prova i

allà, al pati de Ciències de la nostra universitat, ens vam trobar, també, amb alguns professors. Vam comentar alguns enunciats del Cangur i en vam copsar la novetat. Amb l'atabalament de vigilar que tot anés bé, algun problema se'ns havia resistit. Allà, a peu dret, el Dr. Vaquer ens va fer una petita lliçó de geometria, una lliçó més de les moltes que havíem rebut d'ell en aquell edifici.

Després el Cangur va anar creixent. Cada vegada era més important una revisió dels enunciats i les solucions, i encertar-la amb la redacció acurada. En aquesta tasca, que en diem "d'assessoria externa", sempre ha estat fonamental la col·laboració del Dr. Vaquer. Això ens ha permès visitar-lo sovint a casa seva i tenir-hi llargues converses; hi parlàvem dels enunciats del Cangur, però també d'altres aspectes de l'educació matemàtica i del món en general. La darrera, aquest passat mes de gener, un matí que ara esdevé inoblidable.

Doctor Vaquer, quantes coses ens ha ensenyat amb el seu saber matemàtic, però, sobretot, amb la seva bonhomia i amabilitat!

## Fragments del recull de dedicatòries

A la Facultat de Matemàtiques de la Universitat de Barcelona, només arribar ja em vaig trobar el Dr. Vaquer, a l'assignatura de Geometria I, el setembre del 1975. Recordo molt bé la seva primera classe. Va ser el primer cop que un professor em feia una classe en català! Tota una novetat, en aquella època.

I recordo la primera reflexió que ens va fer sobre la naturalesa de les matemàtiques. "On rau la dificultat, i la complexitat de les matemàtiques? Les matemàtiques estudien objectes relativament senzills. Un triangle, un quadrat. La biologia, per exemple, estudia objectes molt més complexos; una formiga, per exemple, és infinitament més complexa que un triangle. Per què, doncs, és més complicat l'estudi que les matemàtiques fan d'un triangle que el que la biologia fa d'una formiga? Doncs perquè la matemàtica, quan es proposa l'estudi d'un triangle, ho vol saber tot, del triangle! I aquesta ànsia de voler-ho saber tot, porten al

fet que l'estudi d'un triangle sigui molt més complex que l'estudi d'una formiga". I així vam començar aquell primer curs de la llicenciatura.

Carles Capdevila

Recordo perfectament la seva manera de fer les classes. Arribava amb uns papers doblegats, que poques vegades es mirava. Començava a parlar i la classe sortia de manera natural. Era un goig, escoltar-lo i seguir-lo! (...) Si no el seguia era impossible prendre apunts!

Però també recordo el seu vessant humà i encoratjador, quan, després del primer parcial de Geometria de 1r, em va cridar al despatx i em va animar a continuar estudiant matemàtiques, perquè en una part de l'examen, que jo no tenia ni idea de com resoldre, havia començat a escriure possibles vies d'atac. La seva atenció va ser especialment motivadora. Sempre el recordaré com un gran matemàtic, una persona entranyable de la qual les matemàtiques

brollaven de manera natural. Inconscientment, m'adono que he copiat la frase "es fa i surt".

Susana-Clara López

Vaig tenir la gran sort, que el meu professor de matemàtiques de l'institut em va recomanar que anés a parlar amb el Dr. Vaquer, catedràtic de la UB. El Dr. Vaquer em va acollir molt generosament. Vam parlar d'un projecte de recerca que jo havia començat a treballar a l'escola, i em va començar a obrir les portes de la matemàtica avançada. Recordo com, de manera pausada i planera, m'explicava conceptes molt nous per a mi, i m'indicava el camí a seguir. Aquelles tardes a casa seva m'han marcat profundament com a matemàtic. Recordo tenir especial fascinació pel que ell em va explicar de nombres  $p$ -àdics, un concepte que ara és important per als meus treballs d'investigació. Tot semblava planer, explicat per ell, i obria unes vistes impressionants sobre la matemàtica.

Alexandre Turull

Sempre recordaré aquelles classes de Geometria I en les quals, amb la seva habilitat i enginy, ens mostrava la bellesa de les matemàtiques i ens anava despertant la nostra curiositat.

Josep M. Miret

Haver estat alumne seu m'ha servit, durant tota la carrera com a professor de matemàtiques, d'exemple i estímul. Un dels meus millors records com a alumne de la Facultat de Matemàtiques. Ajudava a entendre, a aprendre i a comprendre!

Oriol Busquets

Assistint a les classes del Dr. Vaquer, i parlant amb ell, vaig aprendre com de boniques podien ser les matemàtiques, i com l'estudi i la reflexió les obrien a l'entesa. Hem perdut un mestre que va inspirar tota una generació de matemàtics i científics.

Jaume Amorós

La meua imatge del doctor Vaquer està associada al claustre de l'Edifici Històric de la Universitat de Barcelona. Era fàcil trobar-lo passejant pel primer pis, prop del seu despatx, a l'hora que el sol esquivava les columnes per jugar amb el tessellat blanc i negre. La memòria també me'l dibuixa vora els vells prestatges de fusta de la petita biblioteca del Departament d'Àlgebra i Geometria. Somrient i afable, sempre a punt de conversa, em sorprenia i m'honorava en interessar-se per com ens anava als joves doctorands, fins i tot els que veníem "de fora".

Montse Alsina

En Josep Vaquer sempre ha estat una persona entranyable, i, com a professor i científic, una referència per a moltes generacions.

Josep Maria Mondelo

El Dr. Vaquer ha estat un mestre total, pels coneixements, pels valors ètics i per les actituds positives que ens ha ensenyat. El meu immens agraïment per la gran afabilitat, humanitat i generositat que hem pogut gaudir al llarg de tants anys.

Marta Sanz-Solé

Cada conversa amb el Dr. Vaquer deixava una impressió que durava i un record que encara tinc viu: quan em donava consells del que calia no fer per ser un bon director de departament, quan em mostrava la solució d'un problema de l'Olimpíada amb un teorema de geometria que jo no havia sentit anomenar mai, o quan assistia amb la seva estimada Mercè als actes d'inauguració de curs, fins fa ben poc. Enguany no hi serà i es notarà. Ens mancarà ell a la primera fila, per sempre més.

Carles Casacuberta

No hi ha dubte que Josep Vaquer, juntament amb un grup de matemàtics excel·lents, va fer el primer, i potser el més important, salt de qualitat de la matemàtica del nostre petit país, que avui viu moments tan difícils.

Xavier Jarque

## En record d'en Pep Bujosa

Al març ens va deixar en Pep Bujosa. Quan vam saber que l'ingressaven, pensàvem que ho superaria, però tot es va anar complicant i finalment no va ser així.

En aquest article hi hem col·laborat algunes de les persones que hem treballat amb en Pep, per fer unes pinzellades de la seva personalitat, de la seva feina, del seu tarannà, i de l'empremta que ha deixat en la comunitat de persones que treballem en el camp de les noves tecnologies com a eina per a l'aprenentatge de les matemàtiques. No hem volgut fixar unes normes de redacció, hem optat per deixar llibertat per expressar el que sentim davant d'aquest fet tan terrible com és la pèrdua del gran amic Pep Bujosa.



Pep Bujosa en una xerrada sobre GeoGebra

### Gran impulsor del GeoGebra a Catalunya

Bernat Ancochea, president de l'Associació Catalana de GeoGebra

Per a tots els que el coneixíem ha estat un cop molt dur, per la gran personalitat d'en Pep i la seva dedicació a la introducció de les noves tecnologies a l'ensenyament i, molt particularment, del GeoGebra, que ell va impulsar personalment participant en l'organització d'una conferència del creador del programa, Markus Hohenwarter, cap a l'any 2006, si la memòria no em falla. Posteriorment, es va anar implicant a fons en l'ús del programa i va esdevenir president de l'Associació Catalana de GeoGebra, fins a l'any 2017.

Tota la meua trajectòria personal en el món de la informàtica educativa està fortament condicionada per la seva influència en tots els sentits. Els seus materials van ser una guia constant en el que vaig anar fent al llarg del anys, perquè era clar, concís, precís, estricte. Era un model a seguir i en tots els cursos que he donat sempre ha estat el primer referent que he citat als participants. Un exemple a seguir i que sempre haurem de tenir present.

### Inici: l'Institut de Sant Feliu de Llobregat

Mercè Travé, del grup "els Sanfes"

El curs escolar començava amb l'octubre i encara hi havia part del professorat que s'hi incorporava una mica més tard per motius diversos. En Pep va arribar a l'Institut de Sant Feliu de Llobregat —ara l'Olorda— el curs 1980–81, passades les vacances de Nadal, perquè venia d'acabar la "mili". Així va començar la seva tasca docent: professor de matemàtiques al torn nocturn i ajudant de cap d'estudis.

L'Institut era gran i creixia cada any. Era també un aglutinador d'inquietuds educatives, socials, polítiques i culturals que feia viure amb passió i molta dedicació el dia a dia. Al voltant del torn nocturn ben aviat s'hi va començar a aplegar un grupet de professors que ampliaven l'horari anant a sopar, al cine, al teatre o, simplement, "arreglaven el món". L'horari ho posava molt fàcil... No cal dir que en Pep va estar implicat en el naixement del grup, que més endavant vam anomenar "els Sanfes".



El curs va anar avançant. Per a uns quants, el final de curs suposava canvi de centre obligatori (en Pep entre ells). Però les discussions sobre què havia de ser un institut públic, com havia de funcionar, quina responsabilitat i implicació havíem d'assumir o tantes altres qüestions al voltant de l'educació pública van ser una experiència important, que va marcar la nostra línia de pensament i actuació posterior.

Com cada juny, el curs es va acabar, bona part del professorat continuaria al centre el curs següent i a la resta li tocava estrenar institut a la tardor. Però els Sanfes no ens vam acomiadar. Des d'aleshores ens hem anat retrobant molt sovint, aquesta ha estat la manera de continuar "arreglant el món". Hem vist passar la vida durant quaranta anys; hem viscut parelles que

s'han format i consolidat, o no; hem viscut naixement de fills, i fins i tot nets; malalties; la mort de persones properes; hem observat, discutit i participat en els canvis socials i polítics; hem compartit llibres, teatre, sèries, viatges, música, cursos i conferències; hem celebrat la jubilació de tothom, en Pep el darrer. En quaranta anys, hem tingut temps de viure plegats tants moments importants...

I de cop, en Pep, el més jove, se n'ha anat. Ens imaginarem què diria si encara hi fos, quina obra de teatre ens recomanaria, si li agradaria el lloc on anirem a dinar... Però el seu lloc ha quedat buit. Trobarem a faltar la seva passió per la vida, el seu saber i la seva bonhomia, però sobretot la seva companyia i amistat.

## Un Professor, així, amb majúscula

Antoni Gomà

Vaig conèixer en Pep Bujosa l'any 86, quan jo tenia l'encàrrec de fer un informe sobre l'ús didàctic de la informàtica als instituts de batxillerat per a la primera dotació d'aules completes d'ordinadors Bull-Micral per part del Departament d'Ensenyament a alguns instituts de Catalunya. Ell treballava a l'Institut de Viladecans (ara Institut de Sales) i en els EATP del BUP començava a ser usual la programació BASIC, allò que oferien els ordinadors comprats per alguns centres. Però en Pep ja anava més enllà i ho inseria en les seves classes de matemàtiques: va ser un precursor del que ara en diem "les noves tecnologies".

També el recordo l'any 92, que vam coincidir al passeig de la Zona Franca de Barcelona, a la prova de marxa de les Olimpíades. Amb quina joia em parlava del seu alumne Valentí

Massana. Vaig veure clar que en Pep era un Professor, així, amb majúscula.

Després hem fet conjuntament moltes tasques i m'ha ensenyat decididament què volia dir col·laborar, sempre amb ànims per la feina, sempre amb iniciatives, i sempre receptiu per millorar idees que poguessis aportar.

Penso que el títol d'una de les seves conferències, "Construir, conjecturar, comprovar i demostrar amb el GeoGebra", a part de la inevitable referència a allò que ha omplert els seus darrers anys en l'aspecte matemàtic, ens mostra clarament com vivia en Pep en les seves aportacions didàctiques, com les enfocava, ja des d'aquell llunyà 1986.

Com que, a més, he gaudit de la seva amistat, acabo amb: Pep, com et trobarem a faltar!

## Tres grans qualitats professionals

Santi Manrique, company del PIE

Aprofito aquesta oportunitat per compartir alguns dels molts records que tinc d'en Pep Bujosa i evocar la seva memòria.

Voldria destacar tres qualitats d'en Pep lligades a tres moments que vam compartir en la vida professional.

### Entusiasme

Curs escolar 1986-87. El Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya havia creat el PIE (Programa d'Informàtica Educativa). Els primers ordinadors tipus Bull-Micral començaven a arribar als centres. Es van crear

els primers seminaris permanents d'informàtica de secundària per donar suport als centres en l'ús educatiu dels ordinadors.

Em va tocar coordinar la primera reunió al Baix Llobregat. Allà vaig conèixer en Pep, i des d'aquella primera reunió vaig tenir la sensació de ser davant d'una persona competent, afable, entregada a la seva feina, i entusiasta en el que feia. Amb el pas dels anys aquesta primera impressió del primer moment es va veure confirmada folgadoament, i la relació professional es va mantenir viva al llarg dels anys.

### Innovació

Curs escolar 1990–91. En Pep s'havia incorporat a l'àrea de formació del PIE. La formació a distància sonava, en aquell moment, com paper imprès i un sobre enviat per Correus amb els materials dels cursos. El PIE es va plantejar per començar a impartir cursos a distància utilitzant els recursos telemàtics disponibles a la XTEC en aquella època, innovadors però encara limitats.

En aquest context, es van impartir dos primers cursos experimentals. Un d'ells era *Aplicacions educatives del full de càlcul*, utilitzant el full de càlcul de Framework. Va ser un dels moments en què vaig poder col·laborar de manera més directa amb en Pep. Ell va ser un pioner, va tenir l'honor, la capacitat i la responsabilitat d'impartir aquest primer curs. Amb l'eficàcia i la professionalitat que li eren habituals.

Posteriorment, la XTEC es va ampliar i es va potenciar incorporant la internet que coneixem actualment, la qual cosa va permetre que la

formació a distància fos un dels vessants més sòlids de la formació en informàtica educativa oferta pel PIE.

### Treball en equip

Curs escolar 2004–05. Havien passat alguns anys. El PIE s'havia consolidat en una nova estructura amb una àmplia actuació sobre els centres educatius amb equipaments, connectivitat a través de la XTEC, formació i un ampli equip humà. En Pep es va incorporar en una nova etapa i vaig tenir l'oportunitat de compartir la feina del dia a dia amb ell.

Entre les tasques que teníem assignades hi havia la difusió d'eines i materials per treballar amb els alumnes. En aquella època van començar a aparèixer referències d'una eina molt potent i molt versàtil per treballar amb els alumnes: GeoGebra. Tres companys van veure clar que era una línia a seguir i a impulsar des del Departament: Jaume Bartrolí, Toni Gomà i Pep Bujosa. La imatge de tots tres treballant braç a braç, formant un equip humà de gran competència és un dels records que associaré sempre amb en Pep.

Algun temps després, i ja a títol personal, en Pep va dedicar un gran esforç al suport i la divulgació del GeoGebra, i va ser un dels impulsors de l'Associació Catalana de GeoGebra, de la qual va ser vicepresident i president durant un gran nombre d'anys.

Tant de bo que aquests records ens ajudin a anar assumint, a poc a poc, l'impacte que ens ha causat la seva mort prematura.

## Col·laborador de la *SCM/Notícies*

Albert Avinyó, editor 2015-2019

Aquests darrers mesos, arran de la covid-19, una paraula o concepte ens ha canviat a gairebé tots la vida: *virtual* o *no presencial*. I així és com va ser la meua relació amb en Pep durant aquests darrers cinc anys. Una, i només una vegada, ens vam conèixer personalment i, com no podia ser de cap altra manera, va ser a la porta del Teatre Almeria abans de començar la funció de l'obra *El misteri de Fermat* de l'autor i director teatral Albert Alemany.

El lloc i el motiu d'aquest encontre resumeixen dues de les passions d'en Pep: les matemàtiques i el teatre. I van ser aquestes dues passions les que ens van fer establir una relació virtual intensa, jo com a editor del *Notícies* de la SCM, i ell com a doble col·laborador habitual de la revista amb els seus articles sobre les Jornades de GeoGebra i sobre temes relacionats amb el teatre. Des d'un punt de vista personal, ell era el meu "assessor teatral particular". Quan baixava de Girona a Barcelona, moltes vegades li demanava consell sobre quines obres de teatre,

o qualsevol altra manifestació artística, havia d'anar a veure. I, indefectiblement, aquest consell sempre era encertat. A la butxaca dels impossibles ens va quedar el compartir alguna obra del Temporada Alta.

Des del punt de vista d'exeditor la revista *SCM/Notícies* mai podré agrair-li prou la seva feina. Sempre era dels primers a entregar

l'article en la data prevista i, també, sempre era el primer a preguntar-me, via correu electrònic, quan arribaria el proper *Notícies* a les cases dels subscriptors.

Com escriu Tennessee Williams a *Un tramvia anomenat Desig*: “No hi ha res més allunyat de la mort que el desig”. I és aquest desig de la seva presència, el que farà que mai l'oblidem.

## Una persona polièdrica

Carlos Giménez

En Pep Bujosa era un home *polièdric*. Gairebé es podria dir un “home del Renaixement”, i això és així perquè posava sempre passió en qualsevol activitat que l'engresqués, sense cap complex ni prejudici, gaudint —i molt— d'allò que li agradava, mirant de compartir les seves troballes.

Els mons que més el feien xalar darrerament i des de fa temps eren: el futbol, el teatre i la cultura en general.

En Pep era culer de pura soca, dels d'abans del Dream Team; gens *tribunero* però amb visió crítica del joc (gairebé es podria dir matemàtica). Si d'una cosa pot estar agraït a la seva marxa prematura és que s'ha estalviat plorar en el moment de la retirada d'en Messi.

Consumidor incansable de tota la graella de l'oferta teatral a Barcelona, amb una passió i entusiasme difícils d'igualar. També aportava la seva visió crítica i feia comentaris sobre les obres que veia, tant a la ràdio com al blog *Gaudir la cultura*.

S'interessava per la cultura en general. Aquests darrers anys havia assistit a cursos sobre història de l'art i sobre mecànica quàntica... Segurament ens hem perdut la connexió entre les dues disciplines que, si existeix, ell hauria trobat.

Com a conclusió, res millor que els enllaços als seus materials amb GeoGebra:

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

i a la seva pàgina a la xtec (històrica):

<http://www.xtec.cat/~jbujosa/>.

## Dia Internacional de les Matemàtiques

### El Dia Internacional de les Matemàtiques 2020, al món

Daniel Ramos

Imaginary

El dia 14 de març del 2020 el recordarem inevitablement lligat a la pandèmia de la covid-19: dotzenes de països arreu del món imposaven confinaments estrictes i tots preniem consciència que el coronavirus era un afer global que ens afectaria a tots durant mesos.

Tanmateix, aquell dia havia de ser recordat com una fita important per a la nostra comunitat i per a la cultura matemàtica a escala global. El dia 14 de març del 2020 va ser el primer Dia Internacional de les Matemàtiques. La data

del 14 de març, escrita en algunes tradicions com l'anglosaxona com 3.14 o 3/14, és des de fa anys l'anomenat Dia Pi (el Pi Day, a escala internacional), i s'ha anat celebrant amb un cert èxit amb activitats relacionades amb el nombre  $\pi$ , o amb les matemàtiques en general. A partir d'aquest 2020, gràcies a l'impuls de la Unió Matemàtica Internacional (IMU), s'ha obtingut el reconeixement oficial per part de la UNESCO com a Dia Internacional de les Matemàtiques (IDM).

La UNESCO declara els dies internacionals per donar un impuls especial i reconèixer fets i idees que tenen un rol fonamental dins la societat i de humanitat, i promou activitats que facin la població mundial més conscient d'aquest fet. Com a entitat promotora, la IMU, coordina, impulsa i fa difusió d'activitats a escala global, però són les organitzacions locals i nacionals les que realment fan la feina de preparar les activitats, organitzar els esdeveniments, i establir el contacte amb la població. En aquest esquema, a l'associació Imaginary, dedicada a la comunicació de matemàtica moderna amb exposicions i altres projectes internacionals, li ha estat encomanada per la IMU la tasca de crear la pàgina web oficial de l'IDM (<https://idm314.org>), i a partir d'aquí, les tasques de facilitar la informació oficial de l'IDM, recopilar esdeveniments d'arreu del món i ajudar el públic a trobar-los, donar recursos per a l'organització d'esdeveniments i gestionar la comunicació al públic amb activitats i presència a les xarxes socials.

A Imaginary vam començar la tasca posant en línia una primera versió de la pàgina el maig del 2019, aleshores només amb un compte enrere i un document explicant què és l'IDM. En aquell moment la declaració oficial de la UNESCO encara no s'havia produït (estava dins l'agenda per a l'assemblea general del desembre). A través de la IMU i dels nostres contactes vam enviar anuncis a societats matemàtiques, instituts de recerca, associacions i museus relacionats amb la comunicació de matemàtiques, confiant que ells donarien una difusió encara més granular a entitats més locals.

Per tal de visualitzar de manera global la informació, vam crear un mapa on cada activitat o esdeveniment quedava registrat i localitzat. Cada entitat organitzadora podia emplenar un simple formulari amb la seva activitat. Això ha creat un sentiment de pertinença a un moviment global, inclús amb una certa competició per veure quins països acumulaven més esdeveniments (Portugal i Turquia van quedar els primers, amb 141 i 126 respectivament). En total es van anunciar 1043 esdeveniments a tot el món.



Fragment del mapa d'esdeveniments IDM 2020

Cada any es tria un tema com a idea principal; el de l'IDM 2020 va ser "Les matemàtiques són a tot arreu". La idea era que les activitats girassin en torn a aquest lema, prou ampli per incloure totes les aplicacions de les matemàtiques a les ciències, tecnologies, arts, societat, etc. Per tal de reforçar aquest lema, vam crear una pàgina de "retalls" (<https://everywhere.idm314.org>), on cada retall és un lloc on podem trobar les matemàtiques, com a l'estudi del nucli líquid de la Terra, els fractals a la natura, els codis a la música digital, la gestió del trànsit aeri, el disseny de mapes, o els buscadors d'Internet. Aquesta pàgina està disponible en set idiomes.

Aquesta idea de retalls la vam portar al terreny audiovisual amb la creació d'un vídeo col·lectiu i participatiu, on cada individu, grup d'estudiants, associació, etc., enviava un vídeo de 15 segons dient, en la seva llengua, "Les matemàtiques són a..." i l'objecte o l'indret on es trobessin, que havia de mostrar un fenomen lligat a les matemàtiques. El resultat, una vegada editat, va ser un vídeo de sis minuts i més de 50 retalls (<https://vimeo.com/397014531>).

Per a aquells que buscaven inspiració o recursos per organitzar el 14 de març, vam preparar una sèrie d'activitats en PDF (també en diversos idiomes), que escoles o associacions podien fer servir amb els seus alumnes o públic. Hi havia l'experiment de l'agulla de Buffon per aproximar estadísticament  $\pi$ , una dansa caòtica per ballar i explorar la dinàmica del caos, una caça del tresor on calia fotografiar objectes amb certes propietats matemàtiques o una guia per parlar a classe sobre el desglaç dels pols i com estimar ordres de magnitud de quantitats desconegudes.



L'agulla de Buffon a Taichung (Taiwan)

El primer IDM havia de tenir una celebració presencial oficial a la seu de la UNESCO, a París, el divendres 13 de març. Diverses personalitats de la política internacional i de les matemàtiques havien de pronunciar discursos i conferències. També havíem preparat fer al vestíbul de l'edifici algunes animacions de carrer (*math busking*), amb molts dels convidats, que són comunicadors de matemàtiques professionals. Simultàniament, el mateix dia havia de tenir lloc a Nairobi el Next Einstein Forum (NEF), una conferència biennal per promoure el desenvolupament de la ciència i l'educació a l'Àfrica. Una sessió especial dins el NEF seria

sobre l'IDM, i un enllaç via videoconferència havia d'agermanar les dues celebracions.

Naturalment, la pandèmia de la covid-19 va fer anul·lar els esdeveniments de París i Nairobi, així com centenars d'activitats que escoles, associacions i grups havien previst. Des de la IMU se'ns va proposar fer un llançament global en directe, que vam preparar amb només un parell de setmanes d'anticipació. Així, durant tot el dia 14 de març (que dura 48 hores si comptem tots els fusos horaris del món), vam anar posant a la pàgina notícies, a tall de blog, de les activitats que s'havien pogut dur a terme, o les que no però ens enviaven fotos via xarxes socials; vam desvelar el muntatge final del vídeo col·laboratiu; vam tenir videomissatges dels organitzadors, i altres informacions que ens van arribar. La pàgina va rebre més de 15000 visites. El vídeo col·lectiu (enllaçat també en xarxes) es va visualitzar 25 900 cops en aquelles 48 hores. Vam arribar a 660 seguidors en Facebook, 327 a Instagram i 320 a Twitter.<sup>19</sup> No sabem quantes de les més de 1000 activitats arreu del món es van dur a terme i quantes es van anul·lar, però ens sentim satisfets de l'impacte que ha tingut l'IDM, i ja n'estem preparant l'edició 2021.

## Entrevista a Christiane Rousseau, artífex del Dia Internacional de les Matemàtiques

Daniel Ramos  
Imaginary

El projecte de l'IDM no hauria estat possible sense l'impuls i treball de la matemàtica Christiane Rousseau (Universitat de Montreal).

Rousseau ha estat vicepresidenta de la IMU i pertany al comitè científic de l'International Basic Science Program (ISBP) de la UNESCO. També va organitzar el programa *Mathematics of Planet Earth 2013* (MPE2013) amb una col·laboració estreta entre la IMU i la UNESCO.

Parlem amb ella sobre com es va gestar i com valora l'IDM.<sup>20</sup>

**Daniel Ramos (DR):** Com va ser l'origen de l'IDM, com es va idear i com es va implementar amb la UNESCO?

**Christiane Rousseau (CR):** A la IMU discutíem quin hauria de ser el rol en la divulgació de les matemàtiques. No era fàcil, ja que la major part de les activitats de divulgació es fan a escala local i en llengües locals. Calia fomentar la col·laboració. Sent membre de l'ISBP de la UNESCO, vaig tenir la idea de l'IDM inspirada pel dossier del Dia Internacional de la Llum, que també es va promoure des del mateix organisme. La idea d'un dia internacional sem-

<sup>19</sup><https://www.facebook.com/idm314/>, <https://www.instagram.com/idm314/> i <https://twitter.com/idm314>

<sup>20</sup> Agraïm a Christiane Rousseau la seva disponibilitat. Algunes d'aquestes respostes són comunes en una entrevista apareguda al març a la revista de la Deutsche Mathematiker-Vereinigung, societat matemàtica alemanya.

blava el lloc perfecte on la IMU podia tenir un impacte en la divulgació. Ho vaig mencionar a Jean-Paul Ngome, de l'ISBP i amb qui ja havia col·laborat en l'MPE2013, i el seu entusiasme em va convèncer d'impulsar la idea endavant.

Vam començar per consultar a les organitzacions adherents a la IMU. Tots els membres excepte un van respondre positivament a la idea de crear un IDM, i quant a la data, l'única que es repetia consistentment era el 14 de març, que a més és una data adequada a tots els països del món. Una vegada decidida la data, vam elaborar un dossier amb una descripció, objectius i funcionament. Atès que la IMU té recursos limitats, vam optar per una implementació distribuïda i delegada a les entitats locals. La IMU va designar un comitè de govern de l'IDM, que presideixo, i que supervisa els aspectes pràctics, com ara la comunicació i la pàgina web.

El pas més crític va ser proposar el projecte a la UNESCO. De fet, els membres de la UNESCO són països, així que només els estats membres poden proposar la proclamació d'un dia internacional. Em vaig reunir amb diverses delegacions de la UNESCO, totes en principi favorables, però cap es volia comprometre. En paral·lel, vaig acumular suport d'organitzacions locals, nacionals i internacionals per tal de convèncer les delegacions. Finalment, el professor Saliou Touré, president de la Societat Matemàtica de la Costa d'Ivori, va convèncer la delegació del seu país de proposar l'IDM. Immediatament 37 delegacions més s'hi van sumar i es va posar la proclamació dins l'agenda del 205è Consell Executiu de la UNESCO l'octubre del 2018. Aprovat allà, va passar a l'agenda de la 40a Assemblea General de la UNESCO el novembre de 2019, on finalment va ser aprovat.

**DR:** Sembla que hi ha molt de contacte amb l'Àfrica. . .

**CR:** Sí, la Costa d'Ivori i Ghana van ser els primers països a decidir-se per la proclamació. No és pas una coincidència: les celebracions són part de la cultura africana, i els últims anys molts països africans han desenvolupat una cultura de celebracions públiques de la ciència i les matemàtiques. Molts països de l'Àfrica ja celebren el Dia Pi.

Després, qualsevol dia internacional s'ha de proclamar oficialment a la seu de la UNESCO. En aquesta ocasió vam obtenir un llançament simultani com una activitat plenària al Next Einstein Forum 2020, que s'havia de celebrar a Nairobi. Des de la UNESCO es fomenta molt especialment el desenvolupament de projectes culturals al continent africà.



Papiroflèxia a Kigali (Ruanda)

**DR:** Quins són els objectius de l'IDM?

**CR:** Els objectius de l'IDM son múltiples. En primer lloc, millorar la imatge de les matemàtiques a les escoles i presentar-les de manera atractiva, per tal que més nens i nenes considerin fer estudis STEM. L'IDM és també una oportunitat perquè el públic, els polítics i els mitjans de comunicació prenguin consciència de la importància de les matemàtiques en l'ensenyament. Sovint des de la UNESCO fem referència als Objectius de Desenvolupament Sostenible de les Nacions Unides (ODS1-17). Un dels focus de l'IDM és millorar la educació científica dels nens i nenes de països en desenvolupament (ODS4), posant en relleu que les matemàtiques són una eina per tenir economies més pròsperes (SDG8). L'IDM promou el rol de dones i noies en les matemàtiques, cap a una igualtat de gènere (ODS5). L'IDM pot ajudar molts països a incrementar la recerca bàsica en ciències com a llavor per millores tecnològiques i en la gestió de la societat (ODS9). I l'IDM posa de manifest el rol de les matemàtiques en l'organització de la civilització humana, incloent-hi l'economia, les finances, la salut, el transport, les telecomunicacions, el benestar, etc (ODS3) i en la lluita contra desastres naturals, epidèmies, malalties o espècies invasores (ODS11).

**DR:** I quines fites s’han aconseguit amb aquest primer IDM?

**CR:** Per tal que l’IDM fós un èxit calia que se celebrés arreu de tot el món. Per això hem fet molta feina per tal que el projecte fós conegut per organitzacions col·laboradores, que donessin suport a la iniciativa, que en fessin difusió entre el seu públic i contactes (amb butlletins, notícies, xarxes...) i que organitzessin activitats a escala local o nacional. Aquestes organitzacions eren societats matemàtiques, instituts de recerca, algunes universitats i alguns museus.

Després calia que l’IDM fos participatiu per part del públic. L’elecció del logotip es va fer mitjançant un concurs internacional. La pàgina web, que ha estat creada i gestionada per Imaginary, ha ofert materials i recursos per qui no organitzés les seves pròpies activitats. Es va fer un vídeo *collage* amb talls de vídeo que més d’un centenar de persones van enviar. I es van anunciar més de mil activitats arreu del món per l’IDM. Malgrat l’anul·lació de moltes a causa de la covid-19, la participació i l’interès van ser extraordinaris.

**DR:** Com avalua la resposta de la comunitat matemàtica als diferents països?

**CR:** Sentim que la resposta ha estat molt entusiasta. Hem rebut missatges felicitant la IMU per la iniciativa. Ens han contactat des de països on no havíem fet cap difusió activa, com Albània, Armènia, Bolívia, Bòsnia i Hercegovina, Gàmbia, Irak, Kazakhstan, Libèria, Namíbia, Malàisia, Panamà i Tailàndia. Al Nepal no van poder esperar i ja van celebrar el Dia de les Matemàtiques el 2019. Ens han demanat traduccions dels logotips en 23 idiomes. Almenys 26 països africans hi han participat amb celebracions i esdeveniments. A molts països participants hi ha desenes d’activitats, no només a les capitals i ciutats grans. Molts països han fet seu l’esdeveniment. Per exemple, a Portugal (141 esdeveniments anunciats) s’han organitzat concursos a escala nacional convidant els estudiants a imaginar un món sense matemàtiques, i una emisora de ràdio va organitzar un Festival de Pi, amb

premis per als millors poemes i música inspirats pel nombre  $\pi$ .

**DR:** Per què es va triar “Les matemàtiques són a tot arreu” com a tema per l’IDM 2020?

**CR:** L’elecció del tema, igual que la data, es va fer per consulta als membres de la IMU. L’amplitud d’aquest tema el fa ideal com a lema inaugural. A dins hi caben totes les aplicacions de les matemàtiques a la tecnologia i a les ciències, el seu rol per comprendre i adreçar els riscos globals i ajudar en l’organització de la civilització. També hi entra el seu paper essencial per assolir els Objectius de Desenvolupament Sostenible de l’Agenda 2030 de les Nacions Unides. El tema és creatiu, i es pot abordar també des de les arts, la música, etc. Les matemàtiques són a tot arreu i en tot el que facis. O, escrit en la forma de desafiament que proposàvem: Digue’m un tema o una activitat i et diré on hi ha les matemàtiques. També és un tema excel·lent amb els polítics i els mitjans de comunicació.

**DR:** Ja sabem el tema per a l’any 2021?

**CR:** Sí! Durant les setmanes posteriors a l’IDM 2020, vam obrir una consulta oberta a la pàgina [idm314.org](http://idm314.org). Vam rebre desenes de propostes i, amb la situació actual, al comitè vam triar com a tema per a l’IDM 2021 “Matemàtiques per a un món millor”.

En aquests moments en què el món fa front a la pandèmia de la covid-19, sentim a parlar de la taxa reproductiva bàsica,  $R_0$ ; del pic de la corba de contagis; de models de predicció de casos i de decessos, i de moltes altres eines que intenten ajudar a comprendre i a prendre decisions de com actuar individualment i políticament. Aquest es només un exemple en que les matemàtiques contribueixen al benestar de la humanitat. Altres exemples estarien lligats a la seguretat en el cas de predicció de riscos de catàstrofes, o en la seguretat de transports i producció d’aliments. També les matemàtiques juguen un rol en la democràcia, en la pau i en la justícia social.

Volem que aquestes idees siguin part de la celebració del Dia Internacional de les Matemàtiques 2021.

## El Dia Internacional de les Matemàtiques 2020 a Catalunya

Roc Carulla, professor del INS Guillem Catà  
Montse Alsina, editora de la *SCM/Notícies*

El 14 de març d'aquest 2020 se celebrava el Dia Internacional de les Matemàtiques a escala mundial. Catalunya, amb una sòlida comunitat matemàtica, també hi participava activament. S'havien preparat activitats diverses, però les mesures excepcionals preses a causa de per la pandèmia de la covid-19 van alterar la planificació. Algunes ja s'havien fet, altres es van poder fer amb aforament reduït i mesures sanitàries i altres van haver de cancel·lar-se o adaptar-se a la xarxa. En aquest article en mencionem algunes, com a mostra del potencial de la comunitat matemàtica catalana.

### Activitats programades arreu

A continuació s'inclou un llistat d'activitats relacionades amb l'IDM que s'havien programat a escala de Catalunya. No pretén ser exhaustiu, perquè no totes estaven registrades al web general [idm314.org](http://idm314.org). A més, són bastants els centres escolars que havien programat activitats, algunes inspirades en el nombre  $\pi$ .



Exposició a l'aparador de la BCT de la UAB

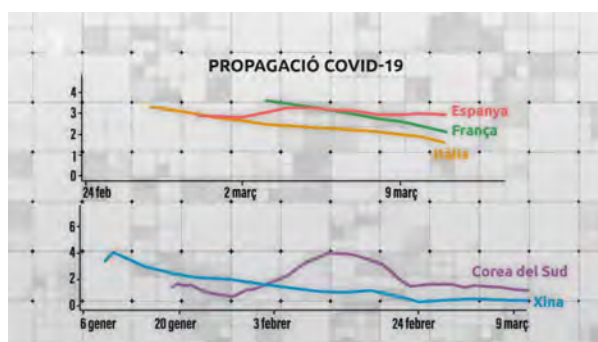
- Jocs i reptes IDM2020, 8 de març, Parc de l'Agulla de Manresa. Activitat de la MiniTransèquia, la festa familiar de l'arribada de la Transèquia 2020 <http://minitranssequia.cat/>. Organitzat pel Parc de la Sèquia, amb la UPC Manresa i el MMACA.
- “Contribucions de Maryam Mirzakhani en dinàmica i geometria”, 11 de març, FME. Conferència sobre Maryam Mirzakhani, a càrrec de J. Cirici.
- “El nombre pi: una història de 4000 anys”, 11 de març, CosmoCaixa Barcelona. Conferència a càrrec de P. Bayer, que completava el cicle de conferències numèriques: “I-magina” (18 de febrer), per E. Miranda; “El nombre auri. Una raó de pes” (19 de febrer), per M. Alberich-Carramiñana i “Desemmascarant els nombres primers” (26 de febrer), per X. Xarles.
- “El gegant de Pi”, 11 març, centre cultural Sant Josep, l'Hospitalet. Conferència a càrrec de J. Jareño, amb un viatge per un dels nombres més importants de la matemàtica, dins de *Pessics de ciència*.
- Fira matemàtica, 14 de març, Museu de la Tècnica de Manresa. Xerrada-espectacle de Matemàgia a càrrec de Sergio Belmonte (20 de març), tallers per a professorat i mestres, i exposició “Les Matemàtiques i la vida”. Organitzat per STEAM en acció, projecte impulsat per la Fundació Aigües de Manresa i la UPC Manresa. Hi col·laboraven el MMACA, el grup de jocs SET i 7deMates.
- Dissabte de les Matemàtiques, DiMat, 14 de març, Campus Cappellet de Lleida. Iniciativa de la Fundació Ferran Sunyer i Balaguer juntament amb la Universitat de Lleida, l'Institut d'Estudis Ilerdencs i el CRP del Segrià. Xerrades, tallers i concurs per a alumnat de batxillerat i professorat.
- Jornada Matemàtica, 14 de març, plaça Barcelona de Tortosa. Activitats per a menuts i grans, amb competició de resolució de problemes, tallers i jocs. Organitzat
- “Les matemàtiques són arreu”, març, Biblioteca de Ciències i Tecnologia (BCT), UAB. Exposició de la gran varietat de sectors on s'apliquen les matemàtiques, a través de les tasques desenvolupades pels estudiants del grau de Matemàtiques de la UAB en l'assignatura de Pràctiques en Empreses.
- Mosaics 3D, març, Biblioteca Campus Universitari Manresa. Mostra de políedres decorats amb mosaics dissenyats amb GeoGebra i mostra bibliogràfica.



per l'Institut Dertosa, amb col·laboració de l'Ajuntament de Tortosa i l'Ajuntament de Xerta.

- Dia Pi 2020, 15 de març, Activitats familiars al Parc Can Mercader, Cornellà de Llobregat. Organitzat pel Museu de Matemàtiques de Catalunya.
- “MartEMÀTIQUES”, 13-24 de març, Castell del Paborde de la Selva del Camp. Exposició de F. Corbalàn, que tracta com les matemàtiques i l'art s'han relacionat al llarg de la història i en l'actualitat. Organitzat per entitats locals, l'Associació de Professors de Matemàtiques de les Comarques Meridionals (APMCM), MMACA i C2EM.
- Activitats de matemàtiques, març i juliol, Biblioteca Pública de Tarragona. Un seguit d'activitats al voltant de les matemàtiques que finalitzarien amb la celebració del Congrés Català d'Educació Matemàtica, previst per al 7-10 de juliol a Reus i Tarragona. Exposició de llibres “Matemàtiques per a tothom”, “Enigmes matemàtics: Com m'agraden les matemàtiques!”, amb premis per als participants, *Contes matemàtics* i l'exposició portàtil del Museu de Matemàtiques de Catalunya “Taller de reptes matemàtics”.

El que no estava programat és que les funcions matemàtiques sortissin als mitjans televisius el mateix dia 14 de març, en hores de màxima audiència: al programa *FAQS*, l'Àlex Arenas mostrava gràfics de propagació de la covid-19 i parlava dels models matemàtics, juntament amb l'Oriol Mitjà.



Models matemàtics al *FAQS*, el 14 de març del 2020

A Espanya, el Comitè Espanyol de Matemàtiques (CEMat), la Reial Societat Matemàtica Espanyola (RSME) i la Federació Espanyola

de Societats de Professors de Matemàtiques (FESPM) van convocar una sèrie de concursos a tot el territori i un acte de lliurament de premis que va tenir lloc l'11 de març a la Universitat Politècnica de València.

## Ressò a la xarxa

Ja hi havia algunes iniciatives programades a les xarxes socials, però amb el confinament, altres iniciatives es van traslladar ràpidament al món telemàtic. Així, Twitter es va convertir en un espai on compartir la celebració des del confinament domiciliari, amb la participació de molts piulaires matemàtics. Òbviament també van estar actius via web i xarxes els grups i associacions com @creamat1, @C2EM2020, @matesAbeam, @ademgi @Calaix2, @bibliotgn, @Bctuab, @SteamAccio, @socestadistica, @7demates, etc. En particular cal destacar la crida, més o menys improvisada, a fer un dissabte @idm314 virtual amb les etiquetes #idm314CAT i #matematiquesarreu per visualitzar l'impacte concret a Catalunya.



Piulada animant a un dissabte @idm314 virtual

Instituts i escoles també van publicar via Twitter les seves aportacions (@iesbovalar, @EscolaXarxa, @insestatut, @iclloret, @inspaularis). Alguns feien difusió d'imatges de les activitats, si coincidien que havien avançat la celebració i les havien pogut fer, o convidaven a jocs i reptes, de vegades referint-se encara al Dia Pi, com anys anteriors.



Activitat a l'Institut de Lloret (font @ademgi)

A l'Instagram, les biblioteques de la UPC, especialment la Biblioteca Rector Gabriel Ferraté i la de Matemàtiques, ja havien programat un concurs de vídeos sobre el nombre  $\pi$  titulat Happy PI Day amb el lema “Qui ho diu que les mates són avorrides?”

### Propostes per a l'IDM 2021

No ens atrevim pas a assegurar com serà la celebració del Dia Internacional de les Matemàti-

## Projecte DiMa IDM2021 “Marzo, mes de las Matemáticas”

Joan Alemany Flos

Coordinador node Catalunya “Marzo, mes de las Matemáticas”

El Dia Internacional de les Matemàtiques del 2021 ja té tema, “Matemàtiques per a un món millor”, però no forma. La situació actual no ens permet saber com estarem durant el mes de març de l'any que ve; tanmateix, no podem esperar a veure què passarà i ens hem de començar a moure analitzant i adaptant les iniciatives que ja teníem.

Una d'aquestes iniciatives va idear-se a finals de l'any 2019, des de la xarxa de divulgadors de matemàtiques DiMa. Aquesta xarxa —que té lligams, a part de la SCM, amb entitats com la RSME, la SEMA, la FEEMC, el MMACA i un llarg etcètera— va pensar a dedicar tot el mes de març del 2021 a les matemàtiques en lloc de només d'un dia. D'aquesta manera es podrà treballar el missatge de l'IDM2021 de manera més profunda i amb més abast. L'objectiu d'aquest any és mostrar la importància de les matemàtiques a la societat actual. Alguns dels

ques el 2021. Però, si més no, ho podem encarar amb més temps, i estarem més preparats per fer activitats telemàtiques, si cal, i utilitzar les xarxes socials per compartir-les.

És bo sentir que formem part d'aquesta iniciativa internacional, arreu del món, el 14 de març. L'any vinent el compromís és clar, i les persones, centres escolars, biblioteques, museus i associacions que creiem que les matemàtiques ens ajuden a construir un món millor podem col·laborar a fer-ho visible, a escala de Catalunya (#idm314CAT, #MatesXunmonmillor) i a escala global, inscrivint les activitats al web general [idm314.org](http://idm314.org), com explica D. Ramos al seu article.

En aquesta mateixa secció trobareu també informació del projecte per a l'IDM 2021 promogut per la xarxa de divulgadors de matemàtiques DiMa, en el qual també participa la Societat Catalana de Matemàtiques.

exemples que l'organització internacional de l'IDM dona són que les matemàtiques serveixen per predir fenòmens com la pandèmia de la covid-19, o l'impacte del canvi climàtic, que s'utilitzen per optimitzar processos i són un llenguatge comú entre cultures.

En les propostes del projecte “Marzo, mes de las Matemáticas” (FCT-19-14886) finançat en part per la FECYT i entitats de la DiMa, tenim, en una primera fase, la generació de materials. Es treballarà en equips formats per divulgadors de diferents territoris, es dissenyaran materials accessibles, moderns i adaptats al públic que volem. Des de materials divulgatius i didàctics per oferir a les escoles com a complement dels materials que ja tenen disponibles fins a materials més genèrics que es puguin exposar en centres culturals, universitats, etc. Aquests materials es redactaran en les llengües pròpies de les associacions que participen en el projecte.

Un exemple de materials per distribuir seria en format targeta. El record de les targetes de TMB de l'any 2000 (Any Mundial de les Matemàtiques) encara és present en molts de nosaltres.



Targeta de metro de Barcelona de l'any 2000

Costa creure que en tan poc espai hi pugui haver tantes matemàtiques, i de tant nivell. A més es podria aprofitar per plantejar reptes i informació de la matemàtica aplicada. És un bon moment per fer arribar la importància d'aquesta disciplina i l'impacte favorable que té en la nostra societat. A més, en aquest format s'intentarà que es pugui fer difusió en àmbits com escoles, biblioteques, llibreries, bars, museus, etc.

En una segona fase tindrem l'execució i les activitats durant el mes de les matemàtiques. Aquesta part és on ens haurem d'adaptar a la ja famosa nova realitat. El disseny i la creació d'una exposició itinerant, amb plafons

interactius, explicatius i manipulables és una de les opcions que es treballarà. La fotografia matemàtica també hi tindrà el seu espai. Es buscarà fer una acció coordinada en tot el territori espanyol en forma de concurs i per ajudar a la difusió a través de xarxes socials i en el món digital en què vivim.

Una de les propostes que ja s'han hagut de readaptar en aquests mesos és la de les conferències i els tallers. La impossibilitat de fer-les presencials ha fet que hàgim d'anar a l'espai virtual per portar-les a terme. Hem vist que, tot i que es perd una part important de interacció i manipulació, es pot guanyar en accessibilitat, immediatesa i internacionalització. Tot i així, haurem de veure què passarà: només el temps dirà què es podrà fer i què no el març del 2021.

Per tant, els reptes que ens esperen per al futur són molts i variats. Dissenyar i apropar les matemàtiques és un primer pas, però hem de recordar sempre fer-ho des de la perspectiva inclusiva. No podem permetre que barreres socials existents dificultin l'accés a les matemàtiques i a la seva divulgació. Hem d'anar més enllà, i aprofitar que el tema és "Matemàtiques per a un món millor" per recordar que la societat en què vivim, la diversitat de persones que hi ha, és immensa.

Ànims a tots i us esperem el març del 2021.

## Projectes de recerca

### Finançament, recerca i matemàtiques a l'estat espanyol: els MTM

Xavier Jarque i Enric Ventura

Investigadors de la Universitat de Barcelona i la Universitat Politècnica de Catalunya

El 13 de maig del 2020, en ple confinament per la pandèmia de la covid-19, el comitè científic de la Societat Catalana de Matemàtiques vam mantenir una reunió en línia amb Francisco Martín Serrano, president del panel de Ciències i Matemàtiques de la nova Agència Estatal de Recerca (AEI). La reunió va ser a petició seva i ens consta que va haver-n'hi d'altres amb diversos col·lectius. L'AEI, projecte iniciat

durant la darrera legislatura del PP, vol ser un òrgan independent del govern amb un pressupost que no estigui a mercè de la volatilitat del moment i, consegüentment, donar estabilitat al finançament de la recerca. La intenció és que l'agència gestioni la major part dels programes i convocatòries competitives per a ajuts a la recerca i el desenvolupament i, en particular, s'encarregui dels ajuts econòmics als grups de

recerca bàsica que, en el cas de matemàtiques reben el nom de MTMs.

L'objectiu de la reunió era el d'informar-nos (i, eventualment, recollir les nostres opinions) sobre el nou enfocament que volen donar a aquests ajuts des de l'agència, cosa que afectarà molts dels grups de recerca en matemàtiques catalans. En tot cas, val a dir que les decisions polítiques que se'ns van explicar i que nosaltres resumim a continuació no són pas decisions del president del panel; la seva funció, i la dels membres del panel, és la de portar-les a terme i fer-les efectives.

No hi ha raons per dubtar de les bones intencions dels nous gestors a l'hora de prendre mesures de política científica que ajudin a millorar la qualitat de la recerca a Espanya; el que sí que posem en dubte (o del que fem una lectura crítica) és la manera com ho estan enfocant, i l'eficàcia de les mesures que proposen; ves que alguna no faci l'efecte contrari del que pretén aconseguir.

## El panel de matemàtiques

Els nous president i director de l'Agència Estatal de Recerca són, respectivament, Rafael Rodrigo Montero i Enrique Playán Jubillar, aquest últim enginyer de carrera. Com dèiem, l'agència té com a missió el foment de la investigació científica i tècnica en totes les àrees del coneixement, mitjançant l'assignació competitiva de recursos públics, el seguiment de les actuacions finançades i del seu impacte i l'assessorament en la planificació de les accions o iniciatives a través de les quals s'instrumenten les polítiques d'R+D de l'Administració General de l'Estat.

Dins l'organigrama de l'agència, el panel de l'àrea de Matemàtiques (el número 9 de 19 panells) és l'encarregat de fer l'avaluació científica dels MTMs, és a dir, del que popularment els matemàtics hem anomenat les *assessores*. Està presidit per Francisco Martín (U. Granada; geometria i topologia) i en formen part M. Jesús Carro (U. Complutense Madrid; anàlisi matemàtica), Francisco Castro (U. Sevilla, àlgebra), J.Carlos Cortés (U.P. València; matemàtica aplicada), Eduardo García (U. Santiago; geometria i topologia) i M. Dolores Ugarte (U. Pública Navarra; estadística i investigació operativa).

## Competitivitat del programa

La primera consideració, i potser la més cridanera, és la determinació de la nova direcció de l'agència de fer que els programes MTM dels propers anys segueixin l'esperit competitiu de les beques ERC i que, per tant, se'n redueixi significativament la taxa d'èxit.

Estadísticament, durant els darrers anys s'han subvencionat entre un 40% i un 60% de les sol·licituds de projectes de recerca en àrees de ciències excloent-ne les matemàtiques, mentre que, si es mira el panel de matemàtiques, aquest percentatge se situa entre el 75% i el 90% (el 2019 va ser del 87%). Segons les noves directives, això és un biaix dolent que cal corregir i proposen forçar-ne la correcció gradualment durant els propers anys fins a estabilitzar la taxa d'èxit en el 50% de les sol·licituds (proposen el 66% aquest 2020, el 60% el 2021, el 54% el 2022 i el 50% el 2023). L'any 2020 s'ha assolit ja el 66% *clavat* (el nombre de projectes era divisible per 3).

Si bé aquest criteri pot semblar raonable (i fins i tot forçat per les polítiques europees en temes de recerca), no hi ha dubte que tindrà un impacte negatiu dins la comunitat matemàtica en el sentit que molta de la recerca que s'està fent avui quedarà fora del finançament públic estatal via el seu programa de referència. L'explicació que la nostra comunitat fa d'aquestes diferències entre les taxes d'èxit dels projectes de matemàtiques i d'altres ciències es fonamenta en el fet que només els grups més sòlids de recerca en matemàtiques demanen finançament i, per tant, els projectes són majoritàriament bons, mentre que a d'altres àrees els projectes es demanen sense aquest auto-filtre. Per suportar aquesta argumentació, hom pot observar que la comunitat de físics és tres vegades més gran que la de matemàtica estatal, mentre que el nombre de sol·licituds anuals que fan és de l'ordre de set vegades superior (com veurem més endavant, el nombre absolut de projectes demanats té, en si mateix, impacte en el finançament).

Les males notícies són —i així es va fer explícit en la reunió— que la política científica considera aquest argument buit de contingut i fals. És més, ves que no sigui que el biaix en la taxa d'èxit de matemàtiques no s'expliqui per una raó ben poc científica com que els matemàtics

ens coneixem tots i apliquem la màxima *hoy por ti, mañana por mí*. Ras i curt.

Si assumim aquesta davallada de les taxes d'èxit dels projectes del ministeri, hom pot extrapolar que molts grups que fins ara demanen finançament de manera regular deixin de fer-ho. Aquesta derivada seria molt perjudicial (i afectaria negativament tothom, no només els grups no finançats). Potser en sou tots molt conscients, però si  $M$  és el total d'euros a repartir (tots els panels),  $K$  és el nombre total de projectes demanats (tots els panels) i  $k_g$  és el nombre de projectes demanats al panel de matemàtiques, llavors ens corresponen

$$m_g = M \frac{k_g}{K}$$

euros. Observeu que  $K$  i  $k_g$  són el nombre de projectes demanats, no pas els finançats. En altres paraules, si  $k_g$  es fa petit, estem fotuts. I si pensem en termes de successions decreixents, estem ben fotuts. L'any 2019 els nostres projectes representaven l'1% del total i, com que  $M$  va ser de 236 milions, ens en van tocar  $m_g \approx 2.4$  milions (al final va ser una mica més per la inclusió d'uns diners extres per beques de doctorat).

Finalment, i lligat amb tot el que hem explicat, se'ns va fer explícita la necessitat d'un canvi de filosofia respecte al finançament regular dels grups de recerca. Hi ha una assumptió entre nosaltres que el finançament beu de dues fonts: els MTMs i els SGRs, i que aquestes fonts són estables en el sentit que, després d'un MTM (i en la hipòtesi que el treball es continua fent bé), en vindrà un altre. La nova filosofia és que cal demanar molts més projectes i fonts de finançament a diverses administracions o entitats privades (especialment a escala europea) ja que no hi haurà finançament assegurat via el ministeri. Si només un 50% dels projectes reben finançament, vol dir que l'altre 50%, si vol continuar fent recerca, haurà de beure d'altres fonts. En resum, més projectes a escriure i taxes d'èxit molt més competitives.

Que cadascú en tregui les conclusions que consideri oportunes. La nostra percepció local del problema (és a dir de cadascú de nosaltres de manera individual) ens fa pensar que els grups de recerca que tenim a prop fan una recerca de molta qualitat i, per tant, mereixen el

finançament (escadusser, sigui dit de passada) que rebem; però des d'una perspectiva global del problema, no semblen justificades taxes d'èxit tan altes, si realment les convocatòries són competitives. Sigui com sigui, aquest és un camí de no retorn, i més quan el pes de la política europea cada cop serà més rellevant en la despesa de l'estat espanyol. Per tant, haurem de ser valents com a comunitat i jugar totes les cartes que tinguem a les mans.

### Altres consideracions: mida, línies prioritàries i despeses

En aquest apartat comentem de manera més breu algunes consideracions que també es van explicar, però que no sembla que tinguin implicacions tan fonamentals com les anteriors.

**Mida.** Es vol deslligar, almenys de manera expressa, el finançament dels projectes del nombre d'investigadors que en formen part (allò de *tant per EDP*). L'avaluació dels projectes es basarà en quatre punts:

- viabilitat i qualitat del projecte (50%),
- CV de l'equip investigador (30%),
- impacte científic (10%),
- impacte socio econòmic (10%).

Si el projecte és bo rebrà el finançament que es consideri oportú, però no un múltiple del nombre d'investigadors. La idea és combatre la tendència de certs grups a afegir EDPs poc actius a un projecte (o actius en temes allunyats del projecte) per intentar augmentar-ne el finançament assignat. No creiem que aquesta consideració tingui efectes reals en la majoria, per no dir la totalitat, dels projectes d'universitats i instituts catalans. I tampoc queda clar com aquesta consideració s'adequa a la filosofia històrica que els grups tinguin prou massa crítica.

**Línies prioritàries.** Pel que fa a la política científica a Europa (dins del proper Horizon 2021-2027), hi ha tres grans línies prioritàries, i això sembla que també es projectarà en les polítiques dels estats membres i, en particular, en l'agència espanyola. Són:

- intel·ligència artificial, *machine learning* i ciència de dades;

- atenció mèdica personalitzada, i
- mars, aigües, energia, i ecologia.

No cal ser gaire suspicax per veure que molts dels projectes de matemàtiques que actualment defensem tenen un encaix més aviat difícil en aquestes línies. Hi ha certament matemàtiques jugant un paper clau en totes, però molts dels nostres projectes no hi tenen cap connexió directa. Així doncs, tant a Europa com a l'Estat el finançament de la recerca en matemàtiques (almenys aquella matemàtica que tradicionalment hem fet la major part dels investigadors catalans) mantindrà la derivada negativa que hem vist des de principis de segle XXI, i més cruament des de la darrera crisi econòmica; no es pot saber la dimensió del que passarà com a conseqüència de la covid-19.

Posant totes les anteriors consideracions dins d'un mateix sac, semblaria que hauríem de recomanar que es presentessin moltes més sollicituds de projectes i, per tant, aquests projectes s'estructuressin en equips més petits, i que s'intentés vincular la temàtica de recerca a alguna de les àrees prioritàries. Però això pot semblar demagògic i una caricatura de la solució del problema. Començar a seguir estratègies artificials que no responguin a la realitat de la recerca i dels grups de recerca actuals per adequar-se a les noves polítiques també pot tenir efectes indesitjables.

**Despeses.** Dins d'aquest punt agrupem diverses consideracions, algunes de certament estranyes...

- Els projectes de matemàtiques solliciten i obtenen imports, de mitjana, molt inferiors als de la majoria d'àrees. Tenim tendència a ser molt conservadors. Una part d'aquest biaix pot venir del fet que no necessitem grans equipaments, però hauríem de demanar més diners per a capital humà, és a dir contractes predoctorals i postdoctorals.
- Lligat amb el punt anterior, sembla que a la direcció de l'agència no li sembla adequat que la major part del pressupost sigui per finançar dietes, hotels, professors visitants i congressos. Entenem que en altres àrees els projectes demanen més pressupost per a estudiants de tesi, estades postdoctorals i equipaments. L'experiència que tenim en general és que s'han donat molt pocs ajuts per

tenir alumnes de tesi (malgrat que els grups els demanem; potser menys del que hauríem de fer) i que les altres despeses (diètes, hotels, professors visitants, etc) són exactament les que han de ser. “*What else?*” (que diria el George Clooney) Del que necessitem poc o gens, no en reclamem, ni tampoc posem en dubte que col·legues d'altres àrees en necessitin i se'ls en proveeixi. De la mateixa manera, voldríem que se'ns respectessin les nostres especificitats naturals, i que no hàgim d'estar-nos justificant permanentment per gastar en viatges o per ser modestos a l'hora de sol·licitar projectes.

- Cal fer tot el possible per no retornar els diners que se'ns concedeixen. Les matemàtiques són, amb molta diferència, l'àrea que retorna més diners que no es gasten durant el període del projecte. En la darrera convocatòria de la qual es tenen les dades es va tornar el 20% del total de l'import assignat als projectes. Això depèn de nosaltres, i cal tallar-ho de soca-rel.

Resumint, doncs, els aires que bufen des de l'oest per als propers anys no semblen gaire favorables per a les matemàtiques catalanes. I la tempesta (sanitària, econòmica i social) que tenim ja ben bé a sobre nostre provocada per la covid-19, aquesta a l'est, a l'oest, al sud i al nord, fa més por que una pedregada. En la darrera reunió de presidents dels estats membres de la UE, l'acord per repartir els 750 milions d'euros per pal·liar els efectes de la covid-19 inclou una retallada significativa dels fons del Horizon 21-27. Dues coses: (i) gran coherència; la ciència és l'eina bàsica per fer front a la pandèmia i ara se'n retallen els pressupostos, i (ii) aquesta política tindrà rèpliques internes a cada país; estem avisats.

No obstant això, una part cada cop més significativa de la societat catalana vol fer un canvi d'arrel en la nostra governança, que també implicarà assumir responsabilitats en el finançament de la recerca en el context d'un estat europeu. I això vol dir que els matemàtics hem de saber posicionar-nos en aquest nou escenari i fer valer la nostra vàlua. El precedent del programa SGR (pensat des d'un marc netament autonòmic) no és precisament gaire afalagador i, per tant, mirar cap al futur és sempre veure un munt de feina per fer, però també la il·lusió per fer-la.

### Joaquim Serra i Sebastià Xambó

Montse Alsina

editora de la *SCM/Notícies*

Hi ha moltes persones amb qui penso que serà agradable i interessant fer una conversa a dues bandes, aquesta secció especial iniciada per l'editor anterior, Albert Avinyó. La idea és presentar dues persones que aportin la seva mirada, experiència, opinió o vivència en relació amb les matemàtiques, des de perspectives diferents, però amb algun punt comú.

En aquest número, els protagonistes són Sebastià Xambó, professor emèrit de la UPC, i Joaquim Serra, jove investigador a l'ETH de Zuric. Tots dos comparteixen l'honor d'haver estat premiats recentment. Va ser un plaer compartir amb ells un esmorzar telemàtic, donada la pandèmia, i conversar sobre l'aprenentatge automàtic, la ciència de dades, la covid-19 i bones metàfores sobre les matemàtiques.

Us convido a la seva conversa.



Joaquim Serra i Sebastià Xambó durant la conversa telemàtica, setembre 2020

**Sebastià Xambó (SX):** En primer lloc, crec que hem de celebrar, Joaquim, el premi que t'ha donat la Societat Matemàtica Europea (EMS), que és un premi molt important. L'any 2000, com a organitzador del 3r Congrés Europeu de Matemàtiques, vaig ser a la mesa en què es van donar els premis. Tots aquells premiats han tingut una carrera molt brillant, incloent-hi una Medalla Fields. Per tant, és una gran alegria i desitjo que et doni projecció personal, però també col·lectiva dels grups i gent amb qui treballes.

**Joaquim Serra (JS):** Jo també celebrot, Sebastià, que t'hagin atorgat recentment una Medalla Narcís Monturiol. Respecte al premi de l'EMS, crec que és sobretot un reconeixement a la matemàtica catalana jove, que en els últims anys ha acumulat molts èxits. Això evidentment enllaça amb els premis sèniors: si els matemàtics joves hem pogut assolir certs èxits ha estat gràcies a la feina importantíssima que va fer per preparar el terreny, aplanar-lo i llaurar-lo, per tal que no haguéssim de lluitar contra els elements com havien hagut de fer a Espanya i a Catalunya generacions anteriors. Gràcies, per tant, al Sebastià i a altres persones com en Josep Grané, que, a part de fer investigació han treballat també per fer créixer les matemàtiques a Catalunya. Suposo que la Medalla també té a veure amb aquesta tasca... Com vas rebre la notícia?

**SX:** Va ser just al començament de la covid-19 que em va arribar la notícia de si acceptava la Medalla Narcís Monturiol. D'una banda, vaig reaccionar amb una incredulitat total: ara de què va, això? De l'altra, em va recordar quan estudiava el batxillerat, a Figueres. Cada dia dels cinc anys que vaig ser allà passava per davant del monument a Narcís Monturiol i probablement és el monument que he vist més en la meua vida.

**JS:** Sobre el bon estat de les matemàtiques catalanes, crec que és important remarcar que em sento afortunat, i no soc l'únic, ni de bons tros, d'haver pogut fer el doctorat a Barcelona i haver tingut oportunitats molt semblants a algú que l'hagués fet a, no ho sé, a l'ENS de París, a l'ETH de Zuric, o a Princeton. Fa anys probablement no hauria estat així.

**SX:** Jo ho resumiria dient que la vostra generació i les que van venint, i una mica les que us han precedit, heu acomplert un somni que teníem nosaltres de joves: el somni d'arribar a un estàndard internacional de gran nivell. Això s'ha aconseguit, i crec que el que convé

és procurar d'anar aportant energia, i que vagi a més.

**JS:** Segurament se n'hi ha d'aportar bastanta, d'energia, perquè es un sistema que de moment encara té bastanta fricció.

**SX:** S'ha de reconèixer que hi havia més fricció als anys 70, quan jo me'n vaig anar als Estats Units, que ara.

**JS:** Evidentment, però s'ha de seguir fent moure, i amb això també tenim responsabilitat, i aquí és on encara n'hem d'aprendre bastant, de vosaltres, segurament. La nostra generació hem tingut les coses relativament fàcils, entre cometes, i ens hem pogut microespecialitzar en els nostres camps. Però per mantenir en marxa i seguir fent créixer les matemàtiques a Catalunya fan falta totes dues coses: fa falta fer recerca especialitzada i fa falta també tenir un punt de vista més general, cultivar un coneixement més transversal, com vau fer vosaltres. Si no, el sistema no funciona... I en els moments delicats que estem vivint és potser més important que tots els científics ens apropem. Respecte a això de la covid-19... és estrany això de trobar-nos telemàticament, oi? Com has viscut la situació?

**SX:** Nosaltres fa aproximadament set mesos que estem confinats, en ser població de risc. Afortunadament tenim una situació física i personal de salut bona, tenim sol, aire i espai. L'Elionor, la meva dona, té un olfacte molt gran per aquestes coses i va començar a portar mascareta al febrer. El confinament des de la primavera, en el meu cas, m'ha passat com un somni, perquè he pogut col·laborar amb gent, com ara en Joan Bruna, dirigeixo una tesi doctoral al BSC a un alumne mexicà i des del punt de vista de publicacions estic preparant la segona edició de diversos llibres, el de codis, el de teoria d'interseccions i el d'àlgebra. En fi, no estic avorrit, i treballó bastantes hores cada dia en el que realment m'agrada, per tant m'ha passat volant.

**JS:** Jo potser ho he viscut d'una forma no tan positiva, professionalment. D'una banda, sí que és veritat que no ens ha afectat moltíssim perquè ja estem més o menys acostumats a treballar a distància. Però, de l'altra, la part creativa de la recerca, que sempre s'havia fet davant d'una pissarra, o molts cops la fèiem

així, això costa molt d'emular. Jo sempre defensava que no calia viatjar tant, i m'he hagut de retractar una mica d'aquesta opinió. Amb el meu grup tenim les millors eines per fer pissarres remotes, tauletes, etc., però no és el mateix; no ha funcionat del tot. Sobretot amb els estudiants o postdocs. Una cosa és parlar amb en Xavi Ros, amb qui només per telèfon ja ens entenem i ni necessitem pissarra, o amb en Xavier Cabré o gent molt pròxima; l'altra és parlar amb gent més jove a qui s'han de transmetre idees, motivació...



Joaquim Serra, davant una pissarra

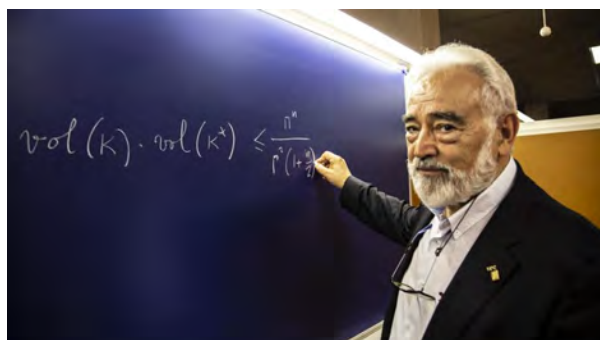
**SX:** Jo proposaria restituir d'alguna manera la forma de comunicar de personatges com Serre i Grothendieck, que s'escriuien cartes. Era: "Jo he fet això, tinc aquest problema, tinc aquesta dificultat, he pensat per aquí, he pensat per allà... ", i l'altre li responia. La correspondència Serre-Grothendieck és extraordinària. No és pas tota la comunicació, seria només una part: escriure correus electrònics que no siguin per respondre en cinc minuts, sinó per contestar després de pensar-hi. Seria molt positiu, sense prescindir de l'altra opció, que és fonamental.

**JS:** És veritat, un pot treballar de forma individual... Penses una cosa, l'estructures, l'envies per e-mail i l'altre ho llegeix i respon, és una manera de treballar que crec que sí que funciona. Però no és exactament com treballar conjuntament en la part més creativa. En alguns problemes realment pot marcar la diferència ser dos o tres pensant alhora davant d'una pissarra.

**SX:** Per exemple, jo em veig cada setmana amb en Narcís Sayols, i treballem sobre temes que ens agraden, com teoria de codis, teoria



d'interseccions i computació. Ens veiem cada setmana i el que és fonamental és la pissarra. Allà és realment on transcorren les idees. Amb l'alumne mexicà, Mario Alberto Gutiérrez, ens veiem cada setmana i les ocasions clau són sobre la pissarra.



Sebastià Xambó, davant una pissarra

**JS:** Ara que dius això, em va sorprendre la presentació teva sobre *data science* que em vas enviar fa unes setmanes. Em va interessar molt. Des de quan estàs ficat en aquests temes?

**SX:** Això va començar essencialment el 2015. Vaig contribuir a organitzar el congrés AGAC-SE (Applied Geometric Algebras in Computer Science) a Barcelona i m'hi vaig implicar a fons: organització, recursos, edició dels *proceedings*. . . Ja m'havia interessat abans per aquest tema, el de l'exploració de l'àlgebra geomètrica de Clifford, i m'hi vaig tornar a posar. En particular, em van convidar a fer una conferència a l'ICCA11 (International Conference on Clifford Algebras and their Applications in Mathematical Physics), el 2017 a Gant, en memòria d'un brasiler, Waldyr A. Rodrigues, i allà vaig coincidir amb l'Ulises Moya. Em va demanar que l'orientés i li vaig dir que creia que en el tema de les xarxes neuronals i la intel·ligència artificial hi havia una branca que té a veure amb aplicar no nombres reals sinó àlgebres adients, que la neurona processés elements d'una àlgebra, que podia ser geomètrica. El primer treball que vam fer va ser aplicar els quaternions. A partir d'aquí hi va haver l'oportunitat de l'ICIAM 2019 (International Congress on Industrial and Applied Mathematics). En aquest congrés vaig organitzar un minisimposi dedicat a exposar com els càlculs geomètrics podrien d'alguna manera contribuir en l'aprenentatge automàtic. Les actes sortiran aviat, en un volum editat per Springer amb vuit articles sobre aquestes qües-

tions. A l'ICIAM 2019, Isiah Zaplana, doctorat en robòtica a la UPC i que ara és a Gènova, em va proposar d'organitzar un minisimposi a l'ICCA12 (2020), i el material que has comentat és la meua xerrada, que espero que pugui ajudar d'alguna manera, amb lectures sobre la història de l'aprenentatge automàtic, i l'impacte que això tindrà en el futur, i després a poc a poc anar cap a aquestes neurones algebraïques. És una cosa tan immensa que hi cap tothom, fins i tot, suposo que Alessio Figalli també hi deu estar donant voltes.

**JS:** Efectivament, fins i tot hem discutit alguna vegada alguna cosa junts.

**SX:** A la revista *SCM/Notícies* anterior hi havia una nota en què es posava de manifest molt encertadament la importància de les matemàtiques en l'aprenentatge automàtic. Jo hi afegiria no només de les matemàtiques, sinó de les matemàtiques en un sentit molt transversal. No n'hi ha prou només amb anàlisi funcional, o amb combinatòria, sinó que hi intervenen molts temes. Ara estem preparant un article llarg, amb en Joan Bruna, també per al *Butlletí*. Està bé que hi hagi relació entre les publicacions de la SCM. De fet, la revista *Notícies* es va començar el primer any que era president de la SCM, l'any 95, i el que volia la junta era complementar l'alta divulgació matemàtica que fa el *Butlletí* amb una eina de comunicació matemàtica per a tota la gent que forma la societat. Vista l'evolució que ha tingut la revista, em sembla que s'ha complert amb escreix.

**JS:** Això del *data science* té a veure amb el que deia abans de la importància de promoure el coneixement més transversal. Fent el símil del coneixement científic com una mena d'arbre, la microespecialització ha fet que tinguin branques cada cop més llargues i fulles molt verdes, però al tronc potser hi ha poca gent i cal reforçar-lo. En la carrera científica d'avui hi ha pocs o cap incentiu en aquest sentit. Potser per això la ciència de dades, que ha tingut èxits molt sonats des del punt de vista d'enginyeria i computer science, no acaba d'estar del tot integrada dins les matemàtiques, tot i que hi ha preguntes fonamentals i molt interessants. Una mica per aquest motiu, suposo, a l'ETH s'ha creat ETH Foundations of Data Science, un grup interdisciplinari d'enginyers, estadístics

i matemàtics que treballen conjuntament per mirar de donar resposta a aquestes preguntes fonamentals. Crec que iniciatives com aquesta estan molt bé, i suposo que se'n deuen estar fent també a Barcelona. Estaria bé poder-se posar de tant en tant el “barret de matemàtic” i pensar qüestions més generals. Ni EDP, ni geometria algebraica, ni sistemes dinàmics... Mirar d'interessar-nos per alguns problemes que potser no encaixen encara en cap branca precisa com a matemàtics sense subespecialitat. No sé com ho veus, Sebastià.

**SX:** Jo crec que pot ser oportú recordar el paper d'una figura que crec que ens ha afectat, a molta gent, sobretot de la meua generació, Michael Atiyah. Va guanyar la Medalla Fields el 1966, i havia demostrat amb Singer el teorema de l'índex l'any 62-63. Era matemàtica pura, que responia a un problema que havia posat Gelfand sobre el fet que les solucions de certes equacions en derivades parcials havien de dependre només d'invariants topològics. Atiyah, a partir de l'any 1977, es va adonar que el que s'estava fent a física matemàtica eren els fibrats principals de la geometria; es va posar en aquest tema i una part importantíssima de la seva obra va ser aquest pont entre les matemàtiques i la física. Atiyah, amb el seu talent, va veure que hi havia unes connexions i que s'havien de cultivar. De fet, van acabar donant la Medalla Fields a Edward Witten, que és l'únic físic que l'ha obtingut. El que en aquell moment era la física matemàtica crec que avui potser ho podria representar l'aprenentatge automàtic, que és un món molt més extens i vast que la física matemàtica. Els físics també hi estan entrant; per exemple, Max Tegmark, del MIT, o el mateix Juan Ignacio Cirac, de física quàntica, que és *honoris causa* per la UPC. Això és una transversalitat que va més enllà que un pont entre dues branques de la ciència. Molts dels mètodes d'optimització que intervenen en l'aprenentatge automàtic estan inspirats en física matemàtica, en particular física estadística. I com es fa? Jo crec que primer de tot sent-ne conscient com n'ets tu, i, en segon lloc, si en algun moment donat s'ha d'agafar la bandera i dir cap a on camines, l'has d'agafar i fer-ho.

**JS:** Crec que és necessari dedicar-hi part del temps, almenys per estar-ne informats.

**SX:** Darrere de tot hi ha el misteri de l'aprenentatge i el misteri del funcionament dels cervells biològics. És el que va dir Ramon y Cajal, que si s'havia d'entendre alguna cosa era el cervell humà, i, per tant, els cervells biològics, perquè ell va investigar els cervells de moltes altres espècies animals, en particular el dels coloms. Aquest és el gran misteri i potser un dels problemes és que està morint d'èxit: s'han trobat maneres de poder fer predictors en un cert context que no hi ha cap humà que els pugui batre. Us en vull posar un exemple. Algú agafa un generador d'expressions matemàtiques; d'aquestes expressions és molt fàcil calcular-ne les derivades, i per tant es té una base de dades que són expressions matemàtiques i les seves derivades. Després algú posa a entrenar xarxes neuronals per tal que, veient la derivada, prediguin quina és la integral. Sorpresa: aquest integrador és millor que el de Mathematica, Maple, o qualsevol programari d'aquests. La pregunta és: com és possible, això? Quin és el misteri del coneixement matemàtic que fa que una intel·ligència artificial, sense saber càlcul integral ni passar per tots els mètodes, pugui trobar camins de predicció i donar integrals millor que els mètodes actuals? A mi això em té intrigat, no? Després, en els temes dels jocs: en el joc del go, el fet que Lee Sedol perdés (per 1 a 4) contra el sistema d'intel·ligència artificial de Google va crear un impacte sensacional. Però és molt més extraordinari que això. Després van entrenar el sistema a jugar contra si mateix, i al cap d'uns quants milions de partides va guanyar a la versió que havia guanyat al Lee Sedol 100 a 0. Què està passant, aquí?

**JS:** És el que ja havia passat amb els escacs. Fa poc em van enviar la notícia que Microsoft es proposava fer competir una intel·ligència artificial a l'Olimpíada Matemàtica Internacional (IMO). Els escacs, el go, potser el següent pas ja són les Olimpíades Matemàtiques? Sembla que no estigui gaire lluny...

**SX:** Després de l'ICCA he trobat articles en què es connecta el que en diuen l'*automated theorem proving* amb intel·ligència artificial. És inevitable que això passi, i si per als humans queda alguna cosa, doncs no sé què serà...

**JS:** Segurament sí que quedarà, però no sabem fins on arribarà... Fa pocs anys era impossible que la IA guanyés el go, els escacs, i ara ens

sembla el més natural. Em puc imaginar que pugui passar el mateix d'aquí a un temps amb alguns problemes de la IMO, potser no amb tots, però. . .

**SX:** De totes maneres, si es té sensibilitat, és absolutament indispensable una reflexió moral i ètica. És recomanable el llibre *Weapons of Math destruction*.

**JS:** Sí, l'he llegit i estic d'acord amb tu.

**SX:** Què s'ha de fer perquè els programes d'intel·ligència artificial, quan donen una predicció, diguin en què s'han basat? Això està lluny. Necessita que hi hagi un complement de deducció, de formalització de llenguatge, i que cooperin, i fins on jo he vist, no existeix.

**JS:** Sembla que part del problema és fer els algorismes intel·ligibles a les persones. I això es fa amb matemàtiques, crec. Alguns potser pensen que les matemàtiques són una eina per fer la vida més complicada a la gent, però en realitat és exactament el contrari. Si algú alguna vegada intentés fer una suma o multiplicació amb números romans, veuria immediatament la gràcia d'haver après a l'escola els números aràbics. Això que donem per descomptat que a les matemàtiques tot funciona bé és gràcies a un procés digestiu intel·lectual de milers d'anys de durada i que té com a objectiu destil·lar les idees més simples d'entendre, alhora que poderoses. Aquest procés s'ha d'acabar aplicant també a la ciència de dades i a l'aprenentatge automàtic. L'única eina que tenim per fer comprensibles als humans les coses més complexes són les matemàtiques. Encara que tinguem uns supercomputadors que resolguin els problemes matemàtics, millor fins i tot que les persones, això no vol dir que realment entenguem què fan. Això afecta, com deies, qüestions amb implicacions ètiques: per exemple, decidir primes de risc en assegurances de salut o hipoteques. Sense entendre ni poder escrutar aquestes decisions en què cada cop més intervindran algorismes, podria passar que es faci servir la seva l'eficàcia en contra nostra. . .

**SX:** Crec que és molt difícil ser insensible en aquesta història perquè passa per primera vegada en tota l'evolució humana. D'alguna manera impacta en una de les coses més sagrades que hi ha hagut en la manera d'aprendre, tenir bons mestres, ser bons alumnes, no? I resulta que,

en aquest tema, tot i que filosòficament s'ha tractat des de Plató o des de Sòcrates, o des d'abans, no hi ha hagut fins ara, fins a aquest segle, un progrés que tingui tant d'impacte tecnològic, sociològic i econòmic. De fet, ja al segle passat, perquè quan ho miro bé, Turing va deSXifrar l'enigma usant intel·ligència artificial. També molta intel·ligència humana, però fent funcionar uns programes que realment li donaven el que a mà no podien calcular ni fer.

**JS:** Canviant una mica de tema i tornant a la covid-19. . . Tinc la impressió que als matemàtics, i més en general als acadèmics, científics, ens ha descol·locat una mica. . . La resposta que hem donat ha estat més aviat lenta. No sé si has tingut aquesta percepció?

**SX:** Jo crec que no ha estat lenta, el que ha estat potser és més prudent. Hi ha dues coses molt diferents; una és l'anàlisi estadística de l'epidèmia, i l'altra, els models, a veure què et donen. Aquí tenim gent molt bona, fins i tot al programa del FAQS van entrevistar, entre d'altres, l'Àlex Arenas, de la URV. En sap molt, i els models precisen prou per dir que s'ha de prendre una decisió ara, que si tardeu set dies serà molt més costós tot. I l'encerten, en això, és espectacular, però no és allà on la intel·ligència artificial té el millor camp per córrer. Allà on té un camp per córrer, i on s'està treballant, és en la química; per exemple, en el cas de l'anàlisi de l'ADN la intel·ligència artificial fa temps que hi treballa, i té resultats molt importants. Allò que en un laboratori necessitaria molta gent durant molt de temps, es pot replicar d'una manera molt ràpida i seleccionar per on es podria atacar la covid-19, d'una manera que sigui sostenible amb el temps, per evitar que, vencent-la ara, d'aquí a sis mesos hi hagi una mutació més greu.

**JS:** Sí, però a banda que especialistes en algorismes de predicció hagin pogut aplicar el seu coneixement, una part dels reptes eren simplement nous, no és que hi hagués algú ja treballant en això. . . Em pregunto si tenint perfils matemàtics més transversals, acostumats a escoltar quin és el problema i a fer algun model ràpid per mirar de donar-hi una resposta en poc temps, s'hauria pogut reaccionar abans. Moltes de les qüestions que han anat sortint, i moltes de les anàlisis que s'havien de fer al principi, les primeres setmanes, no necessitaven

grans matemàtiques, però calia fer-les ben fetes i treure'n conclusions ràpidament, no?

**SX:** A mi em fa l'efecte que, si s'han de mirar temes com el plantejat per a la covid, s'ha de mirar molt més endavant. La covid ara és una mena d'anècdota històrica: ha vingut una pandèmia, ens ha agafat en una certa situació, millor que en qualsevol altra època històrica, perquè sabem bastant dels virus, de com es multipliquen, què fan i se n'ha après a marxar forçades. Després, les vacunes s'estan accelerant i aniran molt ràpid, primer per la pressa que hi ha, però segon per les eines que hi ha de computació i simulació, no n'hi ha cap dubte, d'això. Ara bé, si mires deu anys endavant, vint anys endavant, i Déu ens lliuri que Trump no torni a guanyar les eleccions, aquestes eines hi seran i s'usaran, per bé i per mal. Per bé i per mal, veient com va la natura humana, n'estic pràcticament convençut.

**JS:** Ara estàs parlant de *data science*, oi?

**SX:** Estic parlant de si hem d'aplicar intel·ligència artificial, *data science* i d'altres en el tema de les pandèmies: com fer vacunes, com controlar-les millor, etc. Jo crec que s'ha de mirar en genèric, ja.

**JS:** Sí, estic d'acord que *data science* i pandèmies és un tema per al futur... Però jo em referia més aviat a si no seria interessant que alguns matemàtics destinessin una part del seu temps, per exemple un o dos mesos a l'any, a concentrar-se intensivament en problemes de fora del seu micro-camp, com potser passava en el passat. I em refereixo als matemàtics que fan investigació més pura, és a dir, no només els matemàtics aplicats que ja es dediquen a això. Es dona una mica la paradoxa que vivim en un món on hi ha més preguntes matemàtiques que mai, però, per com està muntat el sistema acadèmic, sembla que ens costi una mica de donar respostes amb agilitat.

**SX:** Ens va agafar molt desprevinguts, però jo crec que va ser una bona resposta de la SCM de fer el Math4COVID i les jornades de matemàtiques i covid.

**JS:** Sí, sí, això va ser una resposta...

**SX:** Quins recursos hi ha? Qui està disposat a què? Ho ha de canalitzar alguna institució.

**JS:** Evidentment. Després hi ha el tema de no malbaratar un gran actiu del qual encara gaudeix la comunitat acadèmica: una certa credibilitat. Els governs o certes companyies privades, com Google, aixequen sospites. La percepció de la societat crec que encara és que els acadèmics no els volen estafar, simplement volen entendre les coses. Això ens dona la responsabilitat de ser "certificadors" de coses. Per exemple, en aquest cas de la covid és importantíssim el seguiment de contactes, però sembla que costa que la gent es descarregui les aplicacions per fer-ho. Si s'aconseguís donar la confiança a la població que els algorismes criptogràfics funcionen bé, s'hauria acabat el problema. Sobretot si tothom confia que no utilitzaran les seves dades per a mals usos. Però en el món en què vivim, i segurament amb molta raó, no confiem prou en els governs per deixar-los entrar tant en la nostra privacitat. Aleshores potser el món acadèmic pot fer el paper de certificar que certs algorismes són segurs i són honestos, i que la població hi pot confiar. Fins i tot les universitats podrien guardar les dades, tan sensibles, i processar-les de manera curosa i segura fora de l'abast dels interessos privats i dels governs. L'aval del món acadèmic hauria de valdre com a certificació que allò està ben fet i que és intel·lectualment honest. En aquest sentit es podria haver opinat, no? El govern espanyol ha fet servir una aplicació que s'ha fet seguint el model de la tecnologia de rastreig desenvolupada a l'Escola Politècnica Federal de Lausana (EPFL). I des del punt de vista d'enginyeria és una ximpleria fer el seguiment de contactes amb les eines que donen Google, iPhone i Apple. La gran qüestió amb què s'han hagut de barallar és la privacitat, és a dir, qüestions de criptografia, i poca gent s'ha cregut que fos segur. Aquí no es tractava d'inventar res ni fer res sofisticat, sinó entendre-ho i sortir a explicar bé per què és segur.

**SX:** Creus que aquesta credibilitat del món acadèmic funciona diferent a Suïssa o a Catalunya?

**JS:** Jo crec que és bastant semblant. A Suïssa, institucions com les escoles politècniques federals, com l'EPFL o l'ETH, tenen un pes específic molt important i una gran credibilitat, jo diria, llevat potser en alguns sectors de la societat més desinformatats o més vulnerables,

que les perceben com a elitistes. Jo crec que això també passa a Barcelona; salvant algunes distàncies, el polític seria la UPC, i també hi ha la UB, la UAB... La gent coneix perfectament aquestes universitats i tenen credibilitat; diria que qualsevol opinió emesa conjuntament s'escolta, encara, però no sé si n'hi ha hagut gaires.

**SX:** Però dir que aquí la responsabilitat és només dels que han fet el programa jo crec que no és del tot correcte. Fa poc em vaig sumar a una sol·licitud al govern d'Espanya sobre aquesta aplicació que has esmentat, perquè fos de codi obert, que tothom el pogués inspeccionar, que pogués veure quin tractament fa de les dades, quin tractament fa de la seguretat. Com que es tracta d'un bé comú, un govern no pot prendre directament la decisió d'aplicar-ho per controlar. En aquest sentit, la credibilitat i la incidència del món acadèmic es mostra justament a exigir explicacions al govern de cara a la comunitat per tal que no es faci un mal ús de les eines. D'alguna manera, em va arribar des del BSC, on hi ha gent molt preocupada pel tema ètic, i l'ús de les dades i la privacitat.

**JS:** Però en una situació d'emergència, la població hem de poder confiar en algú. Els governs tenen els seus propis interessos i les seves pròpies agendes, però seria important poder separar més les veritats científiques, sobre la privadesa d'un algoritme, etc. de les sensibilitats polítiques. Ho he trobat a faltar una mica. A més, les coses han d'anar més ràpid. L'app a Suïssa es va llançar un mes i mig abans que a Espanya, que simplement l'havia de copiar i traduir. Si quan arriba el moment en què es tira endavant, no té la credibilitat i no se la descarrega un gruix de gent suficient, tot l'esforç no serveix per a res.

**SX:** Aquí a Catalunya es va posar una aplicació al principi, perquè semblava obvi que s'havia de copiar el que es feia a Corea del seguiment de la gent. Però no és el seguiment que s'havia de fer, amb les característiques que hauria de tenir una cosa com aquesta; els responsables polítics i sanitaris en aquell moment no van ser prou conscients de la gravetat del que podia venir, tot i les advertències de l'OMS. Potser podríem aplicar el que diu Angela Merkel quan li demanen per què cal gastar tant en

educació. Vaig sentir que la seva resposta era perquè la ignorància costa molt cara. Aquí en recerca podríem dir exactament el mateix: per què cal fomentar la recerca de base, la transversal, les fulles, tots els nivells? Perquè no fer-ho pot sortir molt car a la societat. Cada setmana m'arriba informació i dades sobre la covid. A Espanya està fatal, fas comparacions d'escala i et quedes atordit quan veus el que ha passat.

**SX:** M'agradaria, Joaquim, que m'expliquessis una mica el simposi de Medalles Fields que del 19 al 23 d'octubre, en homenatge a Figalli. L'obertura a càrrec de Cabré i vosaltres: tu, Joaquim, i en Xavier Ros al mig.

**JS:** Bé, són xerrades de persones col·laboradores d'en Figalli o que poden parlar de la seva investigació una mica per celebrar la seva Medalla Fields. Es toquen diversos temes relacionats amb la seva investigació. Hi ha molta presència de matemàtica catalana, ja que, dels 13 *speakers* d'arreu del món, 3 som catalans!

**JS:** També volia parlar sobre com veies el tema de la cultura general en matemàtiques. Cathy O'Neil, l'autora del llibre que mencionaves abans, ha dit en alguna entrevista alguna cosa com que a la gent no li cal saber matemàtiques per poder exigir respostes sobre què fan els algoritmes. Però crec que si se'n sap, millor. Es pot anar al banc a demanar una hipoteca sense saber què és l'interès simple o l'interès compost, però si ho saps, molt millor. Per entendre el món a l'era dels algoritmes i les dades, sembla que seran més necessàries que mai, les matemàtiques. D'altra banda, si algun dia es vol tenir alguna Medalla Fields potser s'ha de començar perquè no es perdi gent pel camí, perquè si cada any acabessin 50.000 estudiants nous molt forts en matemàtiques en lloc de 5.000 llavors potser la probabilitat de tenir algú que sobresurti augmentaria molt. A vegades tinc la sensació que no està prou reconegut el gran impacte i responsabilitat dels professors i mestres de matemàtiques. Molts cops em pregunto què passaria si tothom tingués la sort de tenir els mestres i professors de matemàtiques que a mi em van tocar? Em preocupa que sembla que cada cop menys els joves matemàtics es dediquen a la docència.

**SX:** Per complementar el discurs, la Montse, que és a la SCM, és conscient de la lluita perpètua de la societat amb el Departament d'Educació per tal que les matemàtiques i el professorat facin la funció que haurien de fer. Pel que fa al professorat de secundària, és més innovador probablement en aquest sentit que el d'universitat.

**JS:** Ja m'ho crec, ja.

**SX:** O sigui, veuràs abans intel·ligència artificial i algorismes a l'ensenyament secundari que no pas a les facultats de Matemàtiques.

**JS:** Segur. Però si al final tots els matemàtics van a fer Googles i companyia, a causa de la diferència d'incentius laborals, que no sigui que al final no hi hagi professors d'institut matemàtics.

**SX:** Quan es va posar en marxa el màster de formació del professorat, a la primera edició, dels 50 estudiants, saps quants matemàtics hi havia? Una persona. Després ha anat variant. La mala notícia és que n'hi ha que fan el màster perquè voldrien fer recerca i no hi ha places.

**JS:** Crec que és una notícia terrible i que per a les matemàtiques tenir professors d'institut és una qüestió estratègica. Potser es podria contactar amb professors d'institut joves matemàtics, físics, que comencen amb empena i preguntar-los: què podem fer? Com podem ajudar-vos?

**SX:** El camí més fàcil és amb humilitat anar a buscar la gent de secundària que està fent coses i aprendre'n. Podem aprendre'n moltíssim, d'ells, en particular en la docència no basada en pissarra, que a la universitat continua sent l'eina principal, sinó en projectes, basada en transversalitat, i aquí pots aprendre... Visita la gent del Museu de Matemàtiques de Catalunya, visita projectes en què col·laboren plegats professorat d'universitat i secundària, visita el màster de formació de professorat o ves un dia a fer una xerrada, que preguntin, i dialogueu; busca gent de secundària que hagi escrit llibres, que n'hi ha molts...

**JS:** És un tema que m'interessa molt i m'encantaria que em diguessin: "Mira, el que potser podries fer d'útil és això i això".

**SX:** No t'ho diran, això. Jo vaig ser catedràtic de Matemàtiques a l'Institut Balmes, del 1973

al 1977, i encara, en tornar dels Estats Units, un o dos anys més, com a professor. Si a mi m'haguessin dit doctors de la universitat "Volem posar-nos al teu servei", jo no sé què els hauria pogut dir. En canvi, potser haurien pogut venir a un nocturn del Balmes a veure com anava i veure què podien fer per millorar. Bé, si s'aconsegueix tenir una comunicació de confiança amb professorat de secundària en sortirà un benefici recíproc segur, però si el professorat d'universitat va com amb aires de superioritat, doncs no funciona.

**JS:** Potser hi ha una certa separació una mica artificial entre el món d'universitat i el món del professorat d'institut, ja que tots venim del mateix lloc i tenim els mateixos objectius. Per això jo deia de parlar amb els joves, perquè quan acabem la carrera tots som companys de la facultat. Si es comença a cultivar la relació entre gent que acaba la facultat, abans d'haver-se diferenciat professionalment, llavors potser seria més fàcil continuar la relació de forma fluida. Bé, això ho haurem de treballar, també, en aquest context de tanta importància de la matemàtica, per donar-hi rellevància social.

**SX:** El més important és el sistema global, que ha de funcionar com una orquestra, o sigui cadascú ha de tocar la seva tecla i col·laborar en la simfonia global. La SCM fa aquesta funció de canalitzar una mica una música que soni bé a tot arreu, i això inclou primària, secundària, universitat i els que surten de la universitat. S'han de tenir en compte totes les variables del sistema. Està molt bé haver posat aquests temes sobre la taula, i hi ha feina a fer. Voldria dir, també, que, en primer lloc, celebri moltíssim la bona marxa de la SCM i en particular de la revista *SCM/Notícies*, que crea caliu, crea identitat, crea afiliació, que és el que és una societat. I, en segon lloc, vull agrair aquesta oportunitat meravellosa d'aquesta conversa amb en Joaquim.

**JS:** Igualment; gràcies per convidar-nos.

**SX:** I, per tant, fer vots per tal que la societat continuï anant endavant amb empena, que sàpiga trobar reptes, que són molts, a tots els nivells de la gran simfonia, i que vagi aportant, diguem, catàlisi per anar-ho tirant endavant.

**JS:** Estic molt d'acord amb el Sebastià que la SCM pot tenir un paper molt decisiu per coordinar tots aquests esforços, convèncer a

tothom de remar en la mateixa direcció i aconseguir transmetre la importància de les matemàtiques en la nostra societat.

## La pregunta de la *SCM/Notícies*

### Com creus que ha influït la covid-19 en la teva percepció de la importància de les matemàtiques? i en la de la societat en general?

Aquests mesos, la covid-19 ha protagonitzat hores i més hores als mitjans de comunicació, més o menys acompanyada de dades i gràfiques que posaven en relleu el paper de les matemàtiques. Aquesta és la motivació d'aquesta doble pregunta, adreçada tant a persones que no treballen directament en matemàtiques com a investigadors i professorat de matemàtiques. La pregunta es va fer pública a les xarxes (via el Twitter @socmat) i es convidava obertament a respondre-la. A continuació es reproduïxen algunes de les respostes rebudes, de diverses procedències. Us animem a estar atents a les preguntes dels números següents.

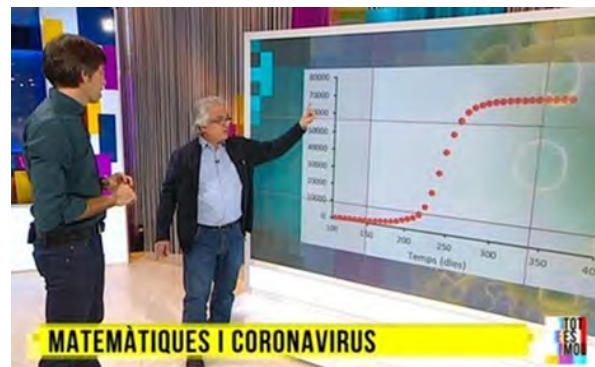
**Bonaventura Clotet, Oriol Mitjà i Martí Vall**

metges de l'Hospital Germans Trias i Pujol



Els models matemàtics han sigut una eina utilitzada en diversos àmbits de les malalties infeccioses amb aportacions imprescindibles d'experts en disciplines com les matemàtiques i la física. Potser fins ara, amb la covid-19, no se'ls havia reconegut la importància de salut pública que tenen. És evident que arreu aquests models es fan servir per monitorar i prendre decisions sobre la covid-19. Tot i això, potser només els que hi treballen més directament, com ara els epidemiòlegs, perceben la importància cabdal de les matemàtiques a l'hora d'afinar aquests models, considerant diverses assumpcions ajustades amb les eines matemàtiques més adequades.

La societat en general desconeixia l'ús dels models matemàtics en salut —amb prou feines es deu fer una idea de la complexitat matemàtica del models aplicats a la meteorologia, excepte



Pere Renom i Daniel López al programa Tot es Mou de TV3, el 18 de febrer 2020

quan hi ha un xàfec! Amb la covid-19, la societat ha conegut, de manera habitual, el que representa la taxa de reproducció, entre altres coses. Aquesta pandèmia/epidèmia (paraula potent amb la qual la societat viu en directe i entén l'impacte de les malalties transmissibles) podria ser una bona oportunitat per donar més rellevància a la importància de les matemàtiques en l'elaboració dels models.

**Grup BIOCUMSC**

Clara Prats, Daniel López i altres investigadors, UPC



Nosaltres som els membres de BIOCUM-SC, som biofísics (físics que treballem en biologia i medicina), i les matemàtiques ens acompanyen des d'adolescents. Gaudim amb les matemàtiques, gaudim de descobrir la bellesa de la natura a través de les matemàtiques. Estem convençuts que el segle XXI és el segle de les matemàtiques i la física aplicades a la biologia i la medicina.

La crisi de la covid-19 no ha canviat la nostra percepció de les matemàtiques, simplement l'ha consolidat.

Pel que fa a la societat, la covid-19 ha provocat molt de patiment i dificultats a molta població. Just això ha fet constatar la importància de la ciència. Probablement molta gent no és conscient de la importància que han tingut i tenen les matemàtiques per poder prendre decisions en una crisi com la que estem vivint. Malgrat tot, les matemàtiques han estat presents cada dia en la informació sobre la situació epidemiològica; és una oportunitat per a matemàtics, per a físics, per a enginyers. . . , d'aprofitar la situació per recordar la importància que tenen les matemàtiques i la gestió de la informació. En el context actual, alguns conceptes d'epidemiologia matemàtica es podrien introduir a les matemàtiques d'educació secundària.

### Quico Sallés

periodista a Elmon.cat, autor del llibre *Catalunya, zona zero*, crònica de la Catalunya confinada



Sense matemàtiques és impossible entendre la vida. La mostra d'això ha estat la pandèmia. Tot es pot quadrar en les matemàtiques, una ciència que, per avançar, tot el dia busca com falsejar-se a si mateixa. Els models predictius, els nombres, els percentatges o les variables han posat nom i cognom a la magnitud de la tragèdia. És més, el càlcul, la prospectiva i la simulació matemàtica han ajudat de manera clau a evitar que la tragèdia hagi estat encara més dura.

Les matemàtiques han estat una eina essencial perquè ens han donat un tresor: la informació. Un element clau per atacar i reduir el virus. Per afrontar amb més èxit els intents de frenar la voracitat de la covid-19. La informació i la prospectiva matemàtica han pogut esbossar escenaris per tal de preparar com contenir-los, adaptar-nos i controlar-los. Les matemàtiques han servit, com sempre fan, per facilitar-nos la vida. De fet, les matemàtiques són vida. Les xifres, el seu estudi, anàlisi i treball han estat bàsics per aturar la capacitat destructora del virus.

### Alicia Casals

presidenta de la Secció de Ciències i Tecnologia de l'Institut d'Estudis Catalans, IEC



La covid-19 m'ha fet visualitzar una altra aplicació de les matemàtiques que, tot i saber el potencial i la necessitat d'aquesta disciplina en l'estudi d'evolució de processos, no se m'havia plantejat com a factor tan clau en la gestió de la pandèmia com ha resultat ser. En el món de l'enginyeria, de l'economia, de la indústria, del tractament d'imatges i dades, del diagnòstic, de l'avaluació de resultats, de la predicció, de la robòtica, etc., les matemàtiques constitueixen una eina fonamental per generar coneixement, ja sigui per predir, per controlar, per quantificar, per visualitzar, etc. La covid-19 ens ha mostrat el seu potencial en moments crítics de gestió sanitària.

Per a molts, les matemàtiques són aquella matèria difícil a la qual d'entrada no es veu una aplicació concreta, a part dels càlculs elementals de la vida quotidiana i de càlculs per a grans projectes d'arquitectura o d'enginyeria que no s'aspiren a veure o a comprendre. La pandèmia ha posat de manifest el seu potencial i la varietat de dades que poden aportar perquè altres col·lectius, en aquest cas el sanitari i els gestors polítics, prenguin decisions. Els molts índexs emprats per veure l'evolució de la pandèmia —encara que segur que a tots en alguns moments se'ns ha escapat el significat d'una determinada corba evolucionant en el temps— han fet palesa la importància de les matemàtiques com a eina científica i la diversitat d'informació que el tractament de dades pot aportar. Això pot ser un incentiu per potenciar la ciència.

### Carme Cascante

directora BGSMath, matemàtica departament de Matemàtiques i Informàtica, UB



Com a matemàtica és obvi que, per a mi, les matemàtiques són importants.

La societat ha pogut copsar en els darrers mesos, un cop més, la importància de les ma-



temàtiques. Els models matemàtics obtinguts per experts de diferents països han estat posats a disposició dels governs per ser utilitzats en la presa de decisions que afecten fortament els ciutadans, com ara les restriccions de mobilitat, el distanciament social i la reducció d'activitats no essencials, amb l'objectiu de disminuir el creixement de la infecció i les seves greus conseqüències.

La sortida d'aquesta crisi requereix la col·laboració interdisciplinària, l'accés a dades acurades i fiables que permetin augmentar la fiabilitat dels models utilitzats i una bona comunicació entre els responsables polítics i els experts de la comunitat científica. Les decisions s'han de prendre seguint l'assessorament dels experts.

### **Fernando Blasco**

Dept. Matemàtica Aplicada  
Universitat Politècnica de  
Madrid, divulgador científic



Els models van posar de manifest que vindria una segona onada a l'octubre i ha arribat. Jo crec que les matemàtiques són fonamentals per poder intentar comprendre moltes coses del món que ens envolta i, en concret, en aquest cas. Hi ha equips que fa temps que fan un treball seriós en teoria de difusió de malalties, i ara han estat de molta utilitat. Lamentablement també s'ha donat una mala imatge per part de persones que, sense dades o amb models molt dolents, han volgut donar la seva opinió. Això va en contra de la bona tasca que s'ha fet.

En la percepció de la societat en general, doncs no ho sé... Cada vegada entenc menys la societat. És clar que hi ha molts negacionistes; aquests segur que no han vist els models matemàtics o no se'ls creuen. I d'altres que no són negacionistes però que tampoc es resignen a acatar el que diuen els models (i aquí hi incloc molts responsables de la gestió de la pandèmia). Vull pensar que la majoria de la població sí que valora la ciència. La medicina perquè és més directa, però també les matemàtiques. Terraplanistes, antivacunes, i homeòpates continuen sent aquí, i continuen fent soroll.

### **Xavier Cuadras**

director de l'IDESCAT  
Institut d'Estadística de Catalunya



Creo que des de l'Idescat no ens ha calgut la covid-19 per adonar-nos de la importància de les matemàtiques i la seva contribució a la resolució de molts problemes socials. Sempre n'hem estat ben conscients i, de fet, la nostra tasca en bona part està basada en l'aplicació de les matemàtiques per obtenir i processar informació estadística que després pugui ser útil per a la ciutadania del país i els seus representants polítics.

És possible que, a causa de la covid-19, alguns segments de la societat tinguin ara una percepció més acurada de la importància de les matemàtiques. De tota manera, la meua impressió és que és un segment molt minoritari i que, per tant, la feina que queda per fer en aquest camp encara és ingent.

### **Pura Fornals**

directora del MMACA, Museu  
de Matemàtiques de Catalunya,  
i professora de secundària



Els que ens dediquem a l'ensenyament, la divulgació, la investigació de les matemàtiques ja teníem molt clar que són imprescindibles per al bon desenvolupament de les nostres vides. Sense adonar-nos-en, estem fent servir matemàtiques, i fem matemàtiques, molts més cops dels que pensem. Això forma part de la seva màgia.

La societat, en general, té una imatge negativa de les matemàtiques per moltes raons: com les van aprendre, la seva complexitat... Però caldria destacar que el fet de no tenir Premi Nobel de Matemàtiques de ben segur que també ha fet que no siguin tan ben acceptades com altres disciplines. En aquests moments, amb la covid-19, la necessitat de les matemàtiques s'ha vist reflectida en els mitjans de comunicació, i això ha fet que la percepció cap a aquesta disciplina hagi millorat en general. També ha quedat palesa la seva importància i necessitat

per dur a terme previsions i modelitzacions que ens permeten avançar-nos a alguns esdeveniments. Esperem que també hagin despertat interès en els joves que volen estudiar a la universitat i encara no han decidit quin grau cursar-hi.

### **Iolanda Guevara**

Tècnica docent de matemàtiques, servei currículum d'ESO i batxillerat  
Departament d'Educació



Per la meua formació (licenciada en Matemàtiques per la UB, 1978) i per la meua professió (professora de matemàtiques a secundària des del curs 1978-1979, actualment tècnica del servei de currículum de l'ESO i el batxillerat) la importància de les matemàtiques la porto incorporada, tant en la meua formació com en la meua professió. Difondre aquesta importància i aconseguir que els nois i noies també la percebin així ha estat un dels meus reptes professionals. Un aspecte rellevant en aquest procés de fer descobrir les matemàtiques als joves que he tingut a classe durant més de quaranta anys ha estat presentar-los les matemàtiques en contextos de la vida real en situacions en les quals ells mateixos es puguin trobar a la vida present i futura. Per tal que siguin conscients que són una eina, una disciplina molt potent per entendre el món, per analitzar i resoldre situacions més o menys problemàtiques. En aquest nivell de percepció, la covid-19 es pot considerar un context real en el qual les matemàtiques han esdevingut cabdals per seguir tot el procés d'expansió de la pandèmia a tot el món. Matemàtics i estadístics són els que han treballat en equip amb altres especialistes científics i sanitaris per seguir i estudiar la covid-19.

Diria que la societat en general, a través dels mitjans de comunicació i les xarxes socials, de seguida s'ha adonat que tota la informació de la covid-19 que li arribava no era una notícia textual o amb imatges, sinó que des del primer moment anava acompanyada de nombres, gràfiques, percentatges, índex d'augment... És a dir, un cop més les matemàtiques eren a tot arreu. En aquesta situació, cap periodista, cap polític, cap persona influent ara s'ha atrevit a

dir que no entenia una informació perquè estava curulla de llenguatge matemàtic; al contrari, tots s'han esforçat per entendre o fer-se explicar què volien dir aquells nombres, com si fos la cosa més natural del món. També ha sortit a la llum la importància de les matemàtiques per fer i desenvolupar els models que han permès fer prospeccions i projeccions de l'evolució de la pandèmia. Les matemàtiques han ajudat molt, el que potser falta és més coneixement mèdic i sanitari del virus i de la seva evolució.

### **Montse Casals**

matemàtica, Universitat del País Basc, EHU, Ikerbasque  
Fundació Basca per a la Ciència



Ha influït de forma molt positiva.

M'ha sorprès el grau de precisió dels models a pesar de la gran quantitat de variables a tenir en compte.

Crec que la pandèmia ha posat en relleu la utilitat i la necessitat de les matemàtiques per prendre decisions difícils en el moment adequat per minimitzar l'impacte negatiu basades en les previsions dels models matemàtics. Els ciutadans han vist que en moments crítics la ciència en general ha estat un dels factors clau per afrontar la situació.

### **Rafel Barceló**

Personal docent secundària  
i universitat jubilat



Soc matemàtic didàctic, que diuen els francesos, i la meua percepció de la importància de les matemàtiques és el resultat de molts anys de formació, experiència, estudi i reflexió. No s'ha vist gaire modificada per aquest esdeveniment. En canvi sí que ha influït en la visió que tinc sobre la dinàmica social global.

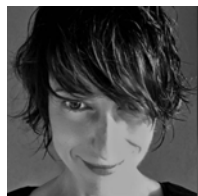
Les percepcions sobre el fenomen necessiten temps i maduració. La conversa sobre aquest tema és massa recent i encara han de passar coses. Crec que els opinadors, els mitjans i la població atribueixen a les opinions i arguments

que inclouen expressions o idees matemàtiques (nombres, mesures, percentatges, índexs, taules, gràfics, fórmules, paraules a les quals no poden donar significat) un valor d'auto-ritat, de veritat fonamentada en una mena de pensament màgic. El concepte de model, la modelització, les relacions entre model i realitat, són prou complexes.

L'esforç divulgatiu és encomiable i útil, almanco ajuda els professionals i divulgadors a entendre millor els conceptes implicats en la seva tasca, però no crec que produeixi cap revolució cultural. Associat a l'anterior, voldria advertir del perill del narcisisme de l'especialista que detecta que les seves opinions influeixen, són sobrevalorades, i ho fa servir per reforçar l'ego. Hem vist aquests mesos aportacions importants de grups on col·laboren matemàtics, estadístics, epidemiòlegs i professionals de la salut. En general, una excel·lent tasca, però també a vegades prediccions poc fonamentades, enquestes mal dissenyades, sense rigor estadístic, i opinions irrellevants sustentades en l'autoritat de la professió. Crec que s'ha d'anar alerta amb les sobreexposicions innecessàries i procurar no desvalorar el bon treball fet fins ara.

### Marta Gené

professora de matemàtiques a secundària, Escola Ramon Fuster, Fundació Collserola



La situació generada per la covid-19 ens ha permès treballar de manera molt competencial amb els nostres alumnes les funcions exponencials, treballant amb gràfics publicats a la web del Departament de Salut. També hem treballat l'estadística i els percentatges a partir de diferents publicacions, i, fins i tot, per donar sentit al factor de reproducció  $R$  aprofitant alguna entrevista a Oriol Mitjà.

La gran quantitat de dades sanitàries als serveis informatius com televisió, ràdio, Twitter, etc. han permès visualitzar dades numèriques, estadístiques i gràfics, tot un món matemàtic, i han ajudat la població a entendre millor la situació en la qual ens trobàvem, tot i que calia contrastar diferents mitjans per no caure en la manipulació.



### Jordi Cases

mestre d'educació primària a l'escola Rellinars

Una de les coses que m'han sorprès d'aquest temps de pandèmia ha estat la constatació de la importància dels models estadístics per predir la propagació i la velocitat de transmissió del virus de la covid-19. Cada vegada que als mitjans d'informació apareixien els professors universitaris Àlex Arenas o Clara Prats i ens explicaven el que podia passar, segons els models matemàtics, era realment un avançament del que realment acabava passant. El bany de realitat era tan absolut que les administracions sembla que finalment els van fer cas.

Un dels reptes matemàtics que vaig proposar als meus alumnes durant el confinament tenia a veure amb els números exponencials que anaven apareixent: si una persona pot contagiar-ne tres més durant un dia, quantes persones poden estar contagiades al llarg d'una setmana?

La crítica social que faig de la gestió de la pandèmia és que durant molts mesos no hi havia criteris iguals de comptatge de casos per a tots els territoris. Sense la utilització dels mateixos criteris numèrics i estadístics per a tot el territori europeu era (i és) molt difícil saber el nombre d'infectats, d'hospitalitzats i de defuncions per poder tenir una idea real de la magnitud de la pandèmia.



### Mireia Pi

formació de docents des del món editorial (Planeta)

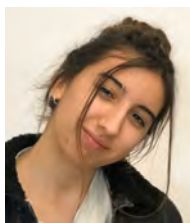
Considero que és una confirmació de la importància de les matemàtiques com una eina fonamental per conèixer què passa, fer progressions i prediccions que ajuden a actuar i prendre decisions més encertades i raonades.

Per molt que la societat en general no entenguem ben bé com, sí que hi ha aquesta sensació de la necessitat de la ciència, incloent-hi les

matemàtiques, com a eina fonamental de la societat.

### Mireia Majó

estudiant de 1r curs del grau en Matemàtica Computacional i Analítica de Dades, UAB



Recordo que, a causa de la pandèmia, el Mobile World Congress va ser un dels primers esdeveniments que es van cancel·lar. Davant d'aquesta polèmica, un professor de batxillerat ens va animar a calcular la probabilitat que hi hauria hagut que hi assistís algú infectat de covid-19. Com que disposàvem de molt poques dades, vam suposar que el nostre resultat tindria un gran marge d'error (ens vam adonar que, segurament, seria un percentatge més baix del real). Una vegada fet el càlcul, però, tothom va quedar sorprès (fins i tot el professor) de com d'alta era aquesta probabilitat, i vam entendre

el perquè d'aquella decisió que, d'entrada, podia semblar absurda.

Malgrat que durant aquests últims anys s'ha parlat molt sobre la gran quantitat d'aplicacions que té l'analítica de dades, mai abans no havíem viscut una situació d'interès tan generalitzat que ens permetés experimentar-ho amb tanta claredat. Fins ara, la visió sobre el tractament de la informació semblava tenir connotacions més aviat negatives, ja que s'acostumava a associar a finalitats comercials. La covid-19, però, ha fet que la gent comenci a percebre l'anàlisi de dades com una eina matemàtica que també pot ajudar la societat. Perquè, per a la majoria de persones, la gran quantitat d'estadístiques que se'ns han proporcionat han estat la part més tangible de les matemàtiques dins del context de la pandèmia. De totes maneres, cal ser conscients que, fins i tot en una situació tan específica com aquesta, les matemàtiques tenen un paper molt més ampli, i s'apliquen pràcticament a tots els àmbits de l'estudi d'aquest virus.

## Treballs destacats

### ROSER HOMS PONS

Tesi doctoral: *Colongitud de Gorenstein de  $k$ -àlgebres locals artinianes*, dirigida per Joan Elias Garcia, llegida el dia 24 de juliol del 2019, en el marc del programa de doctorat en Matemàtiques i Informàtica de la UB; roserhp@gmail.com.



Un dels articles més llegits d'àlgebra commutativa és *On the ubiquity of Gorenstein rings*, de Hyman Bass ([1]). Com apunta el seu títol, els anells de Gorenstein apareixen de manera natural en molts contextos. A la dècada dels 60, els treballs de Northcott i Rees en sistemes de paràmetres irreductibles i anells de Cohen-Macaulay, els de Rosenlicht i el mateix Gorenstein en corbes planes i interseccions completes, els de Grothendieck i Serre en dualitat i els de Bass en anells de dimensió finita anaven a parar al mateix lloc: la propietat de Gorenstein.

Avui en dia, els anells de Gorenstein són àmpliament utilitzats en àrees com àlgebra no commutativa, geometria aritmètica, combina-

tòria o teoria de nombres. Sense anar més lluny, un pas clau de la prova de Wiles de l'últim teorema de Fermat consisteix a entendre quan certs anells de Gorenstein són intersecció completa.

Citant Huneke a [2]: “Els anells regulars són els més bàsics d'entre els anells commutatius. Tanmateix, els anells de Gorenstein són els següents més bàsics i [...] hom pot aproximar anells commutatius locals arbitraris força a prop amb anells de Gorenstein”.

L'objectiu d'aquesta tesi doctoral és estudiar fins on ens podem apropar a un anell local qualsevol utilitzant anells de Gorenstein en el

cas zero-dimensional. La noció de colongitud de Gorenstein introduïda per Ananthnarayan a [3] ens permet parlar de la distància mínima d'un anell fixat a un anell de Gorenstein. Ens centrem en el càlcul efectiu de la colongitud de Gorenstein d'un anell donat i a determinar explícitament quins són els anells de Gorenstein que estan a distància mínima, anomenats cobertures Gorenstein minimal.

L'eina principal que fem és el sistema invers de Macaulay. D'una banda, ens permet caracteritzar les  $k$ -àlgebres amb baixa colongitud de Gorenstein i ampliar els resultats existents en termes de l'existència de certs ideals autoduals. D'altra banda, resulta imprescindible per definir i calcular la varietat de cobertures Gorenstein minimal via una generalització de l'algoritme d'integració per calcular sistemes inversos introduït per Mourrain a [4].

En codimensió 2, estenem la parametrizació de Conca i Valla a [5] per ideals de l'anell de

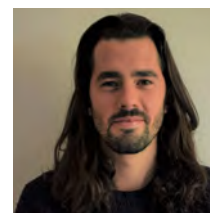
polinomis a l'anell de sèries. D'aquesta manera, obtenim un mètode per al càlcul de cobertures Gorenstein basat en l'estudi de matrius canòniques de Hilbert-Burch.

## Referències

- [1] H. Bass *On the ubiquity of Gorenstein rings*, Math. Z. **82** (1963), 8–28.
- [2] C. Huneke, *Hyman Bass and ubiquity: Gorenstein rings*, Contemp. Math. **243** (1999), 55–78.
- [3] H. Ananthnarayan, *The Gorenstein co-length of an Artinian local ring*, J. Algebra **320** (2008), num. 9, 3438–3446.
- [4] B. Mourrain, *Isolated points, duality and residues*, J. Pure Appl. Algebra, **117/118** (1996), 469–493.
- [5] A. Conca and G. Valla, *Canonical Hilbert-Burch matrices for ideals of  $k[x, y]$* , Michigan Math. J. **57** (2008), 157–172.

## PIETRO MIRAGLIO

Tesi doctoral: *Estimacions i rigidesa per solucions estables d'alguns problemes el·líptics no lineals*, dirigida per Xavier Cabré i Enrico Valdinoci, llegida el dia 28 de gener del 2020, en el marc del programa de doctorat en Matemàtica Aplicada de la UPC; miraglio.pietro@gmail.com.



Aquesta tesi està dedicada a l'estudi d'algunes EDPs el·líptiques, un tema ampli i clàssic de l'anàlisi matemàtica moderna. Les equacions d'aquest tipus s'han utilitzat àmpliament durant els últims segles per modelar una gran varietat de fenòmens que sorgeixen, per exemple, en física, química, biologia i finances. El treball es divideix en dues parts. La primera es refereix a una equació que involucra el  $p$ -Laplacià, que és un prototip d'operador el·líptic no lineal. La segona se centra en canvi en un problema no local que sorgeix en un model d'ones d'aigua.

En la primera part, estudiem la regularitat de solucions estables a una equació de reacció no lineal que involucra el  $p$ -Laplacià en un domini fitat. Per a la versió semilineal del problema, que involucra el Laplacià clàssic, s'ha demostrat molt recentment per Cabré, Figalli, Ros-Oton i Serra que les solucions estables són fitades, i per tant suaus, fins a la dimensió  $n = 9$ . Se sap que aquest resultat, que resol una conjectura de

llarga data, és òptim, a causa de contraexemples existents en dimensions superiors.

En el cas del  $p$ -Laplacià, es conjectura que la fitació de les solucions estables es manté en una dimensió crítica que depèn de  $p$ . Es coneixen exemples de solucions estables no fitades si la dimensió excedeix la crítica. A més, en el cas radial o sota fortes hipòtesis sobre la no linealitat, es demostra que les solucions estables són fitades en el rang de dimensió òptim. A la tesi, es demostra la fitació de les solucions estables sota una nova condició en  $n$  i  $p$ , que és òptima en el cas radial i més restrictiva en el general. Millora els resultats coneguts en el camp, i és el primer exemple, relatiu al  $p$ -Laplacià, d'una tècnica que proporciona tant un resultat en el cas no radial com el resultat òptim en el cas radial.

En aquesta primera part també investiguem desigualtats de Hardy-Sobolev sobre les hiper-

superfícies de l'espai euclidià, totes involucrant un terme de curvatura mitjana. La nostra motivació prové de diverses aplicacions d'aquestes desigualtats a l'estudi d'estimacions a priori per a solucions estables. Més concretament, donem una prova simplificada de la cèlebre desigualtat de Michael-Simon i Allard, obtenim dues noves formes de desigualtats de Hardy en hipersuperfícies i una desigualtat de Hardy millorada en el sentit de Poincaré.

La segona part de la tesi tracta, en canvi, d'un problema de Dirichlet a Neumann que sorgeix en un model d'ones d'aigua. El sistema es descriu mitjançant una equació de difusió en una banda d'altura fixa i que conté un pes que depèn d'un paràmetre  $a$  pertanyent a  $(-1, 1)$ . La part superior de la banda està dotada d'una condició nul·la de Neumann, mentre que en la part inferior tenim una dada de Dirichlet i una equació no lineal per la dada de Neumann. El sistema també es pot reformular com un problema no local per la dada de Dirichlet, definint un operador de Dirichlet a Neumann adequat. Primer, establim la simetria unidimensional d'algunes subclasses de solucions estables al problema, en dimensions  $n = 2, 3$ . La tècnica

que s'usa es basa en estimacions d'energia precises combinades amb un nou teorema de Liouville.

A més d'això, investiguem la naturalesa de l'operador de Dirichlet to Neumann associat al problema. En deduir la seva expressió com un operador de Fourier —que conté el paràmetre  $a$ — destaquem algunes similituds i diferències amb el Laplacà fraccionari, que és el prototip d'operador no local. El nostre operador és, de fet, no local, però no de tipus purament fraccionari. Per examinar més a fons aquest aspecte, proporcionem un resultat de  $\Gamma$ -convergència pel funcional d'energia associat a l'operador. Com a  $\Gamma$ -límit del funcional d'energia trobem una mera energia d'interacció quan  $a > 0$  i, en canvi, el perímetre clàssic quan  $a \leq 0$ . El llindar  $a = 0$  que obtenim, així com el comportament del  $\Gamma$ -límit “local” per a valors negatius o nuls de  $a$ , és comú a altres problemes no locals tractats en la literatura. Per contra, el funcional límit en l'altre cas sembla ser nou i estructuralment diferent d'altres funcionals energètics no locals que s'han investigat en la literatura.

MALLIKA ROY

Tesi doctoral: *Aspectes algebraics i algorítmics de  $\mathbb{Z}^m \times F_n$ : subgrups fixos i quantificació de la inèrcia*, dirigida per Enric Ventura Capell, llegida el dia 12 de febrer del 2020, en el marc del programa de doctorat en Matemàtica Aplicada de la UPC; mallikaroy75@gmail.com.



Aquesta tesi pertany al camp de la Teoria Geomètrica i Combinatòria de Grups, i estudia diversos aspectes de la família de grups  $\mathbb{Z}^m \times F_n$ , és a dir, els grups lliure-abelians per lliure. Aquesta família de grups és interessant pel fet que estàn de manera natural (i no trivial) els grups lliures, i és un primer pas cap a dues famílies molt més àmplies i sofisticades: els productes semidirectes de la forma  $\mathbb{Z}^m \rtimes_A F_n$  (on l'acció  $A$  vé donada per un conjunt de  $n$  matrius enteres,  $n \times n$ , i invertibles), i els grups parcialment commutatius, PC-grups (també anomenats grups d'Artin d'angle recte, RAAGs).

Useu arguments i tècniques combinatòries, de geometria en una dimensió (grafs), i algebrai-

ques per tractar amb els elements de  $\mathbb{Z}^m \times F_n$  i els seus subgrups. La metodologia principal del treball és l'ús intensiu dels grafs de Stallings per treballar amb el reticle de subgrups del grup lliure  $F_n$ , mentre que, per treballar amb la part abeliana són suficients les tècniques clàssiques d'àlgebra lineal. Els tres principals resultats de la tesi són els següents:

Malgrat ser contraintuïtiu a primera vista, en el reticle de subgrups d'un grup lliure el rang no és una funció monòtona respecte a la inclusió, és a dir,  $H \leq K \leq F_n$  no implica  $r(H) \leq r(K)$  (fins a l'extrem que  $F_\infty$  pot veure's fàcilment com un subgrup de  $F_2$ ). Aquest fenomen fa interessant definir i estudiar versions relaxades d'aquesta propietat de monotonicitat. Basats

en els conceptes de compressió i inèrcia de subgrups, introduïm els conceptes nous de *grau de compressió* i *grau d'inèrcia* d'un subgrup finitament generat  $H$  d'un grup donat  $G$ , en un intent de quantificar com de lluny és el subgrup  $H$  de ser comprimit o inert i, per tant, de satisfer la propietat esmentada de monotonicitat. En el cas de  $\mathbb{Z}^m \times F_n$ , demostrem que el grau de compressió és sempre algorímicament calculable, donem una fita superior per al grau d'inèrcia i relacionem ambdós graus amb els respectius graus de la projecció  $H\pi$  a la part lliure.

Els subgrups de punts fixos per automorfismes de grups lliures  $F_n$  estan força estudiats a la literatura. El resultat clàssic de Dyer–Scott deixa de ser cert més enllà dels grups lliures, i això inclou el cas  $\mathbb{Z}^m \times F_n$ , que confirma el fet que els subgrups de punts fixos a  $\mathbb{Z}^m \times F_n$  tenen un comportament més degenerat que en el cas del grup lliure. En aquest context, demostrem una versió relaxada d'aquest teorema, en l'esperit del celebrat teorema de Bestvina–

Handel: el rang del subgrup de punts fixos d'un automorfisme de  $\mathbb{Z}^m \times F_n$  d'ordre finit està fitat superiorment per una constant uniforme que depèn només de  $m$  i  $n$  (aquesta constant és  $n$  per al cas del grup lliure  $F_n$ ). També estudiem la noció dual, els estabilitzadors de subgrups, tot calculant-ne presentacions (programa de McCool) i donant un algorisme per a calcular la clausura auto-fixa d'un subgrup  $H$ .

A la tercera part de la tesi desenvolupem una variant de l'esquema clàssic de compartició de secrets aprofitant l'avantatge que els grups  $\mathbb{Z}^m \times F_n$  no satisfan la propietat de Howson, és a dir, contenen subgrups finitament generats la intersecció dels quals no ho és. Concretament, som capaços de dissenyar una col·lecció de  $k$  subgrups finitament generats  $H_1, \dots, H_k$  de  $\mathbb{Z}^m \times F_n$ , un per a repartir privadament a cadascun dels  $k$  jugadors, de manera que qualsevol intersecció d'una subcol·lecció no és finitament generada excepte la total  $S = H_1 \cap \dots \cap H_k$ , que prenem com a secret.

GLADSTON DUARTE FERREIRA

Tesi doctoral: *Sobre la dinàmica al voltant de punts colineals en el sistema Sol-Júpiter*, dirigida per Àngel Jorba Monte, llegida el dia 13 de febrer del 2020, en el marc del programa de doctorat en Matemàtiques i Informàtica de la UB; gladston@maia.ub.es.



Aquesta tesi té com a objectiu l'estudi quantitatiu del mecanisme de transició ràpida que explica algunes propietats de l'òrbita d'alguns objectes espacials, per exemple, el cometa 39P/Oterma, que serà l'objecte principal de l'estudi d'aquesta recerca. Si considerem que el Sol i Júpiter són les masses que més influeixen l'objecte, el mecanisme descriu una transició que farà que l'objecte passi d'una configuració en la qual es troba en una òrbita exterior a la de Júpiter a una d'interior o viceversa.

En el problema restringit de tres cossos es consideren tres cossos, dos dels quals, anomenats primaris, tenen massa positiva i les seves òrbites evolucionen segons les solucions del problema de dos cossos, és a dir, són cercles, el·lipses, paràboles o hipèrboles que tenen com a focus el centre de masses dels dos. El tercer

cos (el moviment del qual volem descriure) es considera que té massa zero i, per tant, no influeix el moviment dels primaris, però està sota la seva influència gravitacional. Estudiem els casos en els quals l'òrbita dels primaris sigui un cercle o una el·lipse i l'òrbita del tercer cos estigui al mateix pla del moviment dels primaris.

Procedint a l'estudi de l'esquelet del sistema, en el cas circular, discutim com calcular les òrbites periòdiques al voltant dels punts d'equilibri  $L_1$  i  $L_2$  de manera semianalítica, fent servir una eina coneguda com a formes normals, que també ens permet calcular una bona aproximació inicial per a les varietats invariants estables i inestables d'aquestes òrbites. S'inclou també el càlcul purament numèric d'aquests objectes amb la finalitat de generalitzar aquest proce-

diment al càlcul de tors i les seves varietats. En aquest últim cas, s'han representat els tors com una aproximació en sèrie de Fourier. De fet, es considera el difeomorfisme donat per la integració a temps d'un període de Júpiter i es calculen les corbes de la corresponent aplicació. Com que la inestabilitat dels tors és molt forta, considerem una representació en més d'una secció en la variable independent (i no només en una, com és comú) i la integració d'un període es divideix a trossos —aquest abordatge s'anomena tir paral·lel.

Finalment, localitzem Oterma en aquest context. Es detallen els canvis de variable de coordenades siderals a coordenades sinòdiques. Això permet llegir les coordenades d'Oterma i representar-les en coordenades sinòdiques. Aproximant les coordenades inicials i integrant el model pla i el·líptic, s'obté un indicatiu que aquest és un bon model per reproduir, almenys parcialment, la dinàmica d'Oterma. Podem així, aleshores, visualitzar Oterma dins de l'espai de fase i com interactua amb els objectes

invariants considerats. En particular, fent servir seccions en l'anomalia verdadera  $f$  i en la coordenada  $x$  ahora, és possible calcular tors invariants al voltant d' $L_1$  i d' $L_2$  tals que les seves varietats invariants són més properes a l'òrbita d'Oterma. Fent servir seccions adequades en  $f$  i en  $x$ , s'han aconseguit visualitzacions de les connexions heteroclíniques entre aquests tors propers a l'òrbita d'Oterma.

## Referències

- [Jor01] À. Jorba. *Numerical Computation of the Normal Behaviour of Invariant Curves of  $n$ -Dimensional Maps*. *Nonlinearity* **14** (2001) 943-976.
- [KLM+01] W. S. Koon, M. W. Lo, J. E. Marsden, S. D. Ross. *Resonance and Capture of Jupiter Comets*. *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy* **81**: 27-38, 2001.
- [Sze67] V. Szebehely. *Theory of Orbits. The Restricted Problem of Three Bodies*. Academic Press, New York, 1967.

JUAN PABLO ROBERTO MÁRQUEZ ARIAS

Tesi doctoral: *Una aproximació feble al drap Brownià complex i una aplicació a la equació estocàstica de la calor*, dirigida per Xavier Bardina Simorra i Lluís Quer i Sardanyons, llegida el dia 13 de febrer del 2020, en el marc del programa de doctorat en Matemàtiques de la UAB; juanpablo@ciencias.unam.mx.



Aquest treball es desenvolupa en l'àrea de la teoria de la probabilitat i dels processos estocàstics. Més concretament, en l'àrea de la convergència feble i en l'àrea de les equacions diferencials en derivades parcials estocàstiques. Considerem un procés de Lévy en el pla, també conegut com a drap de Lévy, i amb ell construïm una família de processos estocàstics que prenen valors complexos. Després demostrarem que aquesta família convergeix feblement, en l'espai de les funcions contínues, a un drap brownià complex. És a dir, tant la part real com la part imaginària són draps brownians i són independents.

Per obtenir aquest resultat primer demostrarem que la nostra família de processos és ajustada en l'espai de les funcions contínues. En segon lloc, demostrarem que les distribucions en dimensió finita convergeixen cap a una mesura de probabilitat, que resulta ser la llei d'un procés estocàstic complex les parts real i imaginària del qual són draps brownians independents. Finalment, apliquem aquest resultat per obtenir una família de processos que aproximem feblement la solució d'una equació de la calor estocàstica amb un soroll blanc additiu en temps i espai i un coeficient de deriva no lineal.



GUILLEM BLANCO

Tesi doctoral: *Polinomi de Bernstein-Sato de corbes planes i la conjectura de Yano*, dirigida per Maria Alberich-Carramiñana i Josep Àlvarez Montaner, llegida el dia 16 d'abril del 2020, en el marc del programa de doctorat en Matemàtica Aplicada de la UPC; (guillem.blanco@upc.edu).



El principal objectiu d'aquesta tesi és l'estudi del polinomi de Bernstein-Sato de singularitats de corbes planes. En aquest context, es demostra una conjectura proposada per Yano el 1982 sobre els  $b$ -exponents genèrics d'una corba plana irreductible.

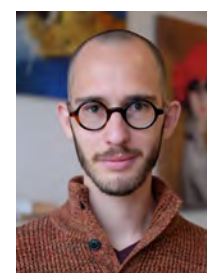
En una part d'aquesta tesi, s'estudia el polinomi de Bernstein-Sato utilitzant la continuació analítica de la funció zeta complexa d'una singularitat. S'obtenen diversos resultats sobre l'anul·lació i no anul·lació del residu de la funció zeta complexa d'una corba plana. Utilitzant aquests resultats, s'obté una demostració de la conjectura de Yano sota la hipòtesi que els valors propis de la monodromia siguin diferents dos a dos. En una altra part de la tesi, s'estudien els períodes d'integrals en la fibra de Milnor i la seva expansió asimptòtica. Aquesta expansió asimptòtica dels períodes pot ser relacionada amb els  $b$ -exponents i pot ser construïda en termes de la resolució de singularitats. Utilitzant aquestes tècniques, es presenta una prova del cas general de la conjectura de Yano.

A més a més del polinomi de Bernstein-Sato, també s'estudia el nombre de Tjurina mínim d'una corba plana irreductible i responem positivament a una pregunta formulada per Dimca i Greuel sobre el quocient entre els nombres de Milnor i Tjurina. Concretament, es demostra una fórmula pel nombre de Tjurina mínim en una classe d'equisingularitat de corbes planes irreductibles en termes de la seqüència de multiplicitats de la transformada estricta al llarg de la resolució minimal. A partir d'aquesta fórmula, s'obté la resposta positiva a la pregunta de Dimca i Greuel.

Aquesta tesi també conté resultats computacionals per a la teoria de singularitats en superfícies complexes llises. Primer, es descriu un algorisme que calcula la log-resolució d'ideals en una superfície complexa llisa. En segon lloc, es dona un algorisme per calcular generadors per a ideals complets en una superfície complexa llisa. Aquests algorismes tenen diverses aplicacions, com per exemple, en el càlcul d'ideals multiplicadors associats a un ideal en una superfície complexa llisa.

CHRISTOPH SPIEGEL

Tesi doctoral: *Estructures Additives i Probabilitat en Combinatòria*, dirigida per Juanjo Rué Perna i Oriol Serra Albo, llegida el dia 3 de juliol del 2020, en el marc del programa de doctorat en Matemàtica Aplicada de la UPC; christoph.spiegel@upc.edu.



La primera part de la tesi tracta la qüestió de sota quines circumstàncies se solen produir solucions a sistemes lineals d'equacions arbitràries en estructures additives. Les propietats que ens interessarà estudiar en aquesta part es relacionen amb les solucions dels sistemes d'equacions lineals. Una primera pregunta que

s'estudia es refereix al punt en què conjunts d'una mida determinada contindran normalment una solució. Establirem un llindar i estudiarem també la distribució del nombre de solucions en aquest llindar, tot demostrant que en certs casos aquesta distribució convergeix cap a una distribució de Poisson. El següent tema de

la tesi es relaciona amb el teorema de Van der Waerden, que afirma que cada coloració finita dels nombres enters conté una progressió aritmètica monocromàtica de longitud arbitrària. Aquest es considera el primer resultat en la teoria de Ramsey. Rado va generalitzar el resultat de Van der Waerden tot caracteritzant en aquells sistemes lineals les solucions de les quals satisfan una propietat similar i Szemerédi la va reforçar amb una versió de densitat del resultat. Centrarem la nostra atenció cap a versions del teorema de Rado i Szemerédi en conjunts aleatoris, ampliant els treballs anteriors de Friedgut, Rödl, Ruciński i Schacht en el cas dels primers i de Conlon, Gowers i Schacht perquè incloguin una gran varietat de sistemes i solucions. Finalment, Chvátal i Erdős van suggerir estudiar jocs posicionals del tipus Maker–Breaker. Aquests jocs tenen una connexió profunda amb la teoria de les estructures aleatòries i ens basarem en el treball de Bednarska i Łuczak per establir el llindar de la quantitat que necessitem per analitzar una gran varietat de jocs en favor del segon jugador. S’inclouen jocs en què el primer jugador vol ocupar una solució d’un sistema lineal d’equacions donat, generalitzant els jocs de Van der Waerden introduïts per Beck.

La segona part de la tesi tracta sobre el comportament extrem dels conjunts amb propietats additives interessants. Primer, considerarem els conjunts de Sidon, és a dir, conjunts d’enters amb diferències úniques quan es consideren parelles d’elements. Estudiarem una generalització dels conjunts de Sidons

proposats recentment per Kohayakawa, Lee, Moreira i Rödl, en què les diferències entre parelles no són només diferents, sinó que, en realitat, estan allunyades una certa proporció en relació amb l’element més gran. Obtindrem límits més baixos per a conjunts infinits que els obtinguts pels anteriors autors tot usant una construcció de conjunts de Sidon infinits deguda a Cilleruelo. Com a conseqüència d’aquests límits, obtindrem també el millor límit inferior actual per als conjunts de Sidon en conjunts infinits generats aleatòriament de nombres enters d’alta densitat. A continuació, un dels resultats centrals a la intersecció de la combinatòria i la teoria dels nombres és el teorema de Freiman–Ruzsa, que afirma que el conjunt suma d’un conjunt finit d’enters donats pot ser cobert de manera eficient per una progressió aritmètica generalitzada. En cas que el conjunt suma sigui de mida petita, existeixen descripcions estructurals més precises. Primer estudiarem els resultats que van més enllà del conegut teorema de Freiman  $3k-4$  en els enters. Llavors veurem una aplicació d’aquests resultats a conjunts de dobles petits en grups cíclics finits. Finalment, dirigirem l’atenció cap a conjunts amb funcions de representació gairebé constants. Erdős i Fuchs van establir que les funcions de representació de conjunts arbitraris d’enters no poden estar massa a prop de ser constants. Primer estendrem el resultat d’Erdős i Fuchs a funcions de representació ordenades. A continuació, abordarem una pregunta relacionada de Sárközy i Sós sobre la funció de representació ponderada.

VÍCTOR NAVAS PORTELLA

Tesi doctoral: *Modelització estadística dels observables d’allaus: criticalitat i universalitat*, dirigida per Álvaro Corral i Eduard Vives, llegida el dia 15 de juliol del 2020, en el marc del programa de doctorat en Matemàtiques i Informàtica de la UB; vnavas@crm.cat.



Els sistemes complexos es poden entendre com a entitats formades per un gran nombre d’elements en interacció on la seva resposta global i emergent no es pot derivar de les lleis particulars que caracteritzen cadascun dels seus constituents [1]. Els observables que caracteritzen

aquests sistemes es poden analitzar a diferents escales i, sovint, mostren propietats interessants tals com la manca d’escales característiques i autosimilitud. En aquest context, les funcions amb lleis de potència prenen un paper important en la descripció d’aquests observables. La

presència de lleis de potència s'assimila a la situació dels fenòmens crítics en equilibri, on algunes quantitats termodinàmiques mostren un comportament funcional similar prop d'un punt crític. Diferents sistemes complexos es poden agrupar en la mateixa classe d'universalitat quan les funcions de lleis de potència que caracteritzen els seus observables tenen els mateixos exponents [2].

Quan són conduïts externament, la resposta d'alguns sistemes complexos segueix el que s'anomena un procés d'allaus: una resposta col·lectiva del sistema caracteritzada per seguir una dinàmica intermitent, amb sobtats increments d'activitat separats per períodes de silenci. Aquesta mena de sistemes fora de l'equilibri es poden trobar en diferents disciplines tals com la sismologia, astrofísica, ecologia, epidemiologia o finances, per mencionar-ne alguns. Les allaus estan caracteritzades per un conjunt d'observables tals com la mida, l'energia o la durada. Quan aquests observables mostren una manca d'escales característiques, les seves distribucions de probabilitat es poden modelitzar estadísticament per distribucions de lleis de potència. S'anomenen allaus crítiques aquelles en què els observables es poden caracteritzar per aquestes distribucions. En aquest sentit, els conceptes de criticalitat i universalitat, que estan ben definits per fenòmens en equilibri, es poden estendre per les distribucions de probabilitat que descriuen els observables de les allaus en sistemes fora de l'equilibri [3]. L'objectiu principal d'aquesta tesi doctoral és proporcionar mètodes estadístics robusts per tal de caracteritzar la criticalitat i la universalitat en allaus corresponents a dades empíriques. A causa de les limitacions en l'adquisició de dades, les dades empíriques sovint cobreixen un rang petit d'observació, i això dificulta que es pugui

establir un determinat comportament en forma de llei de potència de manera inequívoca.

Amb l'objectiu de discutir els conceptes de criticalitat i universalitat en allaus, es consideraran dos sistemes diferents: els terratrèmols i els esdeveniments d'emissió acústica que es generen durant experiments de compressió de materials porosos al laboratori (*labquakes*) [4]. Les tècniques desenvolupades en aquesta tesi doctoral estan enfocades principalment a la distribució de la mida dels terratrèmols i *labquakes*, altrament coneguda com a llei de Gutenberg-Richter. No obstant això, aquests mètodes són molt més generals i es poden aplicar a qualsevol observable de les allaus.

S'ha provat que l'ús de tècniques estadístiques avançades en l'anàlisi de sistemes complexos és útil i necessari per tal d'aportar rigor als resultats empírics i, en particular, a problemes d'anàlisi de riscos.

## Referències

- [1] Anderson P.W. *More is different* Science **177** (1972), 393–396.
- [2] Stanley H.E. *Scaling, universality, and renormalization: Three pillars of modern critical phenomena* Rev. Mod. Phys. **71** (1999), 358–366.
- [3] Bak, P., Tang, C., and Wiesenfeld, K. *Self-organized criticality: An explanation of the  $1/f$  noise*. Phys. Rev. Lett., **59** (1987) 381–384.
- [4] Baró, J., Corral, A., Illa, X., Planes, A., Salje, E. K. H., Schranz, W., Soto-Parra, D. E., and Vives, E. *Statistical similarity between the compression of a porous material and earthquakes*. Phys. Rev. Lett. **110**(2013) 088702.

# Matemàtiques arreu i recursos

## Racó històric

### Maria Gaetana Agnesi (1718-1799): molt més que una corba

Mònica Blanco  
Universitat Politècnica de Catalunya

El 16 de maig del 2014 el *doodle* animat de Google commemorava el 296è aniversari del naixement de Maria Gaetana Agnesi.<sup>21</sup> El *doodle* mostrava un retrat d'Agnesi al centre de la generació animada de la corba cúbica coneguda popularment com “la bruixa d'Agnesi”. Aquesta corba ja havia estat estudiada anteriorment, però es va popularitzar gràcies a l'obra d'Agnesi *Instituzioni analitiche*, publicada el 1748. Tanmateix, es tracta d'una corba que porta un nom poc encertat; a més, com diu Findlen (2011, p. 285), no podem reduir el llegat d'Agnesi a una corba mal batejada.

#### El món de Maria Gaetana Agnesi

A la primera meitat del segle XVIII, Itàlia va viure un moviment catòlic reformista, al qual Mazzotti (2001) es refereix com la Il·lustració Catòlica. Aquest moviment plantejava una reforma del coneixement però dins del marc catòlic. Els il·lustrats catòlics apostaven per una pedagogia de les ciències modernes però sense transgredir els límits de la fe. Aquest grup consistia essencialment en religiosos amb un interès per les pràctiques científiques modernes. Així, la cultura científica moderna va ser promoguda dins del sistema de coneixement tradicional catòlic i principalment en llengua vernacla. Un dels principals bastions d'aquest moviment va ser Milà, on va néixer Maria Gaetana el 1718 (Figura 1), la primogènita d'Anna Brivia i Pietro Agnesi. Es considera

que va ser la primera dona que va publicar una obra matemàtica, *Instituzioni Analitiche ad uso della gioventú italiana* (1748). Al segle XVIII, les dones rarament es comprometien en qüestions científiques, tot i que, en aquest context reformista, les dones amb talent eren acceptades socialment. Si bé és cert que Truesdell (1989) atribuïa a aquest fet la popularitat d'Agnesi en el context matemàtic del segle XVIII, estudis més recents (Cupillari, 2007; Findlen, 2011; Mazzotti, 2001 i 2008; Minonzio, 2006) ofereixen un retrat més positiu de la vida i obra d'aquesta dona fascinant. Agnesi es pot entendre com un producte de la versió milanesa de la Il·lustració Catòlica abans esmentada.



Figura 1. Retrat de Maria Gaetana Agnesi, d'Ephraïm Conquy (1836). Font: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Agnesi/>

<sup>21</sup><https://www.google.com/doodles/maria-gaetana-agnesis-296th-birthday>

El pare de Maria Gaetana, amb una bona posició econòmica gràcies al comerç de la seda, va apostar per l'educació de la seva filla gran i, amb aquest propòsit, li va proporcionar professors-tutors, la majoria dels quals eren religiosos amb interès per la ciència moderna. Entre d'altres, el monjo benedictí olivetà Ramiro Rampinelli (1697–1759), que, com veurem, va tenir un paper important en la producció del llibre d'Agnesi. Als 14 anys, Maria Gaetana ja resolva problemes de geometria analítica i de balística. Als 17 va escriure un comentari crític del *Traité des sections coniques* de L'Hôpital, estudi de l'obra dirigit pel seu tutor comte Carlo Belloni, projecte no publicat. Per fer-li un lloc a la societat milanesa, el pare d'Agnesi va convertir el Palazzo Agnesi en un saló cultural, on Maria Gaetana discutia sobre qüestions científiques i filosòfiques en diverses llengües, davant d'erudits de primera línia. Els tòpics de les reunions eren la lògica, l'ontologia, la mecànica, la hidromecànica, l'elasticitat, la gravitació universal, l'òptica, la química, la botànica, la zoologia, la mineralogia i les recents expedicions dels membres de l'Académie des Sciences de Paris a Sud-amèrica i Lapònia per determinar la forma de la Terra, entre d'altres. De fet, el 1738, amb només 20 anys, Agnesi va publicar les *Propositiones philosophicae*, que recollien 191 qüestions defensades per ella en aquestes reunions, dedicat al comte Belloni. El seu biògraf, Anton Francesco Frisi (1734–1817), es refereix a ella com “l'oracolo settilingue” (Frisi, 1799, p. 13), en relació amb el fet que, amb 11 anys, dominava set llengües (llatí, grec, hebreu, francès, alemany, espanyol i italià).

Cap al 1740, Maria Gaetana decideix retirar-se de la vida social milanesa per dedicar-se a obres de caritat i a l'estudi de les matemàtiques. És justament aleshores, quan abandona les exhibicions públiques, que elabora el seu famós llibre matemàtic i estableix relacions amb els matemàtics italians més importants de l'època.

### Com va néixer *Instituzioni analitiche*?

Tot i estar dividida en diversos estats i ciutats estat, l'homogeneïtat religiosa caracteritza la Itàlia del segle XVIII, on la fe catòlica era

acceptada en tots els estats. A les institucions catòliques se'ls va confiar el sistema educatiu, en el qual s'ensenyaven les matemàtiques a un nivell elemental i tradicional, sense especialització (Bottazzini, 1994). Les acadèmies i les societats van ser més actives en la investigació matemàtica, en general, i en l'estudi del càlcul leibnizià, en particular, que no pas a les universitats. Fins i tot a les escoles militars s'impartien matemàtiques a un nivell més alt que a les universitats. El càlcul leibnizià no es va introduir a la Universitat de Pàdua fins trenta anys després de la publicació de l'article seminal de Leibniz *Nova methodus pro maximis et minimis* (1684). Però el càlcul ja havia estat estudiat, sobretot al nord d'Itàlia, per individus i grups, com Jacopo Riccati (167754) a Venècia, Giulio Fagnano (168766) a Senigallia i els germans Manfredi a Bolonya (Schubring, 2002).



Figura 2. Frontispici de les *Instituzioni analitiche*. Font: <http://dx.doi.org/10.3931/e-rara-8620>

En aquest context, Agnesi va emprendre l'elaboració d'una obra sistemàtica, orientada a l'ensenyament de l'anàlisi cartesiana i el càlcul infinitesimal, les *Instituzioni analitiche ad uso della gioventú italiana*, en dos volums (quatre llibres), que recullen els principis elementals per a l'ensenyament de l'anàlisi (Figura 2). El primer volum conté el llibre primer, que tracta l'anàlisi de les quantitats finites. Inclou la resolució d'equacions i problemes diversos, la construcció de *locus* i el càlcul de màxims, mínims, tangents, punts d'inflexió i retrocés fent servir l'anàlisi cartesiana. La resta de llibres, al volum segon, tracten sobre anàlisi infinitesimal. El llibre segon mostra els principis del càlcul diferencial leibnizià, mètode de les tangents,

mètode dels màxims i mínims, determinació de punts d'inflexió i de retrocés, determinació de l'evolució i el radi osculador. El llibre tercer està dedicat al càlcul integral. Presenta les regles d'integració de fórmules finites algèbriques, la integració mitjançant sèries i problemes com la rectificació d'una corba o la quadratura d'un espai. El darrer llibre, *Del mètode invers de les tangents*, versa sobre la teoria i la resolució d'equacions diferencials.

En el seu article del 1989, Truesdell lamentava que Agnesi no hagués inclòs la mecànica racional i la física experimental en les *Instituzioni analitiche*. En canvi, els estudis més recents de Mazzotti han mostrat que Agnesi considerava essencialment les matemàtiques i la geometria com una manera de descobrir certes veritats absolutament influïdes per la filosofia malebranchiana. No volia allunyar-se de l'anàlisi pura i la seva aplicació a la geometria. Per tant, va excloure deliberadament temes físics del seu treball i es va centrar en la geometria per preservar el marc tradicional del coneixement religiós i metafísic.

Després d'una magnífica dedicatòria a l'emperadriu Maria Teresa d'Àustria, que regnava a la Llombardia dels Habsburg, Agnesi adreça un text de presentació "al lector". En aquesta presentació, fa referència a tres figures clau en l'elaboració de la seva obra. Primer de tot, Agnesi agraeix al pare Ramiro Rampinelli el seu guiatge i direcció en l'elaboració de les *Instituzioni*. Rampinelli havia estat deixeble de Gabriele Manfredi (1687-1761) a la Universitat de Bolonya, on ensenyava càlcul. De fet, el 1707 Manfredi havia publicat una obra sobre equacions diferencials, *De constructione aequationum differentialium primi gradus*. Rampinelli, que era professor de matemàtiques a col·legis religiosos a Bolonya i Pavia, va arribar a Milà el 1740 i va començar a visitar el Palazzo Agnesi. A partir del 1747, i gràcies a les seves virtuts com a docent, va ocupar càtedra de Matemàtiques a la Universitat de Pavia (Roero, 2015). Rampinelli el va encoratjar a escriure les *Instituzioni* i, amb la seva ajuda, Agnesi va llegir l'*Analyse démontrée* de Reyneau (1708), que va ser la seva font d'inspiració més important. Està generalment establert que el treball d'Agnesi es basava en bona part en el de Reyneau, tot i que tampoc se'n pot considerar una simple

traducció (Blanco, 2008). Segons Agnesi, la intenció de Reyneau va ser elaborar un manual sistemàtic per a l'aprenentatge de les diferents branques de l'anàlisi (Agnesi, 1748, *Al lettore*, p. 2). De fet, aquesta serà la principal motivació d'Agnesi a l'hora d'elaborar i publicar una obra per sistematitzar l'anàlisi, per facilitar-ne l'aprenentatge.

Finalment, en relació amb el volum II, llibre sobre càlcul integral, Agnesi parla de la seva relació amb el comte Jacopo Riccati. A través de Rampinelli, Agnesi va establir correspondència amb Riccati, amb qui va mantenir debats sobre temes relacionats amb el càlcul en vista del seu treball prospectiu, majoritàriament de caràcter pedagògic (Roero, 2015). Riccati, que revisava les *Instituzioni* a mesura que Agnesi anava escrivint, va aprofitar per incloure algunes de les seves descobertes matemàtiques en el llibre d'Agnesi, com per exemple, el mètode per calcular logaritmes negatius, la discussió sobre equacions de tercer grau i el seu mètode de polinomis diferencials, una de les parts més complicades de les *Instituzioni*, segons Cupillari (2007, p. 284-285). Els fills de Riccati, Vincenzo i Giordano, també van col·laborar en l'edició de les *Instituzioni*, i d'Agnesi en destaquen l'intel·lecte, la claredat del llenguatge i la precisió dels seus mètodes.

Val la pena destacar tres fets en relació amb la gènesi de les *Instituzioni analitiche*. D'una banda, Agnesi va escriure la seva obra en italià, en lloc de llatí, per ajudar els joves italians, especialment els seus "germans més joves" (Agnesi, 1748, *Al lettore*, p. 4). De fet, dels seus tres matrimonis Pietro Agnesi havia tingut en total 21 fills i filles! Findlen (2011, p. 259) destaca la importància de la seva obra per crear el llenguatge del càlcul en italià, i de la seva manera de presentar el càlcul, influència sobre autors italians de manuals de matemàtiques. D'altra banda, la impressió de l'obra va ser privada. Agnesi va fer portar la premsa a casa del seu pare per supervisar personalment la producció i disseny del llibre per treballar-hi. En certa manera, l'obra d'Agnesi es podria considerar com un objecte de luxe: dos volums, 1.044 pàgines en total, en paper de bona qualitat, amb 311 figures en 59 làmines al final de cada volum. Aquest fet en podria, sens dubte, haver dificultat la difusió. Finalment,

al frontispici del llibre (Figura 2), sota el nom de l'autora, es llegeix “Dell' Accademia delle Scienze di Bologna”. El juny del 1748 Agnesi envia una versió “prepublicació” del volum I al president de l'Acadèmia de Ciències de Bolonya, el físic i químic Jacopo Bartolomeo Beccari (168766). Dues setmanes més tard, esdevé la quarta dona membre de l'Acadèmia. Laura Bassi (171778), havia estat la primera a rebre aquest reconeixement, figura que ha estat estudiada per Cavazza (1995) i Findlen (1993), entre d'altres.

### Més enllà d'Itàlia

Les *Instituzioni analitiche* van viatjar més enllà de Milà. Segons Frisi (1799, p. 57-58), Agnesi va enviar còpies de la seva obra a Roma, París i Londres. En particular, el papa Benet XIV (Prospero Lambertini, 174758), un dels papes més il·lustrats del segle XVIII, en va rebre una còpia. I com a reconeixement per la seva obra, va nomenar Agnesi lectora honorària de matemàtiques a la Universitat de Bolonya. Més enllà d'Itàlia, la bona acollida i els comentaris positius del papa Benet XIV van predisposar d'alguna manera els matemàtics francesos, segons Findlen (2011), a prendre's seriosament l'obra d'Agnesi. A l'Acadèmia de les Ciències de París, Jean-Jacques Dortous de Mairan (167771), successor de Fontenelle com a secretari permanent, i Étienne Mignot de Montigny (171782) van informar favorablement sobre les *Instituzioni* el 1749 davant els *académiciens* (Frisi 1799, p. 58-61). Montigny va lloar el treball d'Agnesi no només per la seva claredat i minuciositat, sinó també perquè reunia els mètodes i conclusions de diversos geòmetres. Anys més tard, el 1775, una comissió de l'Académie va decidir preparar un text elemental sobre càlcul, i va autoritzar Pierre Thomas Antelmy (173783) per traduir el segon volum d'Agnesi al francès, *Traité élémentaire de calcul différentiel et de calcul intégral*, amb afegits de Charles Bossut (173814). La ressenya de la versió francesa, publicada al *Journal des Sçavans* el febrer del 1776, en destacava la claredat i precisió amb què s'explicaven els principis, i proposava l'obra com a guia abans d'aprofundir en la hidrodinàmica i la mecànica. Aquesta visió va ser compartida per Joseph-Louis Lagrange (173813), que, en els seus *Principi di analisi sublime* (1759), recomanava

estudiar el llibre d'Agnesi abans d'atacar matèries superiors, pel seu estil i claredat.

Les *Instituzioni analitiche* arriben a Londres, tot i que en aquest cas sense cap elogi oficial per part de la Royal Society. Però un sector d'erudits devia considerar l'obra d'Agnesi valuosa, ja que John Colson (168760) va traduir-la a l'anglès, *Analytical institutions, in four books*, en notació fluxional. Val la pena recordar que Colson, professor lucasià de Matemàtiques a la Universitat de Cambridge, va publicar el 1736 la traducció anglesa del *Méthode de fluxions i sèries infinies* (1736) d'Isaac Newton (1642/727). Finalment va ser John Hellins (174821) qui va publicar la traducció de Colson pòstumament el 1801. Segons Hellins, Colson considerava l'obra d'Agnesi tan excel·lent que va decidir aprendre italià per traduir-la, perquè també se'n beneficiés la joventut britànica. A més, per fer-la més útil i comprensible a les dones del país, va endegar *The plan of the lady's system of analyticks*, per explicar cada apartat del llibre d'Agnesi, però va morir abans d'acabar el projecte. Sens dubte, el fet que Agnesi fos una dona també va contribuir a la seva fama, i a la circulació de la seva obra. De fet, el matemàtic Jean-Étienne Montucla (172799), després d'afirmar que *Instituzioni analitiche* era una de les millors obres d'anàlisi, afegia que els lectors quedarien sorpresos en comprovar com una persona del sexe femení (i, per tant, poc habituada a les ciències) podia assolir uns coneixements tan profunds d'anàlisi (Montucla, 1758, II, p. 155-156), opinió que, evidentment, s'ha d'entendre contextualitzada.

### La corba d'Agnesi

No és sobrer parlar una mica sobre la “famosa” corba. El capítol V del llibre I de les *Instituzioni* està dedicat a la construcció de llocs geomètrics, de grau superior a 2. I, en particular, Agnesi presenta la construcció de la corba cúbica que s'associa al seu nom (Agnesi, 1748, I, §238). Donat el semicercle  $ADC$  de diàmetre  $AC$  (Figura 3), cal trobar el lloc geomètric dels punts  $M$ , exteriors, tal que, traçada  $MB$  perpendicular al diàmetre  $AC$ , que talla el cercle en  $D$ , es compleix (en notació moderna):

$$\frac{AB}{BD} = \frac{AC}{BM}.$$

Agnesi pren  $x$  sobre l'eix vertical i  $y$  sobre l'eix horitzontal i anomena:  $AC = a$ ,  $AB = x$ ,  $BM = y$  (Figura 4). Aleshores, aplicant la propietat del cercle i la condició del problema, arriba a l'equació del lloc geomètric buscat:

$$y = \frac{a\sqrt{a-x}}{\sqrt{x}}$$

És fàcil veure que aquesta expressió també la podríem reescriure com:

$$x = \frac{a^3}{y^2 + a^2}$$

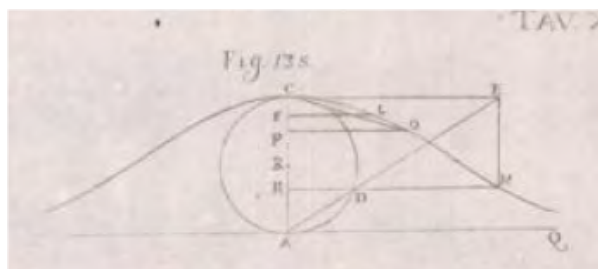


Figura 3. Figura de la versiera del llibre I de les *Instituzioni analitiche*

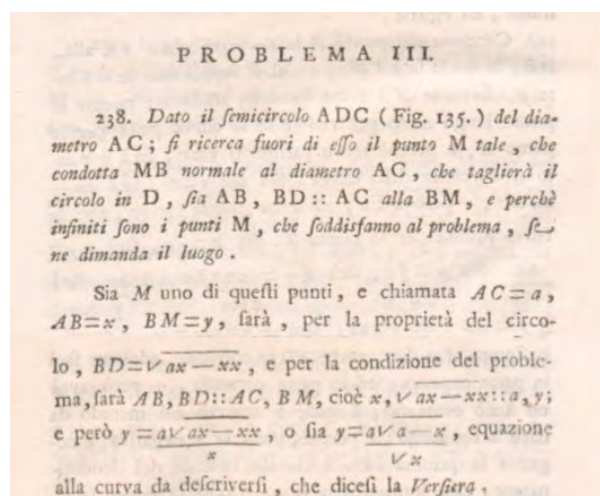


Figura 4. Construcció de la versiera segons les *Instituzioni analitiche*

Abans de passar a estudiar-la, Agnesi es refereix a aquesta corba com la *versiera*. Ja havia estat estudiada per Pierre de Fermat (160665), que va determinar la seva quadratura al voltant del 1659 (Pla et al. 2011, p. 12-13). Newton també la va quadrar al seu *Mètode de fluxions i sèries infinites*, escrit el 1671 però no publicat fins al 1736 per Colson, com hem vist abans (Edwards,

1979, p. 215 i 216). A partir de les seves taules de quadratures, Newton determina que l'àrea és el doble de l'àrea d'un cert sector circular, que, de fet, podem relacionar amb l'arctangent. És Guido Grandi (167742) qui la batejarà com a *versiera* el 1718 al *Trattato del Galileo del moto naturalmente accelerato*, en relació amb el *versinus* (Loria, 1930, p. 93-99; Mulcrone 1957), tot i haver presentat la construcció de la corba a la seva obra *Quadratura circuli et hyperbolae per infinita hyperbolae & parabolae geometricè exhibita* (1703). Però a causa de la traducció anglesa de Colson de les *Instituzioni*, el nom d'Agnesi s'associa a la corba “vulgarly called the Witch” (Colson, 1801, I, p. 222) o “commonly called the Witch” (Colson, 1801, II, p. 79), la qual cosa sembla indicar que ja s'utilitzava aquest nom abans de la traducció de Colson. D'on prové, doncs, aquesta associació? Segons Mulcrone (1957), el terme *versiera* (del llatí *versoria*) prové del llatí *vertere*, que pot traduir-se com ‘girar’ o ‘canviar’. Amb el temps, al llatí literari de l'edat mitjana, el mot *versiera* va adoptar el significat, tot i que rarament utilitzat, de “dona contrària a Déu”, i d'aquí la seva acceptió com a *bruixa*. Actualment es tendeix a abandonar l'ús de la “bruixa d'Agnesi”, i s'adopta el nom de “corba d'Agnesi”.

Tornant a la construcció de la corba a les *Instituzioni*, al llibre I Agnesi determina les seves característiques (concauitat-convexitat, punts d'inflexió, asímptota, vèrtex) de forma geomètrica. Més endavant, seguint el càlcul de Leibniz, al capítol IV del llibre II, aplica el càlcul diferencial per determinar els punts de flexió contrària, i de retrocés, que ara anomenem punts d'inflexió i cúspides. Quan l'abscissa creix, si  $dy$  decreix fins al punt d'inflexió o de retrocés, a partir del qual creix (o, el que és el mateix, si la corba primer és còncaua i després convexa),  $dy$  ha de ser mínim. Per tant,  $ddy$  serà zero o infinit (Agnesi 1748, II, §94). Si, al contrari, primer la corba és convexa i després passa a ser còncaua, aleshores  $dy$  ha de ser màxim i  $ddy$  serà zero o infinit, com abans. A l'exemple II (Agnesi 1748, II, §100) determina els punts d'inflexió de la versiera, i diferencia la seva equació dos cops (Figura 5):

$$ddy = \frac{3a^3 dx^2 - 4a^2 x dx^2}{4x \cdot (ax - x^2)^{3/2}}$$



Per arribar a aquesta expressió, veiem que Agnesi indica que pren  $dx$  constant. En l'enfocament leibnizià del càlcul diferencial, per determinar les diferències d'ordre superior d'una expressió calia especificar quina variable es considerava amb diferència constant (Bos, 1974). A l'obra *Institutiones calculi differentialis* (1755), Leonhard Euler (170783) basa el càlcul diferencial en el coeficient diferencial i en el concepte de funció d'una variable independent (que havia desenvolupat en la seva introducció a la teoria de funcions del 1748), per evitar d'aquesta manera la indeterminació de la diferenciació d'ordre superior.

Per determinar els punts d'inflexió, Agnesi primer considera el cas  $ddy = 0$  i, per tant, estudia quan el numerador s'anul·la, d'on obté un punt d'inflexió quan  $x = 3/4 a$ , com ja havia justificat abans de manera geomètrica. El cas  $ddy = \infty$  es produeix quan el denominador s'anul·la, per tant quan  $x = 0$  o quan  $x = a$ , però en cap d'aquests dos casos la corba no presenta ni punt d'inflexió ni cúspide.

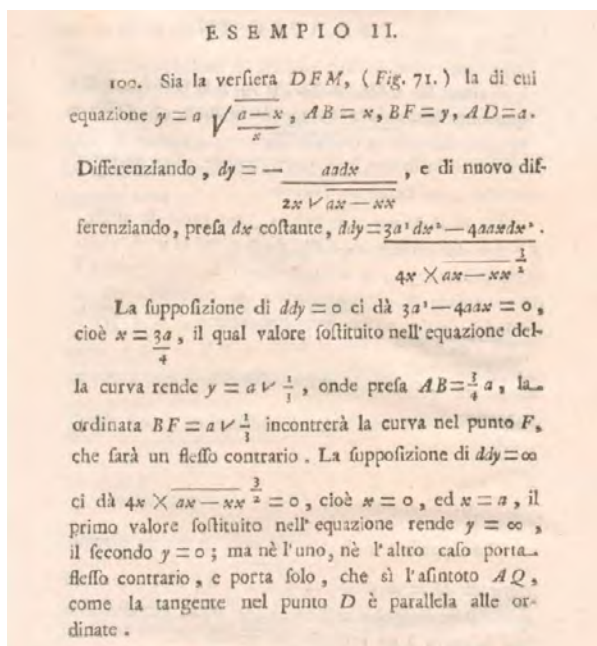


Figura 5. Determinació dels punts d'inflexió de la versiera a Agnesi (1748, II, §100)

I per tancar aquesta secció, una reflexió sobre la traducció de Colson. A la Figura 6 podem veure que la diferència  $dy$  Colson l'escriu com la fluxió d' $y$ ,  $\dot{y}$ , i la diferència segona  $ddy$ , com la fluxió segona de  $y$ ,  $\ddot{y}$ . És a dir, Colson reescriu les *Instituzioni* en termes fluxionaris,

propis del mètode de Newton. Al començament del llibre II Agnesi defineix *diferència*, o *fluxió*, com qualsevol porció infinitament petita d'una quantitat variable (Agnesi, 1748, II, §3). Aquesta confusió entre *diferència* i *fluxió* no era inusual a l'època, com podem comprovar a l'obra de càlcul diferencial d'Euler abans esmentada, per exemple. Així, no és estrany que, en la seva traducció, Colson, a més de la traducció de l'italià a l'anglès, també substituís les "diferències de Leibniz" per les "fluxions de Newton".

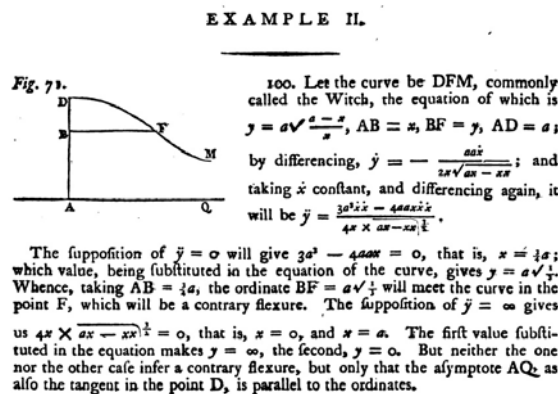


Figura 6. Determinació dels punts d'inflexió de la versiera a Colson (1801, II, p. 79)

## Vida després de les Instituzioni

A partir del 1752, després de la mort del seu pare, Maria Gaetana es retira de la vida científica per tenir cura dels seus germans i educar-los, especialment el més jove, Giuseppe, i per dedicar-se a actes de caritat envers els pobres i malalts de Milà. Ha completat el seu cicle com a filòsofa i matemàtica, és hora de viure la seva nova vocació, una vida exemplar cristiana. El 1771 comença a dirigir la secció de dones pobres de l'hospital Pio Albergo Trivulzio, on viurà a partir del 1783. Els darrers cinc anys de la seva vida ella mateixa acabarà essent una pacient de l'hospital, on morirà el gener del 1799. El maig del mateix any, Frisi, amic de la família Agnesi, amb accés als arxius de la família, completa la seva biografia commemorativa *Elogio Storico di D<sup>a</sup> Maria Gaetana Agnesi*. Les diferents facetes d'Agnesi (matemàtica, filosòfica, pedagògica, religiosa) han fomentat l'aparició de múltiples biografies i estudis sobre la seva figura, al llarg dels segles i fins a l'actualitat. Resulta evident que Maria Gaetana Agnesi va representar molt més que el nom d'una corba.

## Un tastet de topologia algebraica

Laura Brustenga i Moncusí (UCPH) i Martí Prats Soler (Aalto Yliopisto - UAB)

Un dels temes clàssics de les matemàtiques aplicades a ciències socials del batxillerat és la programació lineal, és a dir, l'optimització de funcions lineals sobre conjunts delimitats per un conjunt finit d'hiperplans. En particular, el domini on busquem el màxim és un políedre convex i pot ser descrit com el conjunt de solucions d'un nombre finit d'inequacions lineals. Els políedres són els objectes de treball del programa que avui volem visitar: el `polymake`.

No dubteu a fer-nos arribar les vostres suggerències a `brust@mat.uab.cat` o a `mprats@mat.uab.cat`.

\*

**Polymake** El `polymake` és un programa de codi lliure enfocat a la recerca en geometria de políedres. Va ser desenvolupat des del 1997 al grup de geometria discreta de la Universitat Tècnica de Berlín per Ewgenij Gawrilow i Michael Joswig.

El programa està format per diverses aplicacions destinades a treballar determinats objectes matemàtics: `fan`, `fulton`, `graph`, `group`, `matroid`, `polytope`, `topaz` i `tropical`.

Aquest software incorpora `polymake-perl`, una extensió del llenguatge de programació `Perl`, que es fa servir tant per fer córrer el programa interactivament com per escriure *scripts*.

\*

**Polytope** L'aplicació per defecte és `polytope`, que està enfocada a treballar amb polítops. Per polítop entenem l'envolupant convexa d'un conjunt finit de punts. Es tracta, doncs, d'un políedre convex i acotat, delimitat per hiperplans. Els objectes es poden crear a través d'una col·lecció de punts o d'una llista de semiespais.

```
1 $p1 = new Polytope(POINTS => [[1,-1,-1], [1,1,-1],
    [1,-1,1], [1,1,1], [1,0,0]]);
2 $p2 = new Polytope(INEQUALITIES => [[0,1,0,0],
    [0,0,1,0], [0,0,0,1], [1,-1,-1,-1]]);
```

Ens fixem que en el primer polítop, definit a partir de punts, cal usar coordenades homogè-

nies. Es tracta doncs, en aquest cas, d'una llista de cinc punts del pla:  $(-1, -1)$ ,  $(1, -1)$ ,  $(-1, 1)$ ,  $(1, 1)$  i  $(0, 0)$ . Hem definit el quadrat de costat 2 centrat a l'origen. El darrer punt és redundant i no aporta res a la definició:

```
1 print $p1->VERTICES;
2 1 -1 -1
3 1 1 -1
4 1 -1 1
5 1 1 1
```

En el segon cas, la llista de valors de cada desigualtat comença pel terme independent i després els coeficients de cada coordenada de la desigualtat  $b + \sum_{j \leq n} a_j x_j \geq 0$ .

```
1 print_constraints($p2->INEQUALITIES);
2 0: x1 >= 0
3 1: x2 >= 0
4 2: x3 >= 0
5 3: -x1 - x2 - x3 >= -1
```

Es tracta, doncs, d'un símplex tridimensional.

També podem cridar polítops "famosos" des de la biblioteca. Per exemple, un hipercub es pot crear mitjançant `cube(4)`. Els sòlids platònics, arquimedians, de Catalan o de Johnson estan incorporats al programa. Per exemple, la girobirotonda pentagonal allargada o 43è sòlid de Johnson es pot obtenir així:

```
1 $p3=johnson_solid(43);
```

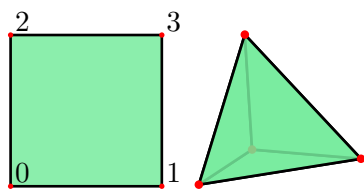
Com insinuàvem a la introducció, una de les aplicacions de `polymake` és la programació lineal. Així, per trobar  $\max\{2x_1 - 3x_2 + x_3 : x \in p2\}$ , podem fer els següents passos:

```
1 $Lp = new LinearProgram(LINEAR_OBJECTIVE
    =>[0,2,-3,1]);
2 $program = new Polytope($p2, LP=>$Lp);
3 print $program->LP->MAXIMAL_VALUE;
4 print $program->LP->MAXIMAL_VERTEX;
```

(vegeu [1, Part I, Chapter IV]).

**Polymake** permet fer representacions interactives dels polítops o bé exportar a `TikZ` per als que escriuen amb  $\LaTeX$ .

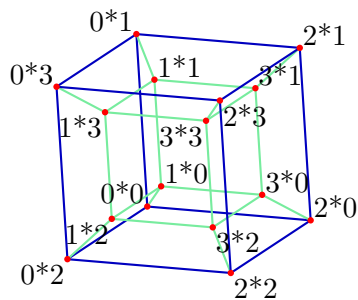
```
1 $p1->VISUAL;
2 tikz($p2->VISUAL(VertexLabels=>"hidden"), File=>"/
    imatges_N47/simplex.tikz");
```



Representació del quadrat i el símplex

També podem crear un diagrama de Schegel manipulable per a polítops de quatre dimensions:

```
1 product($p1,$p1)->VISUAL;
```



Representació de l'hipercub resultant de multiplicar el quadrat per si mateix.

Per dimensions arbitràries podem crear el diagrama de Hasse, que mostra la incidència de les cares de dimensió  $j$  amb les de dimensió  $j \pm 1$  per  $-1 < j < n$ , on  $n$  és la dimensió del polítop.

```
1 $p1->VISUAL_FACE_LATTICE();
2 product($p1,$p2)->VISUAL_FACE_LATTICE(
  PointLabels=> [""]);
```

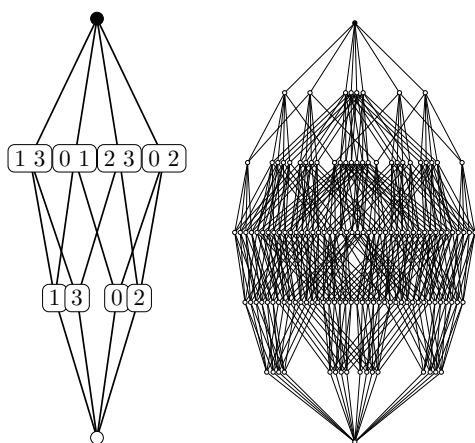


Diagrama de Hasse del quadrat i del producte del quadrat pel símplex de tres dimensions

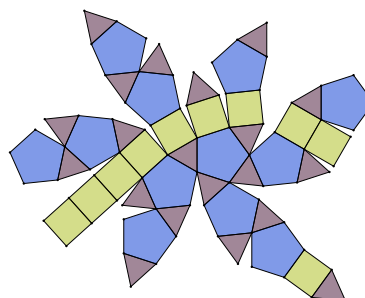
\*

Fan Un complex poliedral on tots els políedres són cons s'anomena en anglès *fan* (ventall).

<sup>22</sup><https://matchthenet.de/>

L'aplicació **fan**, entre moltes altres coses, conté codi per extreure desenvolupaments plans dels polítops. A continuació mostrem com dibuixar el desenvolupament de la girobirotanda pentagonal allargada de manera que el color de la cara depengui del nombre d'arestes que té:

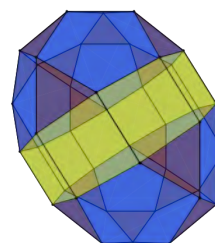
```
1 application('fan');
2 $net=planar_net($p3);
3 @colors=(' #441032', '#AABB15', '#0035D1');
4 $net->VISUAL(VertexLabels=>"hidden",VertexColor=>"
  black",FacetTransparency=>0.5,FacetColor=>sub {
  $colors[$net->MAXIMAL_POLYTOPES->[shift
  ]->size-3] });
```



Desenvolupament pla de la girobirotanda pentagonal allargada

Finalment, podem dibuixar el políedre amb el mateix codi de colors:

```
1 $p3->VISUAL(VertexLabels=>"hidden",VertexColor=>"
  black",FacetTransparency=>0.5,FacetColor=>sub {
  $colors[$net->MAXIMAL_POLYTOPES->[shift
  ]->size-3] });
```



Girobirotanda pentagonal allargada

Si us agrada jugar amb desenvolupaments plans, un equip de polymake ha creat una web per practicar amb la seva identificació.<sup>22</sup>

\*

Topaz

En triangular una varietat s'obté un complex simplicial.

```
1 application('topaz');
2 $cb = polytope::cube(2);
3 $tcb = $cb->TRIANGULATION;
```

Topaz permet calcular els grups d'homologia i cohomologia d'aquests i, més en general, de qualsevol complex.

Els complexos es representen de forma abstracta on cada símplex és un conjunt de vèrtexs numerats. Per exemple, un cilindre o una cinta de Möbius es donen com

```
1 $ci = new SimplicialComplex(INPUT_FACES=>
2 [[1,2,3],[1,3,4],[3,4,5],[4,5,6],[5,6,2],[6,2,1]]);
3 $mo = new SimplicialComplex(INPUT_FACES=>
4 [[1,2,3],[1,3,4],[3,4,5],[4,5,6],[5,6,1],[6,1,2]]);
```

Podem veure que homològicament són equivalents, però difereixen del cub o l'ampolla de Klein:

```
1 print $ci->HOMOLOGY;
2 print $mo->HOMOLOGY;
3 print $tcb->HOMOLOGY;
4 print klein_bottle()->HOMOLOGY;
```

Les opcions de visualització depenen de la dimensió, com en el cas dels polítops.

```
1 $cb->VISUAL;
2 $mo->VISUAL;
3 $tcb->VISUAL_FACE_LATTICE;
```

\*

**Precaucions** En instal·lar el programa, cal estar alerta, ja que no és tan robust com, per exemple, el **GeoGebra**. El segon autor ha tingut nombrosos problemes per fer la instal·lació automàtica en un portàtil Mac, problemes que s'han resolt en seguir les instruccions per fer la compilació pas a pas que es poden trobar al lloc web del programa, on, per cert, el lector pot trobar uns tutorials molt pràctics per aprendre a fer funcionar aquest programari.

## Referències

- [1] Michael Joswig and Thorsten Theobald, "Polyhedral and Algebraic Methods in Computational Geometry". Springer, 2013.

# Matemàtiques i empresa

## Quin és l'efecte d'una nova pàgina web sobre els nostres usuaris?

Maria Esteller (Estudiant de doctorat UPC-Seat), Aleix Ruiz de Villa (consultor Data Science), Diego Villuendas (CRM & Global Head of Data, Analytics, Seat)

En aquest número de la revista *SCM/Notícies* parlarem d'una petita col·laboració entre la Societat Catalana de Matemàtiques i la Seat. Es tracta de mostrar un tipus de problemes que poden sortir sovint en el món empresarial.

Bona part de la nova onada d'anàlisi de dades es deu al fet que en el món digital hi ha un gran volum i varietat de dades que permeten a les empreses prendre decisions de manera més informada. Això va donar peu a un optimisme inicial que va fer que les empreses s'animessin a treure estadístiques de molts tipus i d'una manera continuada. Semblava que calcular mitjanes i valors agregats no havia de ser tan difícil, no? Per sort per als matemàtics i estadístics, això no és tan senzill. La realitat és que les dades no parlen per si mateixes, i que moltes vegades plantegen tot un seguit de trampes (a través de biaixos, dades que falten i efectes de

la incertesa) que fàcilment fan confondre els modelitzadors.

Parlarem d'un problema tan senzill com si una empresa desenvolupa una nova pàgina web, com es pot saber si la nova pàgina funciona millor o pitjor que l'antiga. En aquest cas, la Seat té una pàgina global, **seat.com**, i pàgines diferents per a cada país. El març del 2019 va desenvolupar una nova versió per a la pàgina francesa, **Seat.fr**, i la va fer pública. Posteriorment Seat va mesurar indicadors com el nombre de visites, el nombre d'usuaris únics, quant temps passaven a cada pàgina, etc.

Prenguem un indicador de referència: el nombre de visites de cada usuari, per exemple. Podem calcular la diferència de visites abans i després del canvi. Malauradament, les èpoques de l'any són diferents. Potser la gent té més tendència a comprar menys cotxes al gener i febrer, per tenir el Nadal a prop, que al març o l'abril. O a

la inversa, al gener i febrer, per l'hivern, és més necessari el cotxe. Si el mes afecta el nombre de cotxes que es compren, és d'esperar que part de les visites siguin atribuïbles a l'època de l'any i no pas a la nova versió. Però la cosa no s'acaba aquí, ja que hi ha molts altres factors que poden afectar. Per exemple, si la competència ha llançat un nou model, hi ha algun tipus de crisi econòmica, el govern dona o retira algun tipus d'ajut econòmic... És a dir, la situació d'abans i després no és comparable, perquè les condicions són potencialment diferents.



## Mons paral·lels

Estem interessats a mesurar l'efecte causal de la nova pàgina web en el nombre de pàgines per usuari. Idealment, voldríem dos mons exactament iguals amb una única diferència: un tindria la pàgina nova i l'altre, la vella. Evidentment això no és possible. Tot i així, sí que es pot aconseguir aquest efecte amb l'aleatorització: mantenim les dues versions de la pàgina alhora i a cada usuari n'hi assignem una de les dues a l'atzar. D'aquesta manera, les dues pàgines viuen sota les mateixes condicions, i l'atzar ens assegura que no afavorim algun tipus d'usuari més en una pàgina que una altra. En el món digital, aquest procediment s'anomena *test AB*. Podríem dir que cada vegada que diem *test AB* un estadístic mor en algun lloc del món: en el món de l'estadística, a aquest procediment, clau per avaluar l'efectivitat de medicaments, per exemple, se l'anomena *randomized controlled trial*, i el primer conegut data del 1747. Així doncs, els tests AB són una mica la redescoberta de la sopa d'all.

## I quan no podem fer tests AB?

En aquest cas diem que treballem amb dades *observacionals* (a diferència de dades experi-

mentals amb els tests AB). En molts casos no estem en disposició d'efectuar tests AB, a vegades perquè és massa car, a vegades perquè no és possible i a vegades perquè no és ètic. En aquest cas, no tenim cap garantia que els efectes que estiguem observant siguin a causa de la pàgina web o a una variable molt rellevant de la qual no teníem coneixement i que és en realitat la causa de l'increment o decrement del nombre de visites. Per això és recomanable que sempre que es pugui es facin tests AB. Malauradament, en el nostre cas, això no va ser així. Per tant, ens trobem que les dades ja han estat preses i no podem tornar al passat per canviar-les. Veurem algunes de les eines i raonaments que es fan servir en aquests casos; tot i no poder garantir que estem mesurant l'efecte causal, podem tenir indicacions de per on van els trets.

## El què i el com

Volem saber si la nova pàgina web ha incrementat l'interès dels usuaris. Per això ens fixarem en el nombre de pàgines per usuari. Podem donar una versió simplificada de la dinàmica d'aquest procés amb el graf següent.

Ens aproximarem a aquest problema des de dues perspectives diferents. La primera serà la perspectiva que es basa a explotar una característica pròpia de Seat: tenim informació de moltes pàgines semblants a altres països que no han estat afectades pel nou canvi i que ens poden ajudar a estimar què hauria passat si no haguéssim fet el canvi. La segona serà intentar que, malgrat que cada versió visqui en una situació contextual diferent, totes dues es puguin comparar a través d'incorporar la màxima quantitat d'informació rellevant possible i ajustar el període en el qual comparem cada una.

## Les dades

Per tal d'afinar el tir tant com sigui possible, utilitzem dades de diferents fonts. Les dades utilitzades estan classificades en quatre grups principals. En primer lloc, disposem de les dades recollides directament de les pàgines web de Seat, tant de la pàgina web francesa (Seat.fr) com de les pàgines web dels mercats europeus de Seat més similars al francès (Alemanya, Espanya, Itàlia i el Regne Unit), així com la pàgina global de la marca (Seat.com). En segon

lloc, també disposem de les dades diàries de les campanyes de màrqueting digital a França. D'altra banda, en formar part del mateix grup d'automoció, també s'han pogut obtenir les dades tant de la pàgina web francesa com de la pàgina web global de dues altres marques de cotxes (CUPRA i Skoda). Finalment, per completar la base de dades, incloem l'índex de volum de vendes mensual que proporciona l'Insee (Institut Nacional d'Estadística i d'Estudis Econòmics).

Totes aquestes dades (excepte l'índex de volum de vendes) són diàries i comprenen informació des del 15 de gener fins al 23 de març del 2019 (la nova pàgina web es va llançar el dia 20 de febrer del 2019).

### Inferència contrafactual

El primer raonament que farem servir és utilitzar un conjunt de dades de control per intentar predir com s'haurien comportat els usuaris de la web de França si el canvi de la pàgina no s'hagués produït. D'aquesta manera, podrem considerar que la diferència entre el comportament que veiem i el comportament predit és fruit de la intervenció (canvi de web). Tot plegat, pretenem estimar l'efecte de la intervenció no únicament en l'instant posterior al canvi de web, sinó també amb una visió dels dies o setmanes següents.

Per tal d'utilitzar aquest raonament, serà imprescindible tenir dades de diferents fonts que estiguin molt correlacionades amb les que estem estudiant. A més a més, és molt important que no hagin estat afectades de cap manera per la intervenció, ja que si no estaríem fent servir dades afectades pel canvi de la web per intentar predir què hauria passat si no haguéssim fet el canvi de web. En aquest cas, Seat disposa, entre d'altres, de les dades de les seves webs d'altres països que no estan afectats pel canvi de web a França, així com dades d'altres marques d'automoció que tampoc s'haurien d'haver vist afectades per la intervenció.

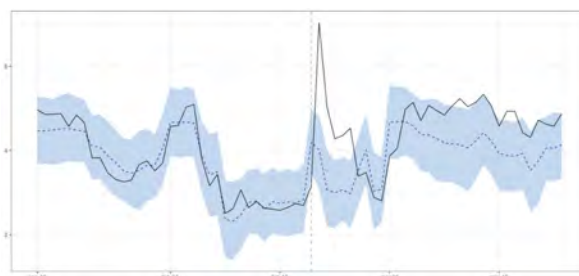
Amb tot això, per tal de predir la tendència del nombre mitjà de pàgines vistes per usuari de la web francesa (grup de tractament), les dades utilitzades com a grup de control són:

- Nombre mitjà de pàgines vistes per usuari de les webs dels diferents mercats europeus de

la marca Seat (Alemanya, Espanya, el Regne Unit i Itàlia).

- Impressions per campanya.
- Clics per campanya.
- Nombre mitjà de pàgines vistes per usuari de la web de CUPRA (web global i web de França).
- Nombre mitjà de pàgines vistes per usuari de la web de CUPRA (web global i web de França).
- Índex de volum de vendes de França.

Utilitzant el paquet de R que proporciona Google (CausalImpact), tant per fer la predicció com per calcular l'impacte causal, s'obté l'efecte absolut. Aquest valor és la diferència entre la dada real del nombre mitjà de pàgines vistes per usuari de la web francesa i el valor contrafactual obtingut mitjançant les dades del grup de tractament. Els resultats mostren un efecte absolut de 0,7 pàgines vistes més per usuari únic, és a dir, un increment del 18% respecte al nombre de pàgines vistes per usuari únic estimades sense el canvi de pàgina web. En el gràfic següent es poden veure la predicció (en blau) i el nombre real (en negre) de pàgines vistes per usuari únic per a la web de Seat a França.



Com es pot veure en el gràfic, l'efecte que s'observa és principalment durant els primers dies des del llançament de la nova web. Això pot ser degut al que es coneix com a *efecte novetat*, i no mostraria tant l'efecte de la nova web sobre el comportament dels usuaris sinó l'efecte de canviar d'una web a una altra.

### Inferència amb grafs

Ja hem vist que la situació abans i després del canvi de la web no és comparable. Tot i això, no seria forassenyat assumir que el context just abans del canvi i després del canvi sigui

el mateix, llevat que hi hagi hagut cap efecte extern simultani que pugui afectar les visites de la pàgina web. Fer servir dades molt properes al moment, garanteix contextos similars, però té un preu, la reducció de la mida de la mostra, i per tant més incertesa dels resultats. Aquest principi es fa servir força en econometria en tècniques com el *regression discontinuity design* o el *differences in differences*. Nosaltres hem considerat adequat agafar un mes abans i després del canvi de la web.

L'altre punt important és quina informació (variables) s'ha d'incloure en el model i quina no, de manera que les dues versions tinguin una situació el màxim de comparable possible. És possible que en realitat les visites siguin degudes a campanyes de màrqueting. Nosaltres volem que el model que fem servir tingui en compte la despesa en campanyes per descomptar el seu efecte sobre el nombre de visites. Pel mateix motiu volem incloure informació sobre la situació socioeconòmica i per això treballem amb l'índex de vendes mensuals. Ara bé, no podem incloure totes les variables que tinguem disponibles. Per exemple, no hauríem d'incloure el temps per a cada visita, ja que es pot veure afectat pel nombre de pàgines visitades per usuari: com més visites es facin, tant pot

passar que el temps per visita augmenti com que disminueixi. L'argument és una mica més elaborat i intuïtivament és el següent: de la mateixa manera que el pes explicatiu del canvi de web es reparteix amb el màrqueting i la situació socioeconòmica en incloure'ls, també es repartiria amb el temps per pàgina, introduint-hi biaixos. Però aquest últim no és un factor causal. El problema de quines variables seleccionar en funció del graf que modelitza el nostre sistema ha estat formalitzat per la inferència causal i se'n pot trobar bastanta bibliografia.

Finalment hem fet servir regressió lineal per avaluar si l'efecte del canvi de web es pot veure tant en la mitjana de pàgines vistes com en un canvi de tendència (observem que inicialment les visites queien i amb la nova web la tendència canvia). Els resultats són positius i sí que es veu un potencial efecte pel canvi de la web. Veiem un increment d'1,2 pàgines vistes per usuari únic. Malauradament, no sembla que l'efecte sigui sostingut al llarg del temps: si traïem el pic de visites produïdes just després del desplegament, els resultats deixen de ser significatius. És a dir, no sembla que la nova web hagi comportat cap canvi, més enllà de l'efecte novetat.

## Matemàtiques i música

### Les matemàtiques de la música, conferència de Pilar Bayer

Maria Bras  
Professora URV

“Musica est exercitium arithmeticae occultum nescientis se numerare animi”. Amb aquesta frase de Leibniz en una carta adreçada a Goldbach el 1712 va començar la conferència “Les matemàtiques de la música”, a càrrec de Pilar Bayer, doctora en matemàtiques i música i professora emèrita de la Universitat de Barcelona.

El Barcelona Knowledge Hub de l'Academia Europaea (AE-BKH), en col·laboració amb la Càtedra UNESCO Dones, Desenvolupament i Cultures, va ser-ne l'entitat organitzadora. Des de la seva creació, el 2013, l'AE-BKH

organitza les AE-BKH Women's Week, en commemoració del Dia Internacional de la Dona, durant la primera quinzena de març. En línia amb celebracions similars arreu del món, aquestes activitats han servit, per una banda, per reconèixer les aportacions fetes per dones en diferents camps del coneixement humà i, per l'altra, per reclamar els drets de les dones i lluitar per la igualtat de gènere.

L'acte va ser presidit per Mònica Rius-Piniés, directora de la Càtedra UNESCO Dones, Desenvolupament i Cultures; per Dolors Herbera, presidenta de la Societat Catalana de

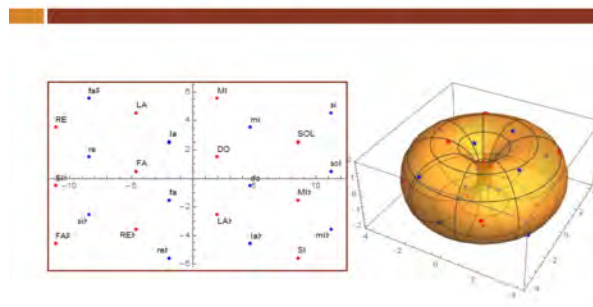
Matemàtiques, i per Romà Escalas, musicòleg, ex-secretari general de l'IEC i expresident de la Societat Catalana de Musicologia. La coordinació va anar a càrrec de Kimberly Katte, de l'Academia Europaea.

Al llarg de la conferència, la doctora Pilar Bayer va passar per un seguit de temes matemàtics relacionats amb la música, i va posar en relleu parelles de personalitats de les matemàtiques amb contraparts contemporànies de la música. En són un exemple les notables Sophie Germain i Clara Schumann, o bé Lejeune Dirichlet i Felix Mendelssohn, cunyats en una família plena de músics i matemàtics. En aquest darrer cas va explicar que la música, que aparentment interferia en el silenci que necessitava Dirichlet per fer matemàtiques, va acabar nodrint-se de les seves matemàtiques. Un exemple més del fet que mai es pot predir per què pot acabar essent útil cap avenç en matemàtiques.

Els aparellaments de personalitats van anar acompanyats d'aparellaments entre resultats matemàtics i conceptes musicals. Així van aparèixer simultàniament sèries harmòniques i la infinitat dels nombres primers, la descomposició del so en harmònics i els treballs òptics de Newton, la identitat d'Euler i les ones del so, el càlcul amb congruències, els dodecàgons regulars i els cercles de semitons i quintes, la

representació matemàtica de les tríades o els sistemes dinàmics i les melodies que estableixen en una nota.

## Tríades majors, tríades menors



Representació matemàtica de les tríades

La part més sorprenent van ser les composicions escrites per una altra parella matemàtico-musical, la formada per Pilar Bayer i Ludwig. Servint-se dels conceptes matemàtics explicats al llarg de la xerrada i del software musical, Pilar Bayer ha creat una sèrie de peces musicals que el públic assistent a l'acte va poder escoltar.

La presentació va comptar amb un públic molt nombrós i ben variat, amb matemàtics i músics, però també amb participants d'altres disciplines com la biologia o les humanitats, com es va poder veure en el torn de preguntes.

## La matemàtica artística d'Escher i Ligeti

Laura Farré Rozada

Royal Birmingham Conservatoire, Birmingham City University

La música és una matemàtica intuïtiva. I malgrat que les múltiples connexions entre les matemàtiques i la música són cada vegada més visibles pel conjunt de la societat, poques vegades es concreta en què consisteixen. Segons el meu criteri, veig molt clares tres categories per classificar aquestes confluències.

En primer lloc, les matemàtiques com a fonament de la música, tant des del punt de vista teòric com físic. Com ideem i materialitzem la música perquè sigui tal com l'entenem, executem i experimentem. Aquest primer pilar està molt relacionat amb la següent categoria: el component psicològic associat a l'experiència musical i els relatius processos cognitius. Un

aspecte que descriu a la perfecció Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), que afirma que la música és el resultat d'exercitar aritmèticament la ment inconscientment. En aquest segon pilar, m'atreviria a afegir-hi les eines que aporten les matemàtiques en forma d'estructures abstractes que permeten organitzar les idees musicals.

Finalment, les matemàtiques com a eina creativa. És a dir, quins recursos i estructures són possibles gràcies a la implementació explícita de les matemàtiques, o la seva elecció com a font d'inspiració per a la creació musical. I és en aquest tercer pilar que vull centrar-me en aquest escrit.



És àmpliament coneguda l'estreta col·laboració que, durant anys, van exercir l'artista holandès Maurits Cornelis Escher (1898-1972) i el matemàtic canadenc d'origen britànic Donald Coxeter (1907-2003). Des que es van conèixer l'any 1954 al Congrés Internacional de Matemàtics a Amsterdam, Escher i Coxeter van intercanviar coneixements i es van influenciar mútuament en el camp de la geometria i la simetria. Especialment, gràcies a la influència de Coxeter, Escher va poder desenvolupar recursos que li van permetre representar conceptes matemàtics com l'infinit —entre molts d'altres— en les seves il·lustracions. Aquesta eina era la geometria hiperbòlica [6].



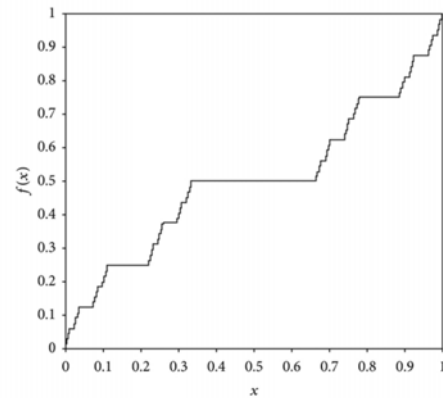
A l'esquerra, la rajola hiperbòlica de Coxeter [1], i a la dreta, *Circle limit I* (1958) d'Escher

Aquest fenomen també el trobem en la música, ja que hi ha un gran nombre de compositors que han utilitzat les matemàtiques en el procés compositiu o que han utilitzat conceptes i paradoxes matemàtiques per estimular la seva creativitat. Un dels més interessants durant el segle XX ha sigut l'hongarès György Ligeti (1923-2006). A l'entrega del premi de composició Grawemeyer l'any 1986, Ligeti va afirmar:

“Jo no utilitzo translacions estrictament matemàtiques en la meua música, tal com feia Xenakis. La influència és poètica: els fractals són els ornaments més complexos que hi ha... Proporcionen exactament el que vull descobrir amb la meua música; un desenvolupament orgànic”. [5]

De nou, les matemàtiques desperten fascinació en un artista, aquesta vegada motivada per la teorització matemàtica i representació gràfica dels fractals per part del matemàtic polonès Benoît Mandelbrot (1924-2010). I d'entre moltes de les obres que trobem en el catàleg de

Ligeti inspirades pels fractals, n'hi ha una de particularment interessant. M'estic referint a l'estudi núm. 13 per a piano, *L'Escalier du diable* (1988), inspirat en la funció de Cantor, una funció contínua però no absolutament contínua, que també es coneix com “l'escala del diable”.



Funció de Cantor [7]

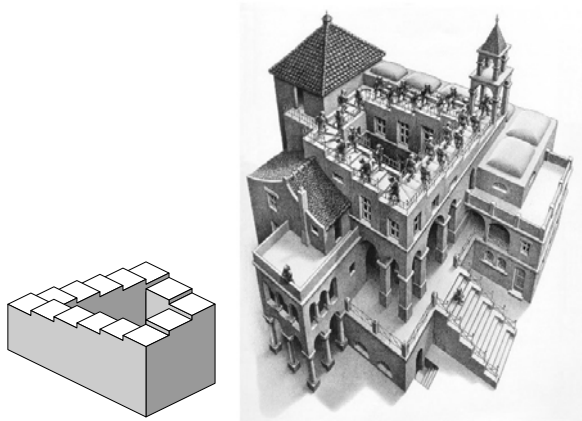
En aquest estudi, Ligeti vol representar musicalment l'infinit —tal com Escher ho aconsegueix en les seves litografies—, tot i que el compositor hongarès s'inspira en la geometria fractal en lloc de la geometria hiperbòlica. Per fer-ho, construeix una il·lusió auditiva basant-se en el principi del to de Shepard, que consisteix en la superposició recursiva d'ones sinusoidals —és a dir, tons purs— a una distància equidistant d'octava. Les respectives freqüències d'aquests tons purs s'incrementen gradualment, i a major freqüència menor amplitud. A mesura que els tons es desplacen del rang de freqüències central, la seva amplitud decreix, i això provoca que auditivament les substituïm per freqüències més baixes amb major amplitud.

Aquesta construcció genera la il·lusió d'un to que contínuament ascendeix en l'escala de freqüències, però que en realitat es manté estable.

Per poder plasmar musicalment una escala infinita i l'angoixa emocional que aquesta imatge representa, Ligeti utilitza escales cromàtiques ascendents i espirals musicals recursives que suggereixen aquesta idea de *Perpetuum mobile* i de repetició sense fi. Les notes a la mà dreta augmenten en dinàmica a mesura que ascendeixen al teclat, i un cop arriben a l'extrem del registre del piano, la mà esquerra

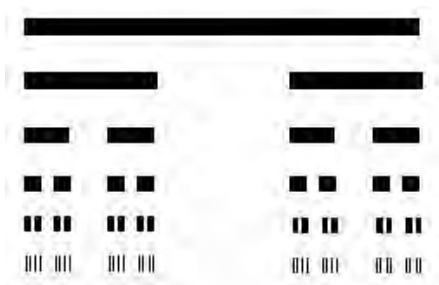
recupera el protagonisme seguint el mateix *modus operandi*.

Un exemple visual clar podria ser l'escala de Penrose, representada en la litografia d'Escher: *Ascending and descending* (1960) [2].



L'escala de Penrose i *Ascending and descending* (1960) d'Escher

A la vegada, aquest efecte d'escala de Shepard es troba complementat per la implementació del conjunt fractal de Cantor, que es construeix mitjançant un procés recursiu senzill que consisteix a dividir en tres parts l'interval tancat  $[0, 1]$  fins a l'infinit, ometent la partició central a cada pas.



Conjunt de Cantor

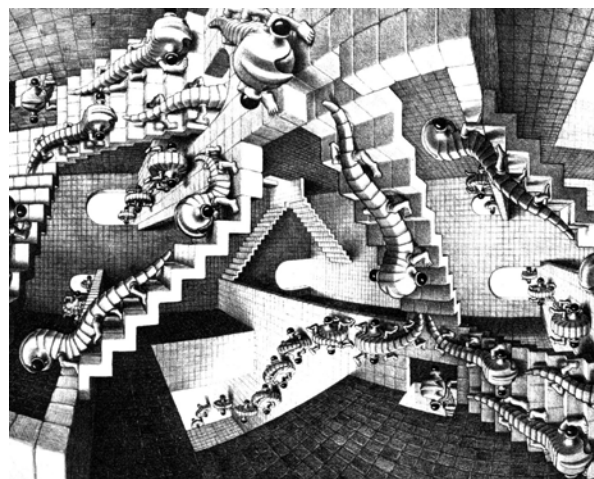
Ligeti, inspirat per aquest principi, crea el seu propi sistema i agrupa les notes segons el patró següent [3]:

$$2 + 2 + 3/2 + 2 + 2 + 3/2 + 2 + 2 + 2 + 3/2 + 2 + 3/2 + 2 + 3/2 + 2 + 2 + 3$$



*L'Escalier du diable* (1988) de Ligeti [4]

Aquesta progressió es repeteix durant tota la peça, i proporciona a l'oient una subdivisió rítmica clara que fàcilment es pot visualitzar com una escala irregular i infinita. Un concepte que Escher representa paradoxalment a la seva famosa litografia *House of stairs* (1951):



*House of stairs* (1951) d'Escher

Així doncs, tal com Escher va aconseguir en el camp de la il·lustració, Ligeti aconsegueix innovar significativament en el camp de la composició musical combinant recursos tradicionals amb conceptes matemàtics i representacions geomètriques. Un dels aspectes que personalment trobo més fascinants d'ambdós artistes és que són capaços d'utilitzar les matemàtiques per superar limitacions tècniques que obstaculitzen la seva creativitat i imaginació. En altres paraules, les matemàtiques són el mitjà per assolir nous objectius i possibilitats en l'art.

Una catarsi creativa que només és possible quan dues disciplines es donen la mà.

## Referències

- [1] H. S. M. Coxeter, “Crystal symmetry and its generalizations, in A Symposium on Symmetry”, *Trans. Royal Soc. Canada* 51, ser. 3, sec. 3 (1957), p. 1-13.
- [2] D. Deutsch, “Paradoxes of Musical Pitch”, *Scientific American* Vol. 267, n. 2 (1992), p. 88-95.
- [3] M. Lee, *György Ligeti’s Désordre and l’Escalier du Diable: Compositional Style and Method of Practice*, DMA Thesis, Ohio State University (2015).
- [4] G. Ligeti, *Études pour piano: deuxième livre*, Schott, (1998), ISBN: 979-0001120470.
- [5] J. Rockwell, “Ligeti receives the Grawemeyer Award for Music Composition”, *New York Times* novembre 1986.
- [6] D. Schattschneider, “The Mathematical Side of M. C. Escher”, *Notices of the American Mathematical Society* Vol. 57, n. 6 (2010), p. 706-718.
- [7] Y. Yang, D. Baleanu i Y. Xiao-Jun, “Analysis of Fractal Wave Equations by Local Fractional Fourier Series Method”, *Advances in Mathematical Physics* juny 2013, p. 1-6.

## La La Lab - La matemàtica de la música

Daniel Ramos<sup>23</sup> i Bianca Violet  
IMAGINARY gGmbH, Berlín

En aquest escrit, resum d’un article aparegut originalment a [1], descrivim un viatge a través de la nostra exposició “La La Lab - La matemàtica de la música”, que barreja el format de laboratori amb exhibicions interactives, per presentar als visitants les connexions històriques, conceptuals i artístiques entre les matemàtiques i la música, impulsant la creativitat musical, el coneixement matemàtic i la mescla i la interacció entre aquests dos camps.

### Què és “La La Lab”?

Les matemàtiques impregnen profundament tots els aspectes de la música, des de la física del so fins a l’elaboració d’instruments, des de patrons rítmics fins a l’harmonia tonal, des de la música clàssica fins a l’electrònica. Les matemàtiques donen suport a la música i a la nostra comprensió de l’art, de la mateixa manera que donen suport a la física i la nostra comprensió del món. Escoltar música mitjançant una lent matemàtica aporta comprensió a l’amant de la música, apreciació pels detalls i un millor gaudi de l’art; i als professionals, la capacitat de compondre música, així com eines per expressar la seva creativitat.

<sup>23</sup>Contacte: [daniel.ramos@imaginary.org](mailto:daniel.ramos@imaginary.org)

El nostre objectiu és transmetre aquesta idea al públic general, mitjançant el format d’una exposició interactiva. Aquesta forma de comunicació i de divulgació, juntament amb exposicions artístiques i noves tecnologies de visualització i experiències interactives, ens permet perseguir l’objectiu d’incrementar de manera sensible la cultura matemàtica i musical dels visitants, alhora que fa que l’experiència sigui entretinguda, creativa i lúdica.

“La La Lab - La matemàtica de la música” és una exposició creada per IMAGINARY en col·laboració amb artistes i experts investigadors en música i matemàtiques, combinant un format de laboratori amb mòduls interactius. L’exposició es va presentar per primera vegada a Heidelberg, Alemanya, per encàrrec de la Heidelberg Laureate Forum Foundation [4], entre el maig del 2019 i el març del 2020. Esperem trobar suport personal i institucional per difondre, traduir, reproduir i estendre “La La Lab” a altres països, en particular a Catalunya i a Espanya, en un futur proper.

A continuació, farem un breu recorregut pels 22 mòduls de l’exposició. Tots els mòduls són de codi obert i es poden descarregar de la nostra plataforma [imaginary.org](http://imaginary.org) per jugar i explorar més a fons o per crear una exposició pròpia [6].

La majoria de les exposicions es poden reproduir en línia a la plataforma esmentada [6], on també hi ha vídeos i material complementari. Podeu trobar explicacions més detallades a l'extens llibret i catàleg de l'exposició [5].

## Matemàtiques i teoria musical clàssica

“La La Lab” és un viatge sobre el funcionament de la música, sobre com es construeix, com es sent, i quin paper representen les matemàtiques en aquest art.



Spectrum of Sound

El nostre viatge comença amb el primer que necessitem per crear música: el so. Amb el mòdul **Spectrum of Sound**, els visitants poden explorar l'acústica i la teoria de Fourier amb un mòdul a doble pantalla: a la primera pantalla tàctil, un analitzador espectral connectat a un micròfon; a la segona, un sintetitzador gràfic junt amb un altaveu. Amb aquestes eines es poden compondre i descompondre diferents sons en les seves freqüències constituents. Aquests sons es poden produir sintèticament, procedents d'instruments musicals reals o de la pròpia veu del visitant. La veu, per cert, és l'instrument musical més antic i versàtil, que tots sabem utilitzar. El mòdul **Pink Trombone** ofereix un model matemàtic de la veu humana que els visitants poden controlar i escoltar mentre manipulen gràficament en una imatge el tracte vocal a través de la pantalla tàctil.

Ara tenim el bàsic: so i instruments. Però no utilitzem tots els sons per fer música, sinó que seleccionem alguns tons per crear un conjunt de notes (una escala) per afinar així els instruments i fer música combinant aquest conjunt discret de notes. Al mòdul **Scale Lab** s'ofereixen diverses eines per visualitzar

i comprendre les combinacions de freqüències que constitueixen la base de l'harmonia en una escala. Els visitants poden comparar diferents afinaments i escales utilitzades a tradicions no europees o crear la seva pròpia escala. El mòdul **Note Compass** ofereix una altra perspectiva a la mateixa qüestió, on totes les escales diatòniques possibles en la música occidental moderna s'organitzen per les seves relacions funcionals, i no només per la seva acústica.



Scale Lab

Així hem descobert les escales, i ara necessitem aprendre a utilitzar-les. El mòdul **Tonnetz** ofereix una representació gràfica de l'escala (occidental) en una retícula que ordena les notes no pel seu to, sinó per la seva afinitat, pels intervals i els acords que defineixen les seves relacions musicals. No és només una representació intel·ligent (que es remunta a Euler [3]); les propietats geomètriques del Tonnetz donaran molta informació musical i, fins i tot, les transformacions geomètriques de la retícula del Tonnetz crearan noves peces de música amb harmonies sorprenents.

Ara que tenim escales, notes i acords, necessitem un element fonamental perquè la música sigui viva, una força motriu que mogui les notes a través del temps: necessitem ritme. Explorant el mòdul **Beat Box**, els visitants poden jugar amb diferents applets basats en ritmes i descobrir les seves relacions d'afinitat basades en l'aritmètica.

Posem-ho tot junt i fem finalment una mica de música basant-nos en el que hem explorat fins ara en el nostre viatge musical. Amb el **Graph Composer**, els visitants poden reproduir i crear una peça de música dibuixant un graf

(una xarxa), on cada vèrtex és una nota i cada aresta defineix una transició d'una nota a una altra. Aquesta representació gràfica s'utilitza en recerca per analitzar peces i extreure'n algunes característiques. Equival a una partitura musical, només a un nivell més abstracte. Així, permet a molts visitants fer la seva primera composició bàsica.

Per continuar el nostre viatge, podem anar a explorar noves tecnologies i recerques actuals en l'àmbit musical (mòduls d'intel·ligència artificial), podem gaudir d'una mica de música acompanyada de visualitzacions artístiques (mòduls d'art i vídeos), podem jugar amb jocs musicals o podem simplement passejar per trobar una altra sorpresa. L'exposició no és lineal; el viatge es pot fer en qualsevol ordre saltant d'un mòdul a un altre.

### Música i intel·ligència artificial

Tres mòduls de la col·lecció utilitzen les darreres investigacions sobre música i intel·ligència artificial (IA). Amb el mòdul **AI Jam**, els visitants poden interpretar un duet juntament amb una IA sobre un teclat de piano i una bateria de percussió. La màquina mirarà de respondre als tocs del visitant amb alguna cosa que tingui sentit musicalment, segons l'estil amb el qual s'ha entrenat. Fins a quin punt la intel·ligència artificial pot arribar al camp de la música? Pot una màquina arribar a un nivell expressiu d'un ésser humà? Podem descriure allò que és expressiu a una màquina? Aquest és un tema de recerca que es pot descobrir amb **Con Espressione!**, un mòdul on el visitant assumeix el paper d'un director d'un concert i la màquina pren el paper d'un pianista intèrpret. Amb els gestos de la mà es poden donar indicacions de tempo i volum i la màquina canviarà obedientment aquests paràmetres. No només això: el visitant pot dotar el sistema d'una certa IA (mitjançant un dial per controlar el seu impacte), i la màquina començarà a ajustar també altres paràmetres microscòpics que fan que tot sigui més "humà". La IA no s'aplica només a la música per a la composició i la interpretació, sinó també al so i l'acústica. Amb el mòdul **NSynth**, els visitants poden utilitzar un sintetitzador per crear nous sons trobant un instrument que soni en algun lloc entre dos (o fins a quatre) exemples, que

es poden triar entre una biblioteca, com una trompeta i un violí, o un motor de cotxe, un piano o fins i tot el miol d'un gat.

### Art que combina música i matemàtiques

A la secció d'art de l'exposició, els visitants trobaran tres mòduls basats en les figures matemàtiques de Lissajous, que visualitzen les relacions de freqüència entre tons. A la galeria d'**imatges de Lissajous**, els visitants poden observar formes capritxoses en blanc i negre, és el que sembla l'harmonia en la interpretació d'aquest artista matemàtic.

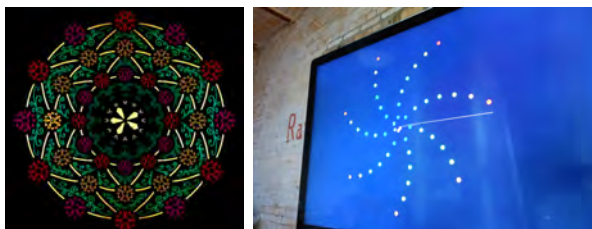


Figures de Lissajous (pantalla 3D, escultures 3D i galeria d'imatges)

Al mòdul **Escultures de Tríades** també hi ha formes similars impreses en 3D, que els visitants poden tocar i observar les ombres que projecten. Figures semblants es poden generar cantant al micròfon del mòdul **The Harmonic Series** (una primera part amb un làser combinat amb dos micròfons, una segona part amb una moderna pantalla 3D que ofereix una entrada de micròfon i una entrada ajustable). El ja esmentat mòdul **Scale Lab** també ofereix una eina per veure les figures Lissajous de dues notes, que es poden tocar al teclat.

Altres mòduls artístics inclouen l'hipnòtica capsa de música **Whitney Music Box**, una dansa d'escalles musicals amb espirals geomètriques, que es controlen girant un volant. Els visitants també poden explorar l'espai de totes les escales

pentatòniques amb **Pentatonic Scales** i crear la seva pròpia música d'estil impressionista tocant peces de compositors clàssics amb només cinc notes. Les escales pentatòniques són seleccions de cinc de les dotze notes del nostre sistema tonal, amb la restricció de no seleccionar dues notes veïnes. En aquestes condicions, hi ha exactament 36 escales pentatòniques que els visitants poden explorar amb aquest mòdul.



Pentatonic Scales i capsa de música de Whitney

Un altre lloc per admirar exemples de matemàtiques a la música és al mòdul **Show Me Music**. Els visitants trobaran visualitzacions breus i ràpides d'efectes musicals i acústics que es poden manipular amb un parell de paràmetres de control. Durant la visita de l'exposició, els visitants també poden seure al **banc musical**, que genera una petita melodia quan la gent seu en parelles recolzant els braços al banc, mentre es toquen, es fan un petó o s'agafen de la mà.

### Altres mòduls

L'exposició disposa d'altres mòduls que complementen i completen la col·lecció. La **Taula de Manipulatiu** convida els visitants a explorar amb jocs manuals. També es pot passar una estona veient petits curtsmetratges artístics a l'**Estació de cinema**, o seure a l'**Àrea Silenciosa**, per descansar i fullejar la biblioteca de matemàtiques i música, amb articles i llibres sobre el tema. Al mòdul **Mind & Music Jukebox**, un es pot inspirar escoltant la música que més agrada als matemàtics informàtics. Vam demanar a matemàtics i investigadors del projecte Women of Mathematics across Europe [8] i a guardonats dels premis més prestigiosos en matemàtiques i informàtica [2] quines éren les seves peces musicals favorites per omplir el *jukebox*. També es poden escoltar patrons numèrics al mòdul **The Sound of Sequences**, on successions numèriques extretes

de l'Enciclopèdia en línia de seqüències completes (OEIS) [7] es converteixen en sons que es poden escoltar, revelant característiques de la seqüència, però també creant peces de "música" interessants en si mateixes.

### Resum i conclusions

L'exposició "La La Lab - Les matemàtiques de la música" engloba les principals idees en la teoria musical, i conté obres d'art genuïnes, investigacions actuals, jocs i mòduls lúdics... Tot això mostrant la connexió profunda entre matemàtiques i música, una connexió que potser no es desprèn fàcilment de les experiències de la vida quotidiana. L'exposició utilitza nous formats i eines de visualització innovadores, a un grau que no s'havia utilitzat encara, per ajudar a transmetre fàcilment la complexitat dels temes presentats. Això obre oportunitats molt interessants per al seu ús com a experiència d'aprenentatge no formal per als visitants sense formació musical, i com a complement molt enriquidor per a qui ja en tingui.

IMAGINARY està obert a col·laboracions i a establir relacions per portar "La La Lab" arreu. Fem una crida a matemàtics, músics, ensenyants i a tots els interessats a portar "La La Lab" a Catalunya i a Espanya a contactar-nos per planificar i desenvolupar aquest projecte.

**Agraïments:** Aquesta exposició va ser creada per IMAGINARY amb col·laboradors internacionals, presentada per la Fundació Heidelberg Laureate Forum, feta possible per la Fundació Klaus Tschira i secundada per la Universitat Tècnica de Munic. Agraïm la feina a tots els autors i col·laboradors, assessors, artistes, desenvolupadors de programari, dissenyadors, fusters, guies d'exposicions, membres de l'equip IMAGINARY i membres de HLFF: totes les persones que van fer possible "La La Lab". [5].

### Referències

- [1] Daniel Ramos and Bianca Violet, "La La Lab - The Mathematics of Music", *Proceedings of Bridges 2020*. Tessellations Publishing, Phoenix, Arizona, U.S. ISBN: 978-1-938664-36-6. <http://archive.bridgesmathart.org/2020/bridges2020-451.html>.

- [2] Badge, Peter. *Masters of Abstraction. Edition 2018*. Heidelberg Laureate Forum Foundation.
- [3] Euler, Leonhard. *Tentamen novae theoriae musicae ex certissimis harmoniae principiis dilucide expositae*, 1739.
- [4] Heidelberg Laureate Forum Foundation. <https://www.hlf-foundation.org/>.
- [5] *La La Lab. Exhibition booklet*. 2019. <https://imaginary.org/sites/default/files/lala-booklet.pdf>.
- [6] *La La Lab. Exhibition website*. <http://lalalab.imaginary.org/>.
- [7] *Online Encyclopedia of Integer Sequences (OEIS)*. <https://oeis.org/>.
- [8] Women of Mathematics throughout Europe. <https://womeninmath.net/>.

## Matemàtiques, llengua i societat

### Pleguem en català

E. Tramuns

Investigadora postdoc al Politecnico di Torino

Al llarg dels anys, dins del món de la papiroflèxia o origami, artistes, creadors, plegadors, educadors, terapeutes i investigadors han anat desenvolupant una terminologia pròpia que fins fa un parell d'anys no estava recollida en cap document ni diccionari.

L'any 2018, coincidint amb l'any Pompeu Fabra, Coral Romà, traductora, correctora i autora del blog d'origami *Origami a la carta* (cf. [1]); Joan Sallas, artista i investigador sobre la història de la didàctica del plegat, i jo mateixa vam decidir recopilar els termes bàsics d'aquesta terminologia en un full de mà, in en va fer la versió catalana en col·laboració amb el Consorci per a la Normalització Lingüística i el Termcat.

#### L'origen

Des de fa cinc a Badalona anys s'hi fan les Jornades de Didàctica del Plegat.<sup>24</sup> L'objectiu d'aquestes jornades és promoure de manera vivencial l'ús de l'origami en l'educació.

Multitud de tallers i activitats mostren el gran abast d'aquesta eina: projectes solidaris, tècniques de plegatge, història, experiències docents, origami inclusiu, etc. representen una bona immersió en el món de l'origami.

Les matemàtiques hi tenen la seva pròpia secció. El vincle que tenen amb l'origami és

molt profund i estan presents en totes les parts del procés de creació i de plegatge d'un model. L'origami contribueix a fer les matemàtiques visibles i palpables, i les matemàtiques, per la seva banda, ajuden al disseny, a la comprensió i a la memorització dels models.

L'Aplec compleix la funció de formar en origami i en les diverses maneres de transmetre'l, però també és una mostra del paper de l'origami com a activitat de cohesió social entre persones de perfils, orígens i nacionalitats molt diversos.

Un altre aspecte que cal destacar és que l'origami, utilitzat com a activitat manual, pot ésser un mitjà per aprendre una llengua i facilitar la integració social.

La transmissió oral de l'origami fa palesa la importància de tenir una terminologia establerta i establir unes bases per expandir-ne un ús correcte, inclús entre les persones ja plegadores.

Perseguint aquest objectiu, cada any es distribuïa als assistents a l'Aplec un full anomenat *Pleccionari*, elaborat per Joan Sallas, on figuren les paraules més usuals per plegar, en sis llengües diferents: català, castellà, anglès, alemany, francès i italià.

Amb la intenció de completar i estructurar aquest *Pleccionari* i fer-lo més visual i didàctic,

<sup>24</sup><http://foldingdidactics.com/catalonia/aplec-badalona/>

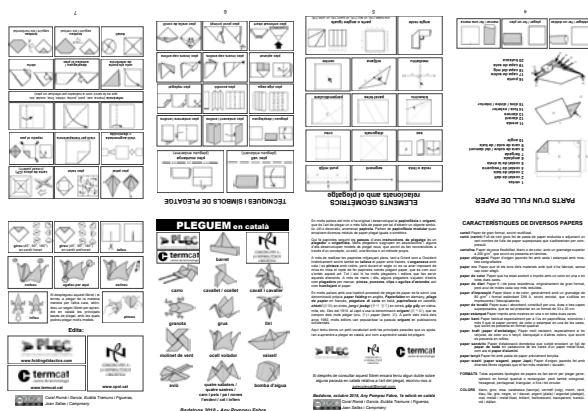
vam contrastar i elaborar un full de mà amb la terminologia i simbologia principals per aprendre a plegar en català, conjuntament amb el Consorci per a la Normalització Lingüística i el Termcat.

S'ha distribuït diverses vegades a mestres i educadors com a guia inicial d'introducció a l'origami (dinamitzadors 7deMATES, Aplec 2019, Youth Mobile Festival 2019, Aplec 2018) i s'ha usat a Badalona per facilitar l'adaptació a grups de nouvinguts a Catalunya, que aprenien català mentre es reunien per plegar.

El podeu descarregar a l'enllaç.<sup>25</sup> Hi trobareu també les versions castellana i francesa, fetes conjuntament amb especialistes d'origami dels països corresponents.

## El full de mà

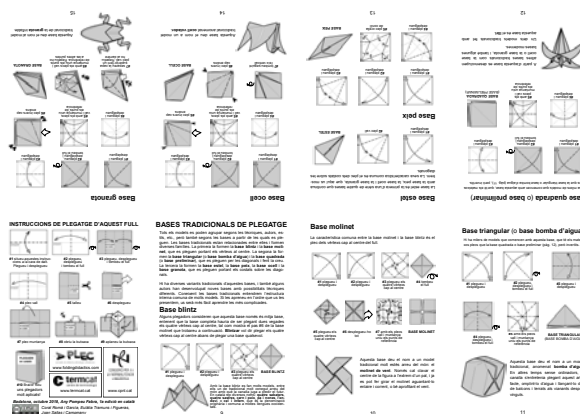
Imprès en format DIN A3, conté les seves pròpies instruccions de plegatge, que el transformen en un llibret en format DIN A6 reversible.



Pàgina frontal del full de mà

A la cara principal inclou els termes principals de plegatge, els noms dels diferents tipus de papers, les parts d'un paper, alguns elements geomètrics relacionats amb el plegatge, i les tècniques i símbols més emprats. Aprenere bé aquest llenguatge us permetrà entendre els *diagrames* —seqüències d'instruccions amb símbols i fletxes— de qualsevol llibre d'origami.

Girant tots els plects, tindreu un nou llibret amb la informació de la cara posterior: diagrames de les principals *bases* de plegatge en origami, amb les quals es poden plegar molts models —una base és una seqüència de plects determinada que rep un nom concret.



Pàgina posterior del full de mà

No hi ha una única manera de plegar aquestes bases. Si us afeccioneu a l'origami, acabareu triant el procediment que més us convingui. Podeu trobar altres maneres de plegar les bases a *The origami and mathematics poster pack* (cf. [2]), un paquet didàctic multinivell format principalment per un pòster interactiu amb cinc bases d'origami i un llibre d'activitats per aprendre origami i matemàtiques.

Encara que aquest full de mà és només una breu introducció al món de l'origami, és un bon recurs per endinsar-se en aquesta disciplina tan fascinant, que, combinada amb les matemàtiques ha estat font de recerca molt prolífica en les darreres dècades. Us animem a difondre'n l'ús!

## Referències

- [1] C. Romà, Blog *Origami a la carta* <https://origamialacarta.wordpress.com/>
- [2] M.L. Spreafico i E. Tramuns, *The origami and mathematics poster pack*, Tarquin editors, 2019, ISBN: 978-1-91109-355-8.

<sup>25</sup><http://www.eulaliatramuns.cat/material-didactic.html>



### *Història de la matemàtica: Grècia IIa, IIb, els Elements d'Euclides per Josep Pla i Carrera*

Sebastià Xambó Descamps  
Universitat Politècnica de Catalunya

Al número 41 de *SCM/Notícies* (2017, 23–24 i 41–43) ens ocupàvem, per primera vegada, de la *Història de la matemàtica: Resultats, textos i contextos*, de Josep Pla i Carrera, arran de la seva presentació el 23 de gener de 2017 a la sala Pere Coromines de l'IEC. A banda d'unes pinzellades sobre la naturalesa, magnitud i calat d'aquest audaç projecte, acollit i promogut per la Secció de Ciències i Tecnologia de l'IEC i a cura de la Dra. Pilar Bayer, el focus d'aquelles notes va ser la publicació i presentació dels dos primers volums (*Egipte i Mesopotàmia* i *Grècia I (de Tales i Pitàgores a Plató i Aristòtil)*). Poc després, *Serra d'Or* en va publicar una ressenya [1] en l'ocasió d'haver atorgat el Premi Crítica Serra d'Or a Josep Pla.



Portada de les dues publicacions

El 15 d'octubre de 2018 es va presentar *Grècia IIa (Els elements d'Euclides: llibres I, II, III, IV, V i VI)*, el tercer volum de la *Història de la matemàtica*, a la sala Pi i Sunyer de l'IEC, i *SCM/Notícies* se'n va fer ressò (44, 20–23). Però es va posposar la recensió amb la idea de fer-la conjuntament quan es publiqués *Grècia IIb (Els elements d'Euclides: llibres VII, VIII, IX, X, XI, XII i XIII)*. La previsió inicial era que sortiria l'estiu de 2019. Com que es van

acumular endarreriments, va resultar que la ressenya dels dos volums a *Serra d'Or* [2], a finals de 2019, es va anticipar més de mig any a la que es proposa en aquest escrit. Val a dir que el destí dels comentaris a *Serra d'Or* era un públic no matemàtic, però possiblement sensible al valor cultural i científic —ininterromput des de la seva aparició al segle III aC— de l'obra fonamental d'Euclides i també al fet de tenir-la íntegra en català amb una riquesa de matisos només a l'abast de la determinació i expertesa d'un homenot com Josep Pla i Carrera.

Euclides (~325 aC–265 aC) va publicar els *Elements* envers l'any 300 aC en tretze llibres. És una obra cabdal en l'evolució del pensament científic, del mètode hipoteco-deductiu, i són molts els que han trobat adient de referir-se a les matemàtiques com a la “ciència d'Euclides”. Els sis primers llibres exposen el que ja en l'època de Plató (427 aC - 347 aC) s'havia consolidat com a *planimetria*, és a dir, com el que avui podríem anomenar “geometria plana escolar”, i són l'objecte de l'estudi presentat en el tractat IIa (xiv + 422 p.). L'estudi dels altres set llibres s'aplega en el tractat IIb (xiii + 663 p.), quedant-li reflectida l'heterogeneïtat dels seus continguts: aritmètica (VII, VIII, i IX), magnituds inconmensurables i irracionals (X) i figures geomètriques de l'espai (XI, XII i XIII).

Pel que fa als llibres d'artimètica, es pot dir, simplificant una mica, que el llibre VII estudia la divisibilitat, incloent-hi l'algorisme d'Euclides per al màxim comú divisor; que el VIII s'ocupa de progressions geomètriques, i que IX versa sobre nombres primers, factorització, i nombres perfectes. És just afegir, en relació amb el criteri d'Euclides per construir nombres perfectes *parells* (és a dir,  $2^{p-1}(2^p - 1)$  és perfecte si  $p$  i  $2^p - 1$  són primers), que el recíproc

es vàlid (Euler<sup>26</sup>), però que es desconeix si n'hi ha infinits i si hi ha nombres perfectes senars.

Plató, en el diàleg socràtic *La República*, publicat cap al 375 aC, deixa entendre (VII, 528) que els principis de l'estereometria encara no s'havien destil·lat, que aconseguir-ho no seria fàcil i que era important dedicar-hi esforços (cf. Pla, Grècia I, text C 7 c<sub>2</sub>, pàgines 544–545). Aquestes apreciacions mostren que els tres darrers llibres dels *Elements* eren una valuosa primícia, ja que estableixen els fonaments geomètrics (llibre XI), s'avança en l'estudi dels volums, particularment piràmides i cons (llibre XII), i s'assoleix una presentació molt detallada de la construcció dels cinc poliedres regulars i les seves propietats (llibre XIII), incloent-hi la demostració que són els únics possibles.

L'essència del treball de Josep Pla en escriure Grècia IIa i IIb es pot resumir, com ho fa ell mateix, dient que són una “adaptació comentada dels Elements d'Euclides, en català”. Aquesta afirmació és literalment certa. L'adaptació dels llibres I–VI queda recollida a l'apèndix A de IIa (pàgines 71–352) i la dels llibres VII–XIII a l'apèndix A de IIb (pàgines 85–592), mentre que els comentaris i reflexions ocupen les pàgines inicials (fins a la 69 en el cas IIa i fins a la 81 en el cas IIb), les introduccions als apèndixs, i les nombroses notes a peu de pàgina (955 per a IIa i 1145 per a IIb). Però la realitat és que aquests volums, com ja fou el cas amb els dos primers, aporten molt més del que pot deixar a entendre la frase esmentada. És una obra polifacètica, un treball d'orfebreria amb una quantitat ingent de detalls, en la qual hi trobaran valor no només els matemàtics, els professors de matemàtiques o els historiadors de les matemàtiques, sinó també els lingüistes, els epistemòlegs, o qualsevol persona interessada en l'origen i evolució de les idees. Com diu l'autor, “no n'hem fet una traducció filològicament correcta i estricta, sinó una adaptació, tan acurada com ha estat possible però sobretot entenedora, planera dins la complexitat, clara en les zones més obscures, que pugui ser llegida per matemàtics de professió però també per estudiosos de la filosofia de

la ciència i per professors de matemàtiques de tots els nivells”.

Aquests valors afegits suggereixen una fabulosa quantitat de possibles treballs multidisciplinaris, sobretot en el context de l'educació secundària, combinant dominis amb els quals l'obra es pot relligar. Entre els ingredients que haurien de facilitar aquesta comesa, hi ha els exercicis, problemes i algorismes (programes) inclosos en cada volum (49, 54 i 10 en el cas de IIa; 53, 49 i 24 en el cas de IIb). Un parell d'exemples poden fer veure el paper d'aquests ingredients. El proverbial teorema de Pitàgores és la proposició 47 del llibre I (Ei 47 amb les convencions del llibre). El seu enunciat i demostració, junt amb extenses notes a peu de pàgina, ocupen les pàgines 149 a 151 de IIa. És una demostració arquetípica del corpus euclidià. Però abans, en la presentació (pàgina 62), trobem el problema 16, que és una demostració del mateix teorema, més breu, amb una figura similar a la de la pàgina 150 titulada “El teorema de Pitàgores amb tangram”. És una mirada que anticipa i facilita la comprensió de la proposició Ei 47, i que, a més, té un valor didàctic independent. L'altre exemple il·lustratiu és l'exercici 42 de IIb (pàgina 60), que fa una reflexió interessant sobre la descomposició d'una piràmide triangular en dues piràmides equivalents i dos prismes equivalents que són més grans que la piràmide total. És un bell argument que anticipa i motiva la comprensió d'EXII 3 i la seva demostració (pàgines 494–498).

L'obra d'Euclides no s'esgota amb els *Elements*. Per copsar l'abast de les seves altres contribucions amb la metodologia planiana, cal esperar a l'aparició del volum *Grècia IIIa (El segle d'or: Aristeu, Eudem, Euclides i Aristarc)*, i especialment els capítols 3 (*Les aportacions conceptuals d'Euclides*) i 4 (*Les obres d'Euclides, llevat dels Elements*).

## Referències

- [1] Sebastià Xambó Descamps, “Cap a una història global de les matemàtiques en català”. *Serra d'Or*, **729**, octubre 2017, 73–75. Ressenya de la *Història de la matemàtica: Egipte i Mesopotàmia i*

<sup>26</sup>Els  $p < 1000$  que produeixen un nombre perfecte parell són 2, 3, 5, 7, 13, 17, 19, 31, 61, 89, 107, 127, 521, i 607, als quals corresponen els nombres perfectes 6, 28, 496, 8128, 33550336, 8589869056, 137438691328... El que correspon a 607 té 366 dígits, i el que segueix, per  $p = 1279$ , té 770 dígits.

*Història de la matemàtica: Grècia I*, de Josep Pla i Carrera, IEC, 2016. <https://web.mat.upc.edu/sebastia.xambo/Essays/2017-Xambo--Ha-de-les-matematiques>.

[2] Sebastià Xambó Descamps, “Els ‘Elements’ d’Euclides”. *Serra d’Or*,

890, desembre 2019, 74–75. Ressenya de la *Història de la matemàtica: Grècia IIa i IIb (Els Elements d’Euclides)*, de Josep Pla i Carrera, IEC, 2019. <https://web.mat.upc.edu/sebastia.xambo/Essays/2019-Xambo--Els-Elements-d-Euclides.pdf>

## Literatura i matemàtiques: un pont entre dues disciplines

Xavi Roca (professor secundària), Paula Vidal (Servei de Biblioteques, Generalitat de Catalunya)  
Club de lectura *Literatura i matemàtiques, un passeig per la Materatura*

El Servei de Biblioteques del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya va impulsar un club de lectura virtual de matemàtiques i literatura durant el confinament, titulat *Literatura i matemàtiques, un passeig per la Materatura*. El va conduir Xavi Roca, professor de matemàtiques i autor del web Materatura.

Des de l’inici del confinament, l’equip del Servei de Biblioteques va tenir clar que havia de continuar oferint activitats i recursos per ajudar la ciutadania a passar millor la quarantena. Tots els clubs de lectura presencials que es fan a les més de quatre-centes biblioteques públiques catalanes havien quedat interromputs i els usuaris tampoc podien agafar llibres en préstec, perquè les biblioteques estaven tancades. Així doncs, es van reforçar i potenciar els recursos de l’eBiblio, la plataforma gratuïta de recursos digitals en préstec (llibres electrònics, pel·lícules, revistes...), que funciona amb el carnet de biblioteques. La segona estratègia va consistir a crear diversos clubs de lectura virtuals, a través de l’aplicació Telfy, per suplir la impossibilitat de continuar amb els clubs de lectura tradicionals.

El Servei de Biblioteques es va posar a treballar per oferir a la comunitat lectora una proposta de clubs virtuals variada i per a tots els gustos, i va idear clubs de tota mena: de novel·la negra, d’òpera, de teatre, de literatura catalana, d’autores femenines, d’escriptura. La iniciativa de crear un club de lectura virtual sobre literatura i matemàtiques va sorgir de seguida, moguda per la voluntat de col·laborar amb el Congrés Català d’Educació Matemàtica, C2EM 2020, i per tirar endavant, en uns moments difícils, alguna de les activitats matemàtiques

que estava previst oferir als usuaris de les biblioteques durant aquest 2020.

Des del Servei de Biblioteques es vol establir ponts entre diferents disciplines i ajudar a divulgar el coneixement matemàtic al públic general de les biblioteques de Catalunya. Una de les millors maneres d’aconseguir-ho és a través de la literatura: a partir de novel·les que tenen una bona base matemàtica, un lector no necessàriament expert pot treure el nas pel món de les matemàtiques i aprendre mentre es diverteix.

Per aprofundir en les diferents capes de lectura, proporcionar material extra i resoldre dubtes, el Servei de Biblioteques ha unit forces amb Xavi Roca, que ha conduït el club *Literatura i matemàtiques, un passeig per la Materatura* amb gran encert. La primera edició es va fer durant el mes de maig i va tenir tant d’èxit que se n’ha fet una segona edició amb nous membres al juny.

Els participants han estat molt diversos, tot i que potser s’ha complert que en la segona edició hi han participat persones més novelles en el món de les matemàtiques. L’estratègia seguida per moderar el club, doncs, ha variat una mica quant a contingut i estil de les intervencions, però en essència ha estat la mateixa: proposar temes de debat llançant preguntes i reflexions amb la intenció de generar discussions i connexions interessants. Les dues novel·les triades (*Los crímenes de Oxford* i *Los crímenes de Alicia*, de Guillermo Martínez, contenen un bon grapat de referències i mirades matemàtiques, i en totes dues edicions s’hi han produït debats rics. Les implicacions filosòfiques dels teoremes de Gödel, la màquina de Turing, l’estètica dels raonaments, resultats curiosos de

les sèries lògiques, paradoxes i baixos cognitius, moments històrics com la crisi dels fonaments de principis del segle XX o altres clàssics com l'escola pitagòrica han estat alguns dels temes tractats.

Molts d'aquests conceptes apareixen de manera literària al web *Materatura*, així que els relats del Xavi Roca han estat un complement idoni per a les lectures i els debats. A banda de les dues novel·les en préstec a l'eBiblio, als membres del club se'ls ha ofert, també com a complement, la possibilitat d'agafar en línia *Alícia al país de les meravelles*, de Lewis

Carroll, i *El club de la hipotenusa*, de Claudi Alsina.

L'experiència es pot considerar un èxit, no només per les valoracions rebudes pels participants, sinó també per les sensacions viscudes tant pel moderador com pels organitzadors del Servei de Biblioteques de la Generalitat de Catalunya. Apropar les matemàtiques al públic en general a través de la literatura és, definitivament, una activitat rica, profunda i inspiradora, i que esperem poder repetir aviat.

## Reaching the moon, de Katherine Johnson

Gemma Flaquer

Cap de la la Biblioteca de la FME



Autobiografia de Katherine Johnson, una de les matemàtiques afroamericanes famoses pel llibre i la pel·lícula *Figures ocultes* per haver treballat a la NASA a començaments de la dècada del 1960 ajudant en la carrera espacial dels EUA i lluitant pels drets civils dels afroamericans.

Tot i néixer a White Sulphur Springs (Virgínia Occidental), amb un alt percentatge de població blanca i una població afroamericana segregada (escoles, esglésies..) plena d'obsta-

cles racistes i sexistes, Katherine, amb unes excepcionals aptituds per les matemàtiques des de petita, va aconseguir estudiar i anar a la universitat, *cum laude* en matemàtiques i francès per la *West Virginia State University*. Les paraules del seu pare "Tu no ets millor que ningú i ningú és millor que tu" la van acompanyar al llarg de la seva vida per afrontar les adversitats racistes.

Després de la II Guerra Mundial i amb l'inici de la Guerra Freda entre la Unió Soviètica i els EUA, Katherine, fins a aquell moment professora de matemàtiques en un institut, va poder entrar a treballar a la NACA (National Advisory Committee for Aeronautics), antecessora de la NASA, com a matemàtica. Va formar part d'un equip d'enginyers i va participar en grans projectes com l'Apollo 11 amb la missió de portar el primer home a la Lluna.

El recorregut autobiogràfic de Katherine a *Reaching for the moon* permet al lector conèixer de primera persona les condicions racistes discriminatòries dels afroamericans als EUA al llarg del segle XX.

Dades del llibre:

Johnson, Katherine G., *Reaching for the moon: The autobiography of NASA mathematician Katherine Johnson*, New York, New York: Atheneum Books for Young Readers, an imprint of Simon & Schuster Children's Publishing Division, [2019] (edició en anglès; no se'n coneix l'edició en català).

# Reptes

## Problemes

Juanjo Rué

Universitat Politècnica de Catalunya

Un nou número de l'*SCM/Notícies* i un nou recull de problemes després de l'estiu més estrany de les nostres vides (almenys per a alguns de nosaltres).

Per una banda, proposem quatre nous problemes. Tres d'ells, de col·laboradors habituals d'aquesta secció: dos problemes de geometria proposats per en Miquel Amengual, des de Cala Figuera, Mallorca, i per Joaquim Nadal, des de Llagostera i un de desigualtats proposat per en Jose-Luis Díaz Barrero. N'hem proposat un quart, des de la redacció, de combinatòria. Agraïm a tots ells la seva ajuda i esperem que siguin de l'interès dels nostres lectors!

Aquesta vegada hem rebut menys solucions de les habituals... Aquest estiu de ben segur ha estat anòmal per a tothom. Malgrat això, us animem a enviar les vostres solucions de cara als propers números. Anem, doncs, ara, a les solucions. Hem rebut una solució del problema A161 i del A163 per part d'en Joaquim Nadal, una solució del problema A163 per part d'en Bruno Salgeiro i finalment la solució que publiquem del problema A164 per part d'en Miquel Amengual. No hem rebut cap solució del problema A162... Sembla que l'aritmètica se'ls ha creuat als nostres lectors! En tot cas, hem optat per publicar la majoria de les solucions enviades pels proponents, perquè eren sintètiques i curtes.

Us demanem que ens feu arribar les vostres solucions en  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  o  $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ , i així mateix cal adjuntar (si escau per al problema en consideració) les figures geomètriques corresponents en un format editable. Els punts anteriors ens facilitaran molt la feina en la tasca d'edició de les possibles solucions. Gràcies!

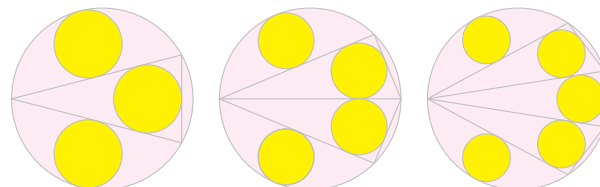
Finalment, el recordatori de sempre: les solucions i propostes de problemes cal enviar-les a

`juan.jose.rue@upc.edu`.

### Problemes proposats

**A165.** (Proposat per Miquel Amengual Covas, Cala Figuera, Mallorca.)

A cada una de les figures següents, on  $R$  designarà el radi de la circumferència gran i  $r$  el radi de cada una de les circumferències petites, determinau el valor de  $r$  en funció de  $R$ .



Nota: A cada esquema, la circumferència gran circumscriu els triangles que hi figuren, cada un dels quals amb la seva circumferència inscrita. Les restants circumferències petites són inscrites en sengles segments circulars i tangents en els punts mitjans de les respectives cordes.

**A166.** (Proposat per la redacció.)

Sigui  $n \geq 2$  un nombre enter. Per un subconjunt  $S$  no buit de  $[n] = \{1, \dots, n\}$ , denotem per  $\mathbb{E}[|S|] = \frac{1}{|S|} \sum_{s \in S} s$  (i.e., el valor mitjà dels elements de  $S$ ). Sigui  $T_n$  el nombre de subconjunts no buits de  $[n]$  pels quals  $\mathbb{E}[|S|]$  és un nombre enter. Demostreu que  $T_n - n$  és parell.

**A167.** (Proposat per José-Luis Díaz Barrero, UPC, Barcelona.)

Siguin  $a, b, c$  tres nombres reals positius tals que  $abc = a + b + c + 2$ . Demostreu que

$$\frac{2}{9} + \sqrt[3]{\frac{a+b+c+2}{(1+a)(1+b)(1+c)}} \leq \frac{1}{9}(abc).$$

Per quins valors de  $a, b, c$  es dona amb igualtat?

**A168.** (Proposat per Joaquim Nadal Vidal, Llagostera, Girona.)

En el triangle  $\triangle ABC$ , sigui  $L$  el peu de la bisectriu interior de  $C$ . Sigui  $AL = m$ ,  $LB = n$ ,  $CL = l$ . Denotem per  $a$  ( $b, c$ ) la longitud del costats del triangle oposat al vèrtex  $A$  ( $B, C$  respectivament). Demostreu que

$$l = \sqrt{ab - mn}.$$

## Solucions

**A161.** (Proposat per Miquel Amengual Covas, Cala Figuera, Mallorca.)

Sigui un punt  $P$  del costat  $AB$  d'un triangle  $\triangle ABC$ . Traceu per  $P$  una recta que talli el costat  $CA$  en el punt  $Q$  tal que la longitud del segment  $PQ$  sigui igual a la suma de les longituds dels segments de les perpendiculars tirades a  $BC$  per  $P$  i  $Q$ .

**Solució:** (Solució del proponent.)

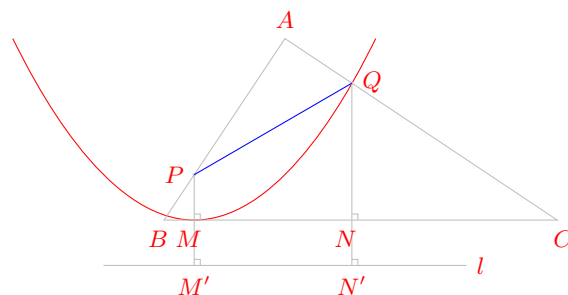
Considerem el problema resolt. Sigui  $M$  el punt de  $BC$  tal que  $PM \perp BC$  i sigui  $M'$  el punt simètric de  $P$  respecte de  $M$ .

Tracem per  $M'$  la recta  $l$  paral·lela a  $BC$ . Sigui  $N$  el peu de la perpendicular tirada a  $BC$  per  $Q$  i  $\{N'\} = QN \cap l$ . Llavors,  $PM'$  és paral·lel a  $PN'$ . Es té aleshores que la distància de  $Q$  a  $P$  és igual a la distància de  $Q$  a  $l$ :

$$\begin{aligned} d(Q, P) &= PQ \\ &= PM + QN \\ &= MM' + QN \\ &= NN' + QN \\ &= QN' \\ &= d(Q, l). \end{aligned}$$

Així doncs, el lloc geomètric del punt  $Q$  és la paràbola de focus  $P$  i directriu la recta  $l$ . La

intersecció d'aquesta paràbola i el costat  $CA$  resol el problema.



**A162.** (Proposat per Oscar Rivero Salgado, UPC, Barcelona.)

- Proveu que existeixen infinits nombres enters positius que no es poden representar de la forma  $a^2 + b^3$ , on  $a$  i  $b$  són també enters positius.
- Sigui  $n$  un nombre enter i  $p$  un primer. Proveu que sempre existeixen enters positius  $a$  i  $b$  de manera que  $a^2 + b^3 - n$  és múltiple de  $p$ .

**Solució:** (Solució del proponent.)

- Sigui  $N$  un enter positiu. Es trobarà una fita per al nombre d'enters més petits o iguals que  $N^6$  que es poden escriure com  $a^2 + b^3$ . Com que tant  $a^2$  com  $b^3$  són enters positius, se satisfà que  $a < N^3$  i  $b < N^2$ . Per tant, el nombre d'enters que es poden representar d'aquesta manera serà com a màxim  $N^2 \cdot N^3 = N^5 < N^6$ . Com que  $N$  es pot prendre arbitràriament gran, també tindrem que hi haurà un nombre arbitràriament gran d'enters positius que no es poden escriure de la manera que es demana.
- Sigui  $r \in \{0, 1, \dots, p-1\}$  el conjunt de classes de residus mòdul  $p$ , i sigui

$$S_r = \{(a, b) \in [0, p-1]^2 : a^2 + b^3 \equiv r \pmod{p}\}.$$

D'aquí en endavant usarem tota l'estona l'aritmètica mòdul  $p$ . Escrivim  $s_r = |S_r|$  i es veurà que  $s_r > 0$  per a qualsevol  $r$ , la qual cosa estableix el resultat desitjat. Per veure això, provarem primer el següent lema auxiliar:

*Sigui  $N$  el nombre de quaternes  $(a, b, c, d) \in [0, p-1]^4$  per a les quals  $a^2 + b^3 \equiv c^2 + d^3$  mòdul  $p$ . Aleshores, se satisfà que*

$$N = \sum_{r \in [0, p-1]} s_r^2 \leq p(p^2 + 2p - 2).$$

La primera igualtat és gairebé immediata. Per a cada classe  $r$ , existeixen  $s_r$  parelles  $(a, b)$  amb  $a^2 + b^3 \equiv r$ , i  $s_r$  parelles amb  $c^2 + d^3 \equiv r$ . Per tant, existeixen  $s_r^2$  quaternes. La desigualtat, però, és més subtil. Fixem primer un parell  $(b, d) \in [0, p-1]^2$  i determinem quantes parelles  $(a, c)$  satisfan la congruència demanada. Suposi's en primer lloc que  $b^3 \equiv d^3$ . Aleshores, el valor de  $b$  es pot triar de  $p$  maneres diferents; si  $b \equiv 0$ , llavors  $d \equiv 0$ ; i en la resta de casos n'hi ha com a molt 3, de valors possibles per a  $d$ . Si  $k$  és el nombre de vegades que passa aquest cas, tenim doncs que  $k \leq 3p-2$ . A més, l'equació

$$a^2 - c^2 \equiv (a - c)(a + c) \equiv 0$$

admet  $2p-1$  solucions diferents mòdul  $p$ . En canvi, si  $b^3$  no és congruent amb  $d^3$ , fent servir l'equació

$$(a - c)(a + c) = d^3 - b^3,$$

es té que el valor de  $a - c$  determina automàticament el de  $a + c$  (i per tant, quan  $p > 2$ , els valors de totes dues variables). D'aquí se'n conclou que

$$\begin{aligned} N &\leq k(2p-1) + (p^2 - k)(p-1) \\ &= p^2(p-1) + kp \\ &\leq p^2(p-1) + p(3p-2) \\ &= p(p^2 + 2p - 2). \end{aligned}$$

Noti's que hem establert una fita inferior per al valor de  $N$ . Ara podem provar la propietat demanada trobant una fita superior que ens porti a una contradicció. Suposi's que  $s_r = 0$  per a algun  $r$ , i denoti's per  $T$  el conjunt de les potències sisenes no zero mòdul  $p$ . Com que cada residu és una potència sisena per a com a molt 6 valors, tenim que  $|T| \geq (p-1)/6 \geq 2$  si  $p \geq 13$ . Es té a més que si  $t \in T$ , llavors  $s_{tr} = 0$ ; si no fos així i  $x^2 + y^3 \equiv tr$ , amb  $t \equiv u^6$  per a algun  $u$ ,

$$(u^{-3}x)^2 + (u^{-2}y)^3 \equiv t^{-1}(x^2 + y^3) \equiv r.$$

Per tant, almenys dos dels nombres  $s_1, s_2, \dots, s_{p-1}$  són zero. Si ara fem servir la desigualtat entre les mitjanes aritmètica i quadràtica aplicada als  $p-2$  nombres del conjunt  $s_0, s_1, \dots, s_{p-1}$  que sabem que són no zero, veiem que

$$N = \sum_{r \in [0, p-1]} s_r^2$$

$$\begin{aligned} &\geq \frac{1}{p-2} \left( \sum_{r \in [0, p-1]} s_r \right)^2 = \frac{p^4}{p-2} \\ &> p(p^2 + 2p - 2), \end{aligned}$$

la qual cosa no pot passar pel resultat vist abans. Observi's que la desigualtat  $p^4 > p(p-2)(p^2 + 2p - 2)$  es comprova de manera immediata operant amb els polinomis corresponents.

Ara bé, encara cal comprovar els primers petits  $p < 13$ . Si  $p = 3$  o  $p = 3k+2$  aleshores el resultat és immediat perquè  $b^3$  pren tots els residus mòdul  $p$ . En canvi, pel primer  $p = 7$  hem de fer la comprovació *manualment* i de seguida veiem que es prenen tots els residus possibles. A més, el cas  $p = 2$  també s'ha de comprovar, perquè havia estat exclòs.

*Comentari del proponent.* El segon apartat d'aquest problema està basat en un altre de la llista curta sobre la qual es va elaborar la prova de l'Olimpiada Internacional de Matemàtiques el 2012 (aquí, però, hem proposat una versió una mica més senzilla i fàcil d'estudiar per altres mètodes). El problema original, que es considerava de *màxima dificultat*, de ben segur va estar descartat perquè se simplificava molt amb el coneixement de resultats avançats sobre l'aritmètica de corbes algebraiques, que de ben segur ignorarien la major part dels concursants.

**A163.** (Proposat per José-Luis Díaz Barrero, UPC, Barcelona.)

Siguin  $a, b, c$  les longituds dels costats d'un triangle  $\triangle ABC$  amb àrea  $S$ , circumradi  $R$  i semiperímetre  $p$ . Demostreu que

$$\frac{(p-a)^4}{c(p-b)} + \frac{(p-b)^4}{a(p-c)} + \frac{(p-c)^4}{b(p-a)} \geq \frac{3}{2} \left( \frac{RS}{2} \right)^{2/3}.$$

**Solució:** (Solució del proponent.)

Insertant el terme  $\frac{ab+bc+ca}{8}$ , afirmem que es compleix la desigualtat següent:

$$\frac{(p-a)^4}{c(p-b)} + \frac{(p-b)^4}{a(p-c)} + \frac{(p-c)^4}{b(p-a)} \geq \frac{ab+bc+ca}{8} \geq \frac{3}{2} \left( \frac{RS}{2} \right)^{2/3}.$$

En efecte, denotant per  $p = (a+b+c)/2$ , el terme de l'esquerra pot escriure's, en terme de les longituds dels costats, com

$$\frac{(b+c-a)^4}{c(c+a-b)} + \frac{(c+a-b)^4}{a(a+b-c)} + \frac{(a+b-c)^4}{b(b+c-a)} \geq ab + bc + ca.$$

Per provar l'anterior, usem la desigualtat de Radon-Bergström, que afirma que

$$\frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} + \frac{z^2}{c} \geq \frac{(x+y+z)^2}{a+b+c}.$$

Per tant, usant l'anterior i tenint en consideració que  $a^2 + b^2 + c^2 \geq ab + bc + ca$ , tindrem que

$$\begin{aligned} \sum_{cyc} \frac{(a-b+c)^4}{a(a+b-c)} &\geq \frac{[(b+c-a)^2 + (c+a-b)^2 + (a+b-c)^2]^2}{a(a+b-c) + b(b+c-a) + c(c+a-b)} \\ &= \frac{[3(a^2+b^2+c^2) - 2(ab+bc+ca)]^2}{a^2+b^2+c^2} \\ &\geq \frac{(a^2+b^2+c^2)^2}{a^2+b^2+c^2} \\ &\geq ab+bc+ca, \end{aligned}$$

on  $\sum_{cyc}$  denota que la suma es cíclica sobre  $a, b$  i  $c$ . L'igualtat es dona si  $a = b = c$ . Dit d'una altra manera, quan  $\triangle ABC$  és equilàter. Finalment, usant la desigualtat aritmètico-geomètrica, tenim que

$$\begin{aligned} \frac{ab+bc+ca}{8} &\geq \frac{3}{8} \sqrt[3]{a^2b^2c^2} = \\ &= \frac{3}{8} \sqrt[3]{(4RS)^2} = \frac{3}{2} \left(\frac{RS}{2}\right)^{2/3}, \end{aligned}$$

on hem usat la igualtat  $abc = 4RS$ , ben coneguda. De nou, la igualtat es dona quan  $a = b = c$ , i per tant ja hem acabat.

**A164.** (Proposat per Joaquim Nadal Vidal. Llagostera, Girona.)

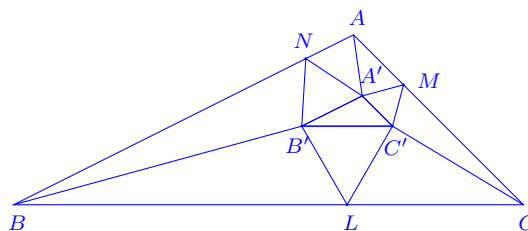
A l'interior d'un triangle  $\triangle ABC$  dibuixem un triangle  $\triangle A'B'C'$  amb els costats paral·lels als del triangle inicial (i, per tant, semblants) de manera que existeixin punts  $L, M, N$  situats sobre  $AB, BC$  i  $CA$  respectivament tals que els triangles  $\triangle A'B'L, \triangle B'C'M$  i  $\triangle C'A'N$  són equilàters. Trobeu el màxim valor de la raó de semblança  $k$  entre  $\triangle A'B'C'$  i  $\triangle ABC$ .

**Solució:** (Solució de Miquel Amengual Covas, Cala Figuera, Mallorca.)

Denotem per  $a = BC, b = CA$  i  $c = AB$  les longituds dels costats del triangle  $\triangle ABC$ . Aleshores,  $ka = B'C', kb = C'A'$  i  $kc = A'B'$  són les longituds dels costats del triangle  $\triangle A'B'C'$ .

A més,  $[A'B'C'] = k^2 [ABC]$ , on d'ara endavant usarem la notació  $[UV \dots Z]$  per indicar l'àrea

del polígon  $UV \dots Z$ .



Observem que

$$[ABC] = [A'B'C'] + [ABB'A'] + [BCC'B'] + [CAA'C'], \quad (1)$$

on, per construcció de  $\triangle A'B'C'$ , els quadrilàters  $ABB'A', BCC'B'$  i  $CAA'C'$  són trapezis.

Atès que  $B'C'$  és paral·lel a  $BC$ , la longitud de l'altura del trapezi  $BCC'B'$  és la mateixa que la del triangle equilàter  $\triangle B'C'L$ . O sigui,  $\frac{ka\sqrt{3}}{2}$ . D'això se segueix que

$$\begin{aligned} [BCC'B'] &= \frac{1}{2} (BC + B'C') \cdot \frac{ka\sqrt{3}}{2} \\ &= \frac{1}{2} (a + ka) \frac{ka\sqrt{3}}{2} \\ &= \frac{\sqrt{3}}{4} k(k+1)a^2. \end{aligned}$$

Argumentant de manera similar al cas anterior tenim

$$\begin{aligned} [ABB'A'] &= \frac{\sqrt{3}}{4} k(k+1)c^2, \\ [CAA'C'] &= \frac{\sqrt{3}}{4} k(k+1)b^2. \end{aligned}$$

Substituint aquestes expressions a (1), obtenim la igualtat següent, equivalent:

$$[ABC] = k^2 [ABC] + \frac{\sqrt{3}}{4} k(k+1)(a^2 + b^2 + c^2),$$

d'on deduïm que

$$[ABC] \geq k^2 [ABC] + 3k(k+1)[ABC], \quad (2)$$

atès que

$$a^2 + b^2 + c^2 \geq 4\sqrt{3}[ABC] \quad (3)$$

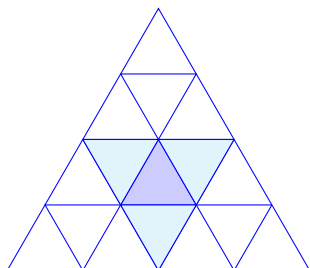
(d'aquesta coneguda desigualtat, dita de Weitzenböck, se'n poden trobar onze demostracions en el llibre d'Arthur Engel, *Problem-Solving Strategies*, Springer (1998).)



La desigualtat (2), dividida per  $[ABC]$ , esdevé

$$4k^2 + 3k - 1 \leq 0,$$

que té les solucions  $-1 \leq k \leq \frac{1}{4}$ . Podem, doncs, concloure que el màxim valor volgut de  $k$  és  $\frac{1}{4}$  i s'assoleix quan s'ateny la igualtat a (3), si i només si el triangle  $\triangle ABC$  és equilàter (vegeu la figura següent):



## Matemots

Xavier Gràcia

Universitat Politècnica de Catalunya

Recordeu que es tracta d'un joc de llengua (vegeu 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.

Vam dedicar els dos números anteriors als nombres. Un dels enigmes, per exemple, demanava trobar el nombre (no natural) amagat dins la definició "Quantitat de medicament que s'ha d'administrar". Naturalment, es tracta del nombre complex  $2i$ .

En aquesta ocasió us proposem una nova llista d'enigmes de contingut matemàtic, com sempre, però vinculats als temps estranys que estem vivint. Endevineu de què parlem?

En cas de dubte podeu trobar-ne les respostes al peu de pàgina.<sup>27</sup>

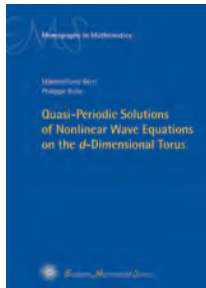
1. Tipus de creixement popularitzat per Malthus i per les pandèmies (11 lletres)
2. Pot ser real, funcional o de sang (7 lletres)
3. Guarint-te mentre comptes els dies d'aïllament (8 lletres i guionet)
4. Poden ser d'intersecció, crítics i també de sutura (5 lletres)
5. Òbit matemàtic (8)
6. Pot ser de primalitat, d'hipòtesi i fins i tot PCR (menys de 5)
7. És un primer moment i també el temps de tota una de vida (9)
8. Pot ser canònica, d'optimisme o de penicil·lina (8)

<sup>27</sup>Respostes als Matemots: 5. definició; 7. esperança; 8. anàlisi; 3. curant-te; 1. exponencial; 8. injeció; 6. test; 4. punts. (2) per de desenvolupar i invertir.



## New books published by the European Mathematical Society

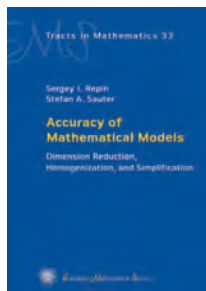
Individual members of the EMS, member societies or societies with a reciprocity agreement (such as the American, Australian and Canadian Mathematical Societies) are entitled to a discount of 20% on any book purchases, if ordered directly at the EMS Publishing House.



Massimiliano Berti (SISSA, Trieste, Italy) and Philippe Bolle (Avignon Université, France)  
**Quasi-Periodic Solutions of Nonlinear Wave Equations on the  $d$ -Dimensional Torus** (EMS Monographs in Mathematics)

ISBN 978-3-03719-211-5. 2020. 374 pages. Hardcover. 16.5 x 23.5 cm. 69.00 Euro

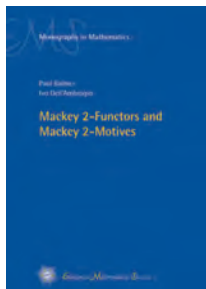
This book is dedicated to equivariant mathematics, specifically the study of additive categories of objects with actions of finite groups. The framework of Mackey 2-functors axiomatizes the variance of such categories as a function of the group. In other words, it provides a categorification of the widely used notion of Mackey functor, familiar to representation theorists and topologists. The book contains an extended catalogue of examples of such Mackey 2-functors that are already in use in many mathematical fields from algebra to topology, from geometry to KK-theory. Among the first results of the theory, the ambidexterity theorem gives a way to construct further examples and the separable monadicity theorem explains how the value of a Mackey 2-functor at a subgroup can be carved out of the value at a larger group, by a construction that generalizes ordinary localization in the same way that the étale topology generalizes the Zariski topology. The second part of the book provides a motivic approach to Mackey 2-functors, 2-categorifying the well-known span construction of Dress and Lindner. This motivic theory culminates with the following application: The idempotents of Yoshida's crossed Burnside ring are the universal source of block decompositions. The book is self-contained, with appendices providing extensive background and terminology. It is written for graduate students and more advanced researchers interested in category theory, representation theory and topology.



Sergey I. Repin (Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia) and Stefan A. Sauter (Universität Zürich, Switzerland)  
**Accuracy of Mathematical Models. Dimension Reduction, Homogenization, and Simplification** (EMS Tracts in Mathematics, Vol. 33)

978-3-03719-206-1. 2020. 333 pages. Hardcover. 17 x 24 cm. 59.00 Euro

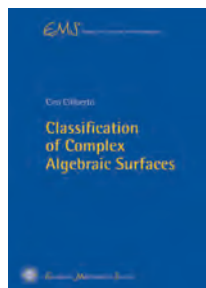
The expansion of scientific knowledge and the development of technology are strongly connected with quantitative analysis of mathematical models. Accuracy and reliability are the key properties we wish to understand and control. This book presents a unified approach to the analysis of accuracy of deterministic mathematical models described by variational problems and partial differential equations of elliptic type. It is based on new mathematical methods developed to estimate the distance between a solution of a boundary value problem and any function in the admissible functional class associated with the problem in question. The theory is presented for a wide class of elliptic variational problems. It is applied to the investigation of modelling errors arising in dimension reduction, homogenization, simplification, and various conversion methods (penalization, linearization, regularization, etc.). A collection of examples illustrates the performance of error estimates.



Paul Balmer (University of California, Los Angeles, USA) and Ivo Dell'Ambrogio (Université de Lille, France)  
**Mackey 2-Functors and Mackey 2-Motives** (EMS Monographs in Mathematics)

ISBN 978-3-03719-209-2. 2020. 235 pages. Hardcover. 16.5 x 23.5 cm. 59.00 Euro

This book is dedicated to equivariant mathematics, specifically the study of additive categories of objects with actions of finite groups. The framework of Mackey 2-functors axiomatizes the variance of such categories as a function of the group. In other words, it provides a categorification of the widely used notion of Mackey functor, familiar to representation theorists and topologists. The book contains an extended catalogue of examples of such Mackey 2-functors that are already in use in many mathematical fields from algebra to topology, from geometry to KK-theory. Among the first results of the theory, the ambidexterity theorem gives a way to construct further examples and the separable monadicity theorem explains how the value of a Mackey 2-functor at a subgroup can be carved out of the value at a larger group, by a construction that generalizes ordinary localization in the same way that the étale topology generalizes the Zariski topology. The second part of the book provides a motivic approach to Mackey 2-functors, 2-categorifying the well-known span construction of Dress and Lindner. This motivic theory culminates with the following application: The idempotents of Yoshida's crossed Burnside ring are the universal source of block decompositions. The book is self-contained, with appendices providing extensive background and terminology. It is written for graduate students and more advanced researchers interested in category theory, representation theory and topology.



Ciro Ciliberto (Università di Roma Tor Vergata, Italy)  
**Classification of Complex Algebraic Surfaces** (EMS Series of Lectures in Mathematics)

ISBN 978-3-03719-210-8. 2020. 143 pages. Softcover. 17 x 24 cm. 36.00 Euro

The classification of complex algebraic surfaces is a very classical subject which goes back to the old Italian school of algebraic geometry with Enriques and Castelnuovo. However, the exposition in the present book is modern and follows Mori's approach to the classification of algebraic varieties. The text includes the  $P_{12}$  theorem, the Sarkisov programme in the surface case and the Noether–Castelnuovo theorem in its classical version.

This book serves as a relatively quick and handy introduction to the theory of algebraic surfaces and is intended for readers with a good knowledge of basic algebraic geometry. Although an acquaintance with the basic parts of books like *Principles of Algebraic Geometry* by Griffiths and Harris or *Algebraic Geometry* by Hartshorne should be sufficient, the author strove to make the text as self-contained as possible and, for this reason, a first chapter is devoted to a quick exposition of some preliminaries.

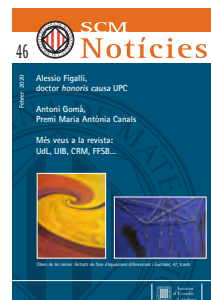
# Publicacions de la Societat Catalana de Matemàtiques



## SCM/Notícies

Publicació periòdica en català, amb informació i 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, a través del correu: [scm.noticies@correu.iec.cat](mailto:scm.noticies@correu.iec.cat).

**Número 46**, febrer 2020. Contingut destacat: A, Figalli, doctor honoris causa UPC, A. Gomà, Premi Maria Antònia Canals, més veus a la revista, ...



## 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 35-1**, 2020. Articles de P. Ara, J. Moreno, M. Blanco i P. Pascual, O. Serra



## 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 46**, 2020. Entrevista a A. Gomà i articles de R. Delgado sobre xarxes bayesians, J. Reyes presentant un canvi metodològic a primària i M. Cuquet i A. Schluter sobre l'edició de Viquipèdia amb estudiants de secundària.



## 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, pot incloure articles sobre TFM que incloguin aportacions originals significatives. Contacteu amb l'editor: Xavier Bardina.

**Número 5**, 2020. Articles de: E. Vilalta, D. Fojo, D. Codony, S. Fernández-Mendez i premis dels premi Noether.



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 / 47  
Edita la Societat Catalana de Matemàtiques  
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

