

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 celebros, 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 vau 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, 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 treballo 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...



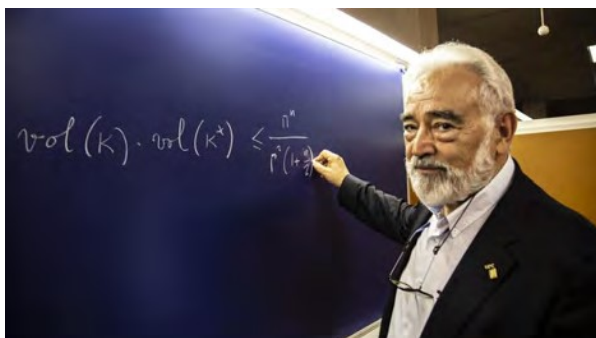
Joaquim Serra, davant una pissarra

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 meva 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 algebraiques. 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 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?

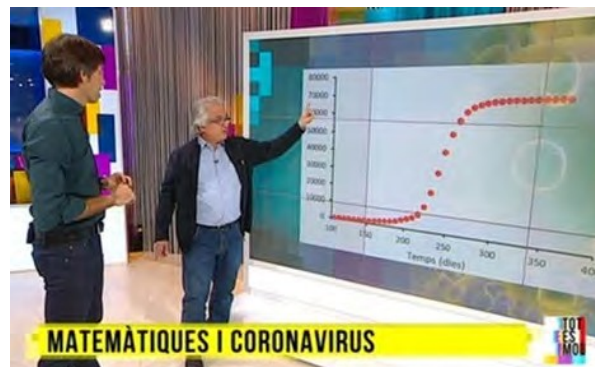
Aquests mesos, la covid-19 ha protagonitzat hores i més hores als mitjans de comunicació, més o menys acompanyada de dades i gràfiques que posaven en relleu el paper de les matemàtiques. Aquesta és la motivació d'aquesta doble pregunta, adreçada tant a persones que no treballen directament en matemàtiques 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.