A. Figalli, doctor *honoris causa* per la UPC

Crònica

Sebastià Xambó-Descamps
Professor emèrit, Departament de Matemàtiques, UPC

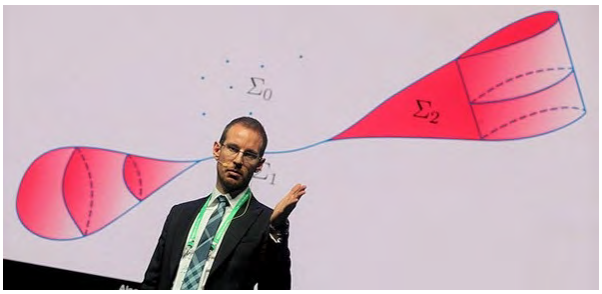
Rio de Janeiro, 1/8/2018

Inici del Congrés Internacional de Matemàtiques, l'ICM-2018, celebrat per primera vegada a l'hemisferi sud del continent americà. Fou una fita aconseguida per la matemàtica brasilera, en general, i per la de l'Institut Nacional de Matemàtica Pura i Aplicada (IMPA) de Rio, en particular. De fet, el director d'aquest institut, Marcelo Viana, fou el president del congrés, i també hi degué influir el fet que Jacob Palis hagués estat president de la Unió Matemàtica Internacional(IMU)(1999-2002) i que Artur Avila hagués guanyat la Medalla Fields a l'ICM de Seül (2014) per les seves "profundes contribucions a la teoria dels sistemes dinàmics". El moment estel·lar del dia, el més esperat, fou l'anunci dels guanyadors de la Medalla Fields:

Caucher Birkar (Cambridge, UK), Alessio Figalli (ETH, Zurich), Peter Scholze (Universitat de Bonn), Akshay Venkatesh (IAS, Princeton)

En el cas d'Alessio Figalli, la menció fou per "contribucions a la teoria del transport òptim i les seves aplicacions a les equacions en derivades parcials, a la geometria mètrica i a la teoria de la probabilitat". Luis Caffarelli, invitat a fer la *laudatio*, va afirmar que "el seu treball és de la més alta qualitat en termes d'originalitat, innovació i impacte, tant en les matemàtiques en si com en les seves aplicacions", i que estava destinat "a ser un dels matemàtics més influents de la seva generació".

La conferència plenària que li correspongué com a medallista fou titulada *Regularity of interfaces in phase transitions via obstacle problems*. Programada per al dissabte 4 d'agost, fou una ocasió memorable per la seva gran qualitat, i també pel fet que al final va esmentar resultats de treballs fets en col·laboració amb Xavier Ros-Oton i Joaquim Serra, els quals, després de completar els estudis de matemàtiques (llicenciatura i màster) a la FME, van doctorar-se (UPC, juny de 2014) sota la direcció de Xavier Cabré. Actualment ocupen posicions a la Universitat de Zuric (UZH) i l'Institut Federal Suís de Tecnologia de Zuric (ETH), respectivament. Val a dir que Ros-Oton ocuparà una plaça de professor d'investigació ICREA al Departament de Matemàtiques de la UB a partir del setembre del 2020.



Alessio Figalli en un moment de la seva conferència plenària a l'ICM-2018 (4 d'agost de 2018)

Doctor *honoris causa*

En una conversa informal a finals del 2018 entre Jaume Franch, degà de la FME, i Xavier Cabré, va sorgir la idea de proposar Alessio Figalli per a ser investit com a doctor *honoris causa* per la UPC. Atès que la resposta del rectorat el gener del 2019 fou favorable, i també la de Figalli, apropat per Ros-Oton, es procedí amb els tràmits formals: aprovació per la Junta de la FME primer (març) i després pel Consell de Govern (maig). El procés va culminar el novembre del 2019 amb una jornada científica d'homenatge a Figalli el dijous 21, celebrada a la Sala d'Actes de la FME, i la cerimònia solemne d'investidura el divendres 22.

Per a aquella ocasió es van elaborar uns pòsters sobre la vida i obra d'Alessio Figalli, que podeu trobar al web de la FME [2]. Al final del primer pòster, dedicat als col·laboradors principals de Figalli, apareixen Ros-Oton, Serra, Xavier Fernández-Real i Cabré, la recerca del qual ha estat un factor primordial per arribar fins aquí. Mentre els pòsters segon i tercer donen una visió de conjunt de l'obra de Figalli, el quart, basat en una presentació de Ros-Oton l'octubre del 2018 a Zuric, aprofundeix en els seus vessants matemàtics. El cinquè resumeix la seva trajectòria acadèmica; el sisè, els premis i distincions que ha rebut, i el setè, les dades biogràfiques més rellevants. D'aquests continguts

no en diem res més aquí, ja que els detalls més significatius s'esmenten en dos documents inclosos més avall: la *laudatio* de Xavier Cabré i la *lliçó doctoral* de Figalli.

Dijous, 21/11/2019

La jornada es va obrir amb unes paraules de benvinguda del rector de la UPC i del degà de la FME, i va constar de cinc conferències i una taula rodona. Les conferències del matí van ser presidides per Joan Solà-Morales (UPC).

Francesc Torres (rector), Alessio Figalli, Jaurme Franch (degà), Joan Solà-Morales

Conferències

Els conferenciants invitats ho van ser com a col·laboradors molt destacats de Figalli: dos de la Universitat Autònoma de Madrid (UAM), Juan Luis Vázquez i Matteo Bonforte; Xavier Ros-Oton i Joaquim Serra, ja esmentats, de la generació més jove, i Xavier Cabré, a qui va correspondre tancar la jornada.

Tot seguit ens limitem a consignar els títols de les conferències, ja que els corresponents vídeos es poden trobar al web de la FME.

- *Elliptic and parabolic equations of fractional nonlocal type* (Vázquez).
- *Nonlinear and nonlocal degenerate diffusions on bounded domains* (Bonforte).
- *Generic regularity in free boundary problems* (Ros-Oton).
- *Regularity of stable interfaces: from nonlocal to local* (Serra).
- *Regularity of stable solutions to semilinear elliptic equations* (Cabré).

Per als vídeos de les conferències i de la taula rodona que segueix, vegeu [2].

Taula rodona

Es programà com a primera activitat de la tarda, abans de les conferències de Serra i Cabré. Moderada pel degà, en van formar part Figalli i els cinc conferenciants de la jornada, encarregats de formular-li preguntes. Tot seguit consignem una selecció de les idees que s'hi van debatre. La primera paraula va ser la de Juan Luis Vázquez. Després de reconèixer la gran popularitat de les matemàtiques, en bona mesura derivada de les seves múltiples i vistoses aplicacions, va expressar una certa preocupació per la possible repercussió d'aquest fenomen en la relaxació dels continguts i de l'exigència en la necessària formació matemàtica fonamental dels estudiants de grau, i va concloure demanant l'opinió de Figalli sobre aquestes percepcions, icloent-hi la qüestió de situar el punt d'equilibri entre l'estudi de la matemàtica fonamental i l'aplicada.

En la resposta, Figalli declara que no hi veu una dicotomia real i aporta diverses consideracions a favor d'aquest punt de vista. Addueix que en alguns països, especialment els Estats Units d'Amèrica i el Regne Unit, és possible seguir estudis molt intensius de matemàtiques, molt teòrics, que donen l'opció a decidir posteriorment si continuar en el sector acadèmic o passar a altres àmbits en què els seus perfils són molt apreciats. Aquest enfocament forneix possibilitats atractives als estudiants que altrament anirien directament a carreres en què en principi és més fàcil trobar feina. De retruc, així també s'afavoreix que més persones tinguin l'oportunitat de dedicar-se a les matemàtiques.

En Xavier Cabré li demana si pot descriure breument el paper de l'Escola Normal Superior de Pisa (SNSP) en el sistema universitari italià, també quina importància va tenir per a la seva pròpia carrera, i finalment si té algun suggeriment sobre com podria Espanya maximitzar les possibilitats d'aconseguir una Medalla Fields en el futur.

Bona pregunta! Sí, és una sort per als italians de tenir l'SNSP, una institució de matriu francesa fundada per Napoleó, diu Figalli, i afegeix que per a ell va ser excel·lent. L'ingrés és competitiu, obert a tothom, i durant els estudis el sistema es fa càrrec de totes les despeses. Considera que està molt bé que l'estat promogui la igualtat d'oportunitats i valora positivament iniciatives més recents per enfocar noves recerques, com ara l'Escola Internacional Superior d'Estudis Avançats (SISSA) i l'Institut Universitari d'Estudis Superiors (IUSS) de Pavia. Pel que fa a l'accés a distincions i premis importants, Figalli pensa que les possibilitats estan correlacionades amb el nombre de persones d'una comunitat que adquireixen una robusta formació matemàtica, i que tenen molta importància, tant per a la Medalla Fields com per a molts altres guardons, les visites a centres de prestigi d'arreu del món.

En Xavier Cabré encara li demana quines diferències hi ha entre estudiar a l'SNSP o a una altra universitat italiana. La resposta és que el règim d'estudis té un caràcter dual, ja que es basa a seguir la docència a la Universitat de Pisa, com qualsevol altre estudiant d'aquesta institució, i complementar-la amb cursos addicionals a l'SNSP, com ara Anàlisi

(D'esquerra a dreta) Jaume Franch, Xavier Ros-Oton, Joaquim Serra, Alessio Figalli, Xavier Cabré, Juan Luis Vázquez i Mattero Bonforte

i Física en el primer any; teoria de la mesura, probabilitat, i electromagnetisme, en el segon, i geometria algebraica i mecànica quàntica, en el tercer. Dels cursos quart i cinquè no especifica cap disciplina, ja que poden variar d'un any a l'altre. Una altra característica que esmenta és el treball de resolució de les llistes de problemes assignades cada setmana. En efecte, cada estudiant és responsable de presentar una solució escrita detallada a un dels problemes, solucions que després es posen en comú. Considera que s'afavoreix així el desenvolupamanent de l'esperit i habilitats que li calen a un investigador. Molts problemes són per als enginyers i considera que la seva solució ajuda a comprendre més cabalment la significació de les matemàtiques més enllà dels teoremes abstractes apresos en la teoria.

En la següent intervenció, Matteo Bonforte s'interessa per la proporció del temps d'investigació que cal dedicar als problemes considerats difícils, i també per si cal preocupar-se, a qualsevol nivell (des d'estudiants fins a investigadors consolidats), quan la solució no es troba immediatament. D'entrada, Figalli pensa que seria fal·laç donar una resposta per a tothom, ja que les diferències entre persones són considerables. N'hi ha que són molt efectives concentrant-se en un únic problema durant molt de temps, com Andrew Wiles amb el teorema de Fermat. D'altres treballen amb una orientació més funcional, en el sentit que posen el focus en un cert grup de problemes, cosa que propicia un tractament més repartit i esglaonat de les dificultats. En els treballs fets en col·laboració, també cal tenir en compte que el progrés sovint queda reforçat per les diferències d'estil més que no pas per les coincidències. En el cas dels estudiants, particularment els de doctorat, pensa que el repartiment de l'esforç és una qüestió en la qual la supervisió hauria de ser cabdal. Un cop aconseguida una raonable autonomia investigadora, cadascú ha de trobar la seva pròpia composició. Com a il·lustració, explica el seu treball sobre les equacions de Monge-Ampère, en col·laboració amb De Philippis, que van iniciar el 2005 i no van completar fins al 2012. Els intents inicials van durar mesos, però no van ser fructífers. Quan finalment van reprendre la recerca, van constatar que les idees clau no van aflorar fins a les acaballes. Una important consideració final és que en el seu cas ha après moltes coses barallant-se amb problemes en què reiterats intents resulten fallits.

Xavier Ros-Oton posa sobre la taula la qüestió de contrastar els mèrits i desmèrits de dues modalitats d'avaluar la recerca: la de països com Espanya i Itàlia, en què es recompten els articles publicats o les cites, i la de països com els Estats Units d'Amèrica, Alemanya o Suïssa, en què el pes rau en les cartes de recomanació d'experts i la qualitat de la millor recerca feta.

Després de considerar que la qüestió és molt delicada, Figalli primer descriu com funciona el sistema italià, després valora el paper de les cartes de recomanació i, finalment, defensa un sistema supervisat, basat en regles clares de procediment, com el que pot garantir la major objectivitat i transparència. Pel que fa al sistema italià, destaca el filtre de les mitjanes, és a dir, que per ser considerat, posem, per a una habilitació, cal tenir un nombre de publicacions no inferior al superat per un 60% del professorat de l'àrea, i similarment amb el nombre de cites i amb l'anomenat índex h. Entre els problemes d'aquest sistema, assenyala que pot deixar fora de consideració articles importants, també l'absència d'un mínim control de qualitat dels que superen els indicadors, i el fet que la definició de les mitjanes implica que cada vegada sigui més difícil assolir-les. La justificació de les cartes de recomanació rau en el fet que arriba un moment en què cal entrar en els continguts i la seva significació, valorar-ne l'impacte real independentment de la revista on s'hagin publicat, ja que cap revista pot ser referència indiscutible per a totes les àrees, i en això una selecció apropiada dels experts pot ser decisiva. Però també adverteix que no se'n pot abusar, ja que comporta molt d'esforç per part de tothom, de manera que el seu ús és recomanable després d'algun tipus de filtre previ. Finalment, expressa que li agrada el sistema basat en regles, com ara per tractar els conflictes d'interès, d'ús ordinari als EUA. Un sistema de regles clares, impersonals, simplifica la presa de decisions, especialment si el procés és supervisat, com és el cas de Suïssa, per

algú que sàpiga pautar el desenvolupament independentment de les persones que hi participen. Un supervisor pot fer que algú hagi de sortir de la sala, després de permetre-li dir el que cregui convenient, si té un conflicte d'interès en la qüestió a dirimir, cosa que difícilment funcionaria planerament si la petició hagués de sorgir d'algun dels membres de la comissió.

Al seu torn, Joaquim Serra introdueix el tema de la valoració de les sortides professionals dels doctorats en matemàtiques. Mentre que en països com ara els EUA i Suïssa la majoria van a la indústria, i que aquesta sortida està ben valorada, en d'altres, com ara Itàlia i Espanya, es percep com un cert malguany en la carrera acadèmica, per bé que aquesta impressió potser ja ha començat a canviar. Com podria la universitat beneficiar-se del prestigi de les matemàtiques en la societat si augmentés el nombre de doctorats excel·lents en posicions no acadèmiques i, per tant, la interacció de la universitat amb la societat?

En la seva resposta, Figalli pondera que la dificultat rau, almenys en el cas d'Itàlia, en el fet que per a les empreses el grau de doctor no sol representar cap valor afegit respecte d'un títol de màster. És natural, doncs, que els potencials doctorands no vegin, des del punt de vista de les ocupacions en el món empresarial, cap benefici tangible en l'esforç d'obtenir un doctorat. Als EUA, en canvi, el títol de doctor és ben valorat, la qual cosa es tradueix, com a regla general, en millors salaris. Tanmateix, el benefici social del doctorat són les persones preparades per pensar críticament, per resoldre problemes, unes apteses que són rellevants per a moltes ocupacions. Com que l'acceptació d'aquesta constatació per la societat és un valor a l'alça, també ho és el benefici que n'obté la universitat. Assolir l'èxit d'una interacció madura universitat-empresa té a favor el fet que el nombre de titulats superiors en matemàtiques és molt petit comparat amb el conjunt de tots els titulats de nivells similars.

Considera també alguns dels elements de la situació a l'ETH que potencien aquesta dinàmica. El caràcter politècnic de l'ETH comporta que el Departament de Matemàtiques imparteix docència en tots els altres departaments. Això garanteix una bona base matemàtica a tothom, que comporta una millor acceptació del paper dels matemàtics a la indústria, que al seu torn permet al Departament de Matemàtiques accedir a més recursos, particularment per a la recerca. Aquest cercle indica que la indústria pot ser una aliada, i ho il·lustra amb els doctorats conjunts amb empreses, com ara Google en el cas d'ETH. És un bon moment per a les matemàtiques!

La darrera pregunta de la mesa la formula el degà, en dues parts. Per a un estudiant que s'acaba de doctorar, quina estratègia és millor: romandre a la mateixa institució i intentar obtenir una plaça fixa en el mateix lloc o aventurar-se a sortir a l'estranger? En aquest sentit, quina importància ha tingut, en els teus triomfs, l'estada a Austin?

La resposta, previsible, és taxativa: Figalli està personalment en contra de romandre en el mateix lloc, però li sembla natural que hi hagi persones que retornin posteriorment. De fet, pensa que un periple d'alguns anys fora és molt positiu per a tothom, més que res pels guanys en coneixements i experiència. La seva pròpia formació com a matemàtic va començar a Itàlia, on va aprendre les tècniques de l'escola de De Giorgi, incloent-hi càlcul de variacions i teoria geomètrica de la mesura; després va passar tres anys a França, on es va familiaritzar amb la interrelació entre el transport òptim i les desigualtats isoperimètriques i finalment va venir l'estada a Austin, a redós de Luis Caffarelli, i on va resoldre, al cap de tres anys, el problema de Monge-Ampère. D'aquesta darrera etapa subratlla el bon clima de recerca, que li permetia saber quines matemàtiques s'estaven fent parlant amb el mateix Caffarelli i amb els invitats al seu seminari o assitint a cursos de doctorat impartits per col·legues, unes activitats que mai hauria pogut fer a Itàlia. De fet subratlla que es considera un producte dels seus viatges i pensa que la recepta pot valer per a altres investigadors.

Agafant-se a l'oportunitat donada pel degà a la sala, un estudiant de doctorat exposa que li sembla molt bé la col·laboració en recerca, ja que hi veu molts avantatges, però amb l'inconvenient, segons persones del seu entorn, que el crèdit per al treball queda minvat.

En el comentari de Figalli, primer assenyala que sobre aquesta qüestió hi ha moltes diferències entre persones, i que els consells del director de tesi poden ser determinants. També considera que en tot cas convé que alguna publicació sigui sobre un problema resolt de principi a fi per l'estudiant, ja que aquesta autonomia és part del que comporta l'accés al grau de doctor. D'altra banda, en les publicacions el que compta primàriament són els resultats, siguin en col·laboració o no.

Com a il·lustració, posa el cas del seu primer article. A l'inici del seu doctorat, el seu director, Luigi Ambrosio, el va enviar un semestre a Lió. Allà va conèixer Albert Fathi, que li va donar un article recent sobre transport òptim en varietats compactes, i li va suggerir que estaria molt bé estendre'l a varietats no compactes. Figalli va reaccionar dient que allò semblava molt senzill, cosa que induí Fathi a dir que precisament per això era un problema interessant per començar. Figalli s'hi va posar i es va anar adonant que la generalització tenia més dificultats de les que havia estimat al principi.

Omplir tots els detalls, i exposar-los d'una manera ordenada i completa fou un aprenentatge decisiu en aquell moment de la seva carrera [1].

En Xavier Cabré complementa els comentaris anteriors amb la idea que hom es troba amb problemes difícils que probablement només podrà resoldre col·laborant amb altres investigadors, i estima que aquesta consciència té efectes positius en la dinàmica investigadora.

Elogi dels mèrits del professor Alessio Figalli

Xavier Cabré
Departament Matemàtiques UPC, ICREA

Benvolguts rector, membres del Consell de Direcció, directors i directores de centres de la UPC. Benvolgut professor Figalli.

Em complau moltíssim que, arran de la proposta del degà de la Facultat de Matemàtiques i Estadística, la meva universitat investeixi doctor *honoris causa* Alessio Figalli, no només per la gran rellevància de la figura de Figalli en les matemàtiques, sinó també per la meva relació científica amb ell i per la important tasca de tutor que duu a terme amb diversos exalumnes de la UPC. Avui tinc l'honor de presentar-vos-el i explicar-vos-en breument la trajectòria i les aportacions.

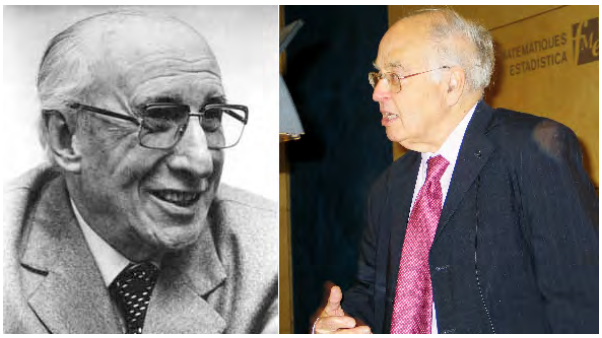
Alessio Figalli és un matemàtic italià de 35 anys. Va néixer a Roma el 1984. Entre el 2002 i el 2006 va estudiar matemàtiques a la Scuola Normale Superiore de Pisa, a Itàlia. Va obtenir el títol de doctor el 2007, amb 23 anys, sota la direcció de dos grans matemàtics: Luigi Ambrosio (Premi Fermat i Premi Balzan), de la Scuola Normale, i Cédric Villani (Medalla Fields), de l'École Normale Supérieure de Lió. La seva àrea de recerca en matemàtiques és l'anàlisi, més concretament les equacions en derivades parcials i el càlcul de variacions. Al final de l'elogi parlaré breument d'aquests temes.

Després del doctorat, Figalli va treballar dos anys a França, a la Universitat de Niça i a l'École Polytechnique. Des del 2009 fins al 2016 va ser professor a la Universitat de Texas, a Austin, que és on ha fet la major part de la seva carrera. Va començar com a professor titular i Harrington Faculty Fellow; més tard el van nomenar catedràtic i va passar a ocupar la càtedra R. L. Moore. Des del 2016 és catedràtic de l'ETH Zürich, a Suïssa.

Ha dirigit unes deu tesis doctorals i ha tutoritzat també uns deu postdocs. És editor de nou revistes de l'àmbit de les matemàtiques i ha publicat prop de 150 articles (una xifra molt elevada per a un matemàtic de la seva edat) amb uns 90 col·laboradors. Hi ha una particularitat de la seva producció científica que admiro molt: el ventall increïblement ampli de temes i àmbits sobre els quals és capaç de publicar al màxim nivell.

El 2012, Figalli va rebre un premi molt important: el Premi de la Societat Matemàtica Europea per a investigadors joves, de màxim 35 anys. El 2018, fa un any, va obtenir el reconeixement més gran del món de les matemàtiques: va guanyar la Medalla Fields, que li va ser lliurada en el marc del Congrés Internacional de Matemàtiques celebrat a Rio de Janeiro. Es tracta de la distinció més alta que pot rebre un matemàtic, juntament amb el Premi Abel, fundat més recentment. Els guanyadors de la Medalla Fields han de ser menors de 40 anys. Figalli la va aconseguir als 34 anys i es va convertir en el segon matemàtic italià d'obtenir-la; el primer va ser Enrico Bombieri el 1974.

Des del segle XV, Itàlia ha aportat diversos dels millors matemàtics del món, entre els quals hi ha Cavalieri, Tartaglia, Torricelli, Riccati, Ricci, Ruffini, Beltrami i Levi, un matemàtic els resultats del qual admiro molt. Com que era jueu, a principis de la dècada del 1930 Beppo Levi va haver d'emigrar i se'n va anar a la ciutat argentina de Rosario, on va entrar en un grup del qual també formava part Lluís Santaló, el matemàtic català més il·lustre de tots els temps. Gràcies a aquell grup, l'Argentina va aconseguir destacar en l'àmbit de les matemàtiques al segle XX. De fet, Santaló ja va rebre l'*honoris causa* per la UPC l'any 1977. Sumant-hi la investidura de Michael Atiyah el 2008, avui celebrem el tercer *honoris causa* de la nostra universitat a un matemàtic.



Lluís Santaló i Sors i Sir Michael Atiyah

Molts dels principals matemàtics italians d'avui dia, com Figalli, s'han format a la Scuola Normale Superiore de Pisa. Això demostra la gran importància de tenir institucions centrades en l'excel·lència i compromeses amb els estudiants destacats, un sistema molt arrelat en països com França o els Estats Units,