La sectorial Recerca per la Independència de l'Assemblea Nacional Catalana està formada per persones que treballem en l'àmbit de la recerca (investigadors, tècnics, gestors, etc.) i que amb el desig d'afavorir el pas cap a la independència de Catalunya, volem manifestar:

1. Que constatem l'alt nivell assolit pel sistema de recerca català en els darrers anys. La producció científica de Catalunya és l'1% de la producció científica mundial, el que representa 10 vegades més del que li correspon per nombre d'habitants, i constitueix la quarta part de la producció total de l'actual estat espanyol. Com a exemple de la recerca d'excel·lència feta al nostre país, Catalunya obté un nombre d'ajuts del Consell Europeu de Recerca que és 7 vegades superior als que obté Espanya sense Catalunya.

2. Que malgrat aquest nivell d' excel·lència, Catalunya no té llibertat plena per prendre decisions importants en política científica. Cal tenir en compte que el percentatge del PIB dedicat a recerca a l'estat espanyol és sensiblement inferior al de la mitjana de la Unió Europea, Estats Units o Japó.

3. Que cal fer arribar a tots els àmbits de la societat la necessitat d'un sistema de recerca més ben finançat, eficient i competitiu que l'actual, perquè això contribuirà directament a que s'assoleixi i es mantingui un alt nivell de benestar per a tots els sectors de la població. Creiem que el futur del nostre sistema de recerca serà garantit més fàcilment si estem dotats de les estructures d'un estat propi que ens permetin prendre les nostres pròpies decisions també en aquest àmbit. La independència de Catalunya és una oportunitat única per aconseguir que l'alt nivell en recerca no solament es consolidi, sinó que millori fins equiparar-se al dels països capdavanters.

4. Que tot i així, poden sorgir dubtes respecte la situació en què pot quedar la recerca científica en una Catalunya independent. En aquest sentit, som conscients que la transició a un estat propi genera incerteses, però també és cert que seguir formant part d'Espanya en genera més. Per això, un dels nostres objectius és preveure els diferents escenaris que es poden dibuixar en el nou estat independent, dins d'un context d'evolució global i aportar idees per trobar solucions viables als possibles reptes que es puguin plantejar.

5. Que com a col·lectiu, vetllarem per a què en el moment que es constitueixi l'estat català la recerca sigui considerada un dels pols estratègics de país, com ho han d'esser per exemple la sanitat i l'educació. La qualitat de la recerca és bàsica perquè Catalunya contribueixi al progrés mundial i perquè els nostres joves puguin rebre la millor formació i aprofitar el seu talent. És per això que cal situar la recerca al marge de la disputa política i tenir garantit el seu finançament i el suport de tots els estaments socials.

Per totes aquestes raons i tenint en compte que vivim en una societat plenament científica tècnica del segle XXI, ara més que mai necessitem que totes aquelles persones vinculades al món de la recerca participin en el que és un moment clau per a la història de Catalunya: la construcció d'un nou país.

assemblea.cat
RECERCA

Premis

Premi Nacional de Recerca 2012 per a Carles Simó

L'acte d'entrega dels Premis de la Recerca 2012, presidit pel president de la Generalitat de Catalunya, Artur Mas i Gabarró, va començar amb quinze minuts de retard, al voltant de tres quarts de vuit del vespre. L'encarregada de portar l'acte i de fer totes les presentacions va ser Virtu Moron. Després d'un parlament en què la presentadora va posar en relleu la importància de la ciència, la recerca i el mecenatge, va prendre la paraula Antoni Esteve, president de la Fundació Catalana de Suport a la Recerca i la Innovació, president del Grupo Esteve i presi-

dent del comitè que escull els guardonats amb els premis nacionals de recerca. Va explicar que els premis, que es concedeixen des de 1990, volen respondre a l'interès de la societat en el desenvolupament científic i, de forma especial, a la relació que aquests avenços tenen amb la societat.

El primer premi de la nit va ser per a la col·laboració entre l'empresa Henkel Ibérica, l'Institut Català d'Investigació Química (ICIQ) i la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), en la categoria de Partenariat Públic-Privat. Van parlar tant el representant de l'empresa Henkel com el director de l'ICIQ i el rector de la UAB. Tots ells van destacar la feina duta a terme pels investigadors que fan la recerca als laboratoris situats al campus de la UAB. Aquesta col·laboració implica, entre altres coses, la capacitat de generar llocs de treball d'alt nivell científic i, no lligat a finançament estrictament públic.

El segon premi (categoria Comunicació Científica) va ser per a La Vanguardia (Grupo Godó) com a mitjà de comunicació pioner en la divulgació de la ciència. Des dels seus inicis, de la mà de Vladimir de Semir, fins ara, de la mà de Josep Corbella, La Vanguardia sempre ha estat capdavantera en la divulgació de la ciència i les seves aplicacions. Rep el premi el seu director, José Antich.

El tercer premi de la nit va ser per a Pere Balsells en la categoria de Mecenatge Científic. L'empresari, de vuitanta-cinc anys, ha desenvolupat tota la seva carrera professional als Estats Units, on viu des d'en fa més de seixanta (presideix encara la seva empresa Bal Seal Engineering Inc). No obstant això, ha mantingut un contacte permanent amb Catalunya i actualment presideix la fundació que porta el seu nom i que promou diferents programes de beques en l'àmbit de l'enginyeria. Des de 1995, les donacions de la família Balsells han contribuït a finançar els estudis de postgrau i postdoctorals de noranta joves catalans, així com a la promoció de vint-i-quatre projectes d'innovació centrats en la transferència de coneixement i de tecnologia entre l'àmbit universitari i l'empresa. Les beques permeten les activitats de recerca ja sigui a la Henry Samueli School of Engineering (HSSoE) de la Universitat de Califòrnia, com al College of Engineering and Applied Sciences de la Universitat de Colorado, ambdues als EUA. Tot i que Pere Balcells no va poder ser present a l'acte, va enregistrar un vídeo en què mostrava la seva gratitut pel premi i l'interès que sempre ha tingut pels afers catalans. Van recollir el premi la seva germana i el seu nebot, qui també va expresar en unes breus paraules la seva gratitut.

El quart premi, en la categoria Talent Jove, va ser per a Ben Lehner, investigador ICREA al Centre de Regulació Genòmica (CRG). Aquest doctor per Cambridge estudia com poder millorar els tractaments mèdics perquè siguin al més personalitzats possible tenint en compte les condicions genètiques dels pacients potencials. En la seva intervenció (en un català força correcte que agraïm) va fer esment de la importància de la recerca, del moment crític que estem vivint i del fet que la qualitat científica ha d'anar sempre per davant de la quantitat.

Finalment, pel que fa als premis, la nit va concloure amb el Premi Nacional de Recerca 2012 atorgat a Carles Simó, catedràtic de Matemàtica Aplicada de la Universitat de Barcelona. Si no anem errats, aquest és el primer cop que es dóna aquest premi a un matemàtic (o, almenys, per la seva carrera com a matemàtic). En la presentació que es va fer d'en Carles es va destacar tant la profunditat matemàtica de

la seva tasca científica com les aplicacions diverses de la seva recerca, amb especial atenció a la mecànica celeste i als programes que permeten enviar satèl·lits a l'espai de la manera el més eficient possible. En el seu torn de paraules, en Carles va destacar quatre punts principals. Primer, va emfatitzar la sort que ha tingut com a matemàtic d'haver trobat alumnes i coautors de gran nivell, amb qui ha pogut dur a terme la seva extensíssima (això és afegit de la redacció) tasca. Més concretament ens deia: "Podem anar des de Rússia a Portugal passant de forma contínua per països als quals tinc col·laboradors (incloent les illes i ses illes). Volia destacar els Països Baixos, molt especialment Groningen, i Rússia, amb especial esment de Sant Petersburg, Moscou i Nizhny Novgorod (antiga Gorki). Si d'aquesta darrera ens agrada més el nom català, n'hauríem de dir Vilanova de Baix. Altres col·laboradors a Amèrica, des d'Argentina a Canadà (però no de forma contínua) i a Àsia, en països molt diferents com són el Japó o Israel." Podem deduir sense gaire esforç que la seva activitat i dedicació ha estat molt extensa i intensa. En segon lloc, va posar en relleu les dificultats presents dels joves investigadors per poder fer carrera científica en unes condicions laborals tan precàries i tan poc esperançadores. Tercer, va posar en relleu la poca *utilització* que fa la societat, i la ciència en particular, dels seus matemàtics; es preguntava: com pot ser que no hi hagi un matemàtic col·laborant en tots i cadascun dels centres de recerca que hi ha a Catalunya? I, finalment, també es preguntava com és que no hi ha matemàtics a la política catalana? (podríem dir, però, que n'hem tingut almenys dos: Carles Bonet i Heribert Barrera, encara que aquest últim no va exercir com a tal i la seva condició de científic va estar lligada a la química). Després d'un silenci curt, però intens, va dir "On és el nostre *Eamon de Valera*?" Aquí, cal dir que Eamon de Valera (Nova York 1882 - Blackrock 1975), matemàtic de professió, va liderar la independència dels irlandesos de l'autoritat anglesa.

L'última paraula, abans d'un concert de trenta minuts de piano a càrrec d'Albert Guinovart, va ser per al president de la Generalitat. Entre altres coses i fent referència específica a en Carles (anecdòticament es va referir a ell com Carles *Simón*), va explicar que el conseller Mas-Colell li havia comentat abans de l'acte que quan ell va arribar a Berkeley l'any 1975 i va anar a veure Stephen Smale, aquest li va preguntar d'on era. La resposta d'en Mas-Colell va ser "sóc de Barcelona" i la resposta de Smale va ser "ah! així que véns de Carles Simó!" Amb això crec que queda tot dit pel que fa al ressò internacional d'en Carles.

Moltes felicitats, Carles.

Xavier Jarque
Universitat de Barcelona

Entrevista a Carles Simó

Com destaquem en aquest número, i a causa d'haver guanyat el Premi Nacional de Recerca de Catalunya 2013, han aparegut diverses entrevistes a Carles Simó en diaris nacionals (*Ara* i *El Punt-Avui*) i una entrevista al canal de televisió 3-24. Per aquells que no hagueu pogut llegir-les o veure-les us fem cinc cèntims del que estimem més remarcable.

E: Com explica el reconeixement de les matemàtiques, a través de la seva persona, per part dels membres del jurat dels Premis Nacionals de Recerca?

C.S: En primer lloc voldria destacar que en la meva trajectòria professional he tingut molta sort. He pogut disposar de la col·laboració inestimable d'una colla significativa de matemàtics de molta vàlua que van acceptar fer la tesi doctoral amb mi, i que es van deixar engrescar per problemes que jo entenia i entenc que són interessants. Alguns d'ells han anat a treballar al món no acadèmic assumint projectes interessants i d'altres han continuat una carrera lligada a la recerca. Entre aquests últims molts han dirigit tesis i han continuat o iniciat nous reptes i problemes, donant coherència a tota una línia de recerca en matemàtiques. Així la meva descendència científica passa llargament del centenar de persones. Nogensmenys, he pogut també col·laborar amb altres col·legues d'arreu (de l'ordre d'un

centenar de persones), amb qui he escrit la majoria de la meva producció científica. Aquest premi, tant per mi com per a les matemàtiques és, doncs, fruit d'una continuada dedicació de molts anys però també de la feina feta per tota aquesta altra gent a qui només puc estar agraït.

Professor Carles Simó (fotografia: Albert Salamé)

E: És usual donar premis científics a matemàtics?
C.S: Certament, per raons històriques, no hi ha un premi Nobel de Matemàtiques. Amb tot, en el món de les matemàtiques hi ha uns premis ben reconeguts per la comunitat que són els premis Medalla Fields, que premien el treball matemàtic d'investigadors menors de quarenta anys. Tanmateix, en els darrers anys, també es dóna el Premi Abel a tota una carrera. En l'àmbit català també tenim premis per a la comunitat matemàtica catalana (o des de la comunitat matemàtica catalana) com el Narcís Monturiol o el Ferran Sunyer i Balaguer. En tot cas, però, no em consta que amb anterioritat s'hagi donat el Premi Nacional de Recerca a cap matemàtic.

E: Vostè treballa en sistemes dinàmics: què són?
C.S: Són models matemàtics de tot allò que varia en el temps. Pot ser un cometa, un satèl·lit artificial, el potencial elèctric d'una neurona, les mutacions d'un virus o els corrents de convecció d'una olla que s'escalfa. La metodologia per estudiar-los és la mateixa: cal descriure l'estat del sistema per veure les variables que intervenen. Des del punt vista matemàtic tan se val si és un planeta, el corrent d'aigua en un rierol, una neurona o la població d'un ecosistema. Seran model diferents amb especificitats concretes, però nosaltres volem saber què tenen en comú. La pretensió optimista és doncs no mirar els *casos particulars* sinó pujar el grau d'abstracció i intentar estudiar de forma genèrica tot allò que varia en el temps.

E: Amb aquest esperit que ens explica, i amb matemàtiques fetes a Barcelona, es va canviar el plantejament de moltes missions a l'espai. Pot explicar-ho?
C.S: Aquesta col·laboració amb diverses agències com ara la NASA o la ESA és encara una realitat ben palpable, principalment en alguns dels meus col·laboradors. En qualsevol cas, als anys vuitanta l'Agència Europea de l'Espai (ESA) ens va encarregar que dissenyéssim les òrbites i el mètode de control de la missió SOHO (una sonda per estudiar el sol que es va acabar llançant l'any 1995 i que encara funciona). Fins aleshores, el mètode tradicional que els enginyers feien servir en els seus càlculs era el següent: es poden aproximar algunes parts de la trajectòria per arcs senzills i després mirar de fer maniobres de correcció per passar d'un arc al següent. A continuació s'entra en un procés d'optimització per a minimitzar les correccions. Naturalment, cal respectar una sèrie de condicions tècniques i pròpies de cada missió.

El mètode que vam usar era estudiar totes les possible trajectòries que porten a la destinació escollida de *manera natural*. És a dir, sota la mateixa dinàmica del problema. I llavors escollir les que minimitzen les maniobres. En termes matemàtics diem que cal conèixer *l'esquelet* del sistema i fer ús de les *varietats invariants*. Per a això cal emprar una combinació de tècniques analítiques i numèriques. Les mateixes idees es poden usar en gran varietat de problemes.

E: Es poden fer models matemàtics de tot?
C.S: Si les lleis que controlen el fenòmen les coneixem amb exactitud o podem simplificar la realitat sense perdre informació rellevant, sí. Altra cosa és, si amb aquest model podem fer sempre prediccions i si aquestes prediccions són certes sense que importi quant de temps deixem passar. Pot ocórrer, i de fet és un fenòmen comú, que existeixi caos en els models. Un exemple clar i quotidià és la meteorologia. Els meteoròlegs usen models molt ben entesos en forma d'equacions (no necessàriament molt complicades) i per tant les seves prediccions hauriem de ser *exactes*. Amb tot, podem pre-

veure el temps que farà demà o fins i tot d'aqui a una setmana (en funció de la realitat meteorològica del moment i del lloc) però no podem fer prediccions a llarg termini. No importa com de petit sigui l'error en algun dels paràmetres del model o en les condicions en un cert moment, aquest es pot amplificar en el temps i fer impossible la predicció a mitjà o llarg termini. Cal no confondre el caos amb l'atzar ja que aquest últim implica un desconeixement parcial o total d'allò que volem saber. En aquest sentit molt cops anomenem *cop de sort* a un fet que si haguéssim tingut la informació necessària no seria res més que una conseqüència natural del model.

E: Per què hi ha persones a les quals les matemàtiques els costen tant i d'altres tenen una facilitat innata?
C.S: No podem menystenir un component genètic important. La meva àvia materna (a qui no vaig tenir l'oportunitat de conèixer) era pagesa i no havia anat mai a l'escola; però em diuen que tenia una capacitat innata per fer operacions matemàtiques i calcular quant li havien de pagar per un carro amb centenars de quilos d'ordi. Dit això, jo crec que en molts casos té a veure tant amb els mestres que els nens han tingut entre els tres i els sis anys com amb l'ambient familiar. Si el que s'explica és memorístic i rutinari el noi no s'interessa. Les matemàtiques requereixen pensar i reflexionar sobre un problema per tal de despertar la curiositat intel·lectual dels estudiants.

E: Mirat amb perspectiva històrica, com veu l'evolució de la matemàtica catalana?
C.S: Quan era estudiant de la llicenciatura era un fet molt rar que algú llegís una tesi doctoral a la Facultat. Sobren els dits d'una mà per comptar els que la van llegir durant els meus anys de llicenciatura. I era encara més rar que algun matemàtic d'aquí fos mínimament conegut en els cercles matemàtics internacionals.

La situació ha canviat de forma radical. Hi ha gent en moltes de les àrees de la matemàtica que és coneguda arreu, amb contribucions importants del mateix nivell que el dels països capdavanters en matemàtiques. És a dir: la situació s'ha normalitzat.

Però em preocupa molt la continuïtat en el futur. Cal prendre decisions adequades per mantenir la qualitat i per fer que la tasca d'una part important de matemàtics influencïi de manera positiva la ciència i la tècnica a Catalunya.

En gran manera em preocupa el futur dels joves doctorats els darrers anys i els que l'estan fent ara. Si l'única possibilitat que tenen és emigrar, estem fent una despesa de diners i energia en el nostre país, sense retorn, i posant en gran perill el futur de la societat per molts anys. Com a cas particular i molt greu vull esmentar la manca de relleu generacional a les universitats.

La situació actual és complicada però, com he dit, cal prendre decisions sensates, eliminant despeses en tasques que són poc o gens productives (gran nombre d'assessories, comissions, consells, etc.). Per a això cal tenir polítics ben formats, que no necessitin tants "ajuts" per decidir de forma correcta, amb visió de futur, en contacte directe amb els ciutadans i al seu servei. Deixant de banda interessos personals i partidistes i amb una honestedat total. No sé si és demanar massa...

E: Estudiar matemàtiques té futur?
C.S: Sempre he dit que els matemàtics estem infrautilitzats, i que en qualsevol equip de recerca científica hi hauria d'haver un matemàtic que posés el rigor que correspon a un treball científic. Aquest treballaria amb la resta de membres de l'equip. I no importa els problemes concrets que aquest equip volgués atacar.

E: Finalment, per a alguns les matemàtiques no són més (ni menys!) que una ciència, per d'altres un art...
C.S: Les matemàtiques són una manera d'entendre el món. És una eina vital per entendre més i millor aquelles coses que ens envolten. Ara bé, també tenen molt d'art. I tenen bellesa i desperten emocions. Quan sento algunes obres de Bach estic veient unes funcions que es belluguen meravellosament...

Xavier Jarque
La redacció

Algun cop he sentit dir que, almenys en matemàtiques, hi ha poques idees interessants i que molts matemàtics ens passem el temps donant voltes a variacions d'aquestes idees. Doncs bé, en el camp de l'astrodinàmica, i fins al moment actual, en Carles n'ha aportat, com a mínim, tres d'importants, al voltant de les quals molts dels que ens dediquem a l'astrodinàmica hem estat treballant durant els darrers vint-i-cinc anys. Són aquestes:

- L'estudi qualitatiu i quantitatiu de l'espai de fases com un pas previ a la determinació d'òrbites nominals.
- L'ús de la varietat estable associada a la varietat central pel càlcul de transferències.
- L'ús de la dinàmica natural pel disseny d'estratègies òptimes de manteniment en estació.

Aquestes tres idees seminals, fruit de la seva expertesa en sistemes dinàmics, i a les quals cal afegir un munt de procediments metodològics i computacionals, han donat lloc al que avui en dia s'anomena *space manifold dynamics*. En aquesta nota no entrarem en detalls, el lector interessat els pot trobar a [1], el que sí volem explicar és la petita història que va portar a introduir les idees esmentades.

A les conferències sobre mètodes matemàtics en mecànica celeste celebrades a Oberwolfach, els anys 1978 i 1981, en Carles va coincidir amb el Dr. Ernst A. Roth (1921-1985). El Dr. Roth, assidu d'aquestes conferències des dels seus inicis a començaments dels anys setanta, va ser membre de la European Space Research Organization (ESRO) des de l'any 1966, tan sols dos anys després de la seva fundació; el 1975, de resultes de la fusió de l'ESRO amb la European Launcher Development Organisation (ELDO) per donar lloc a la l'Agència Europea de l'Espai (ESA), va ser cap de la Secció de Recerca Teòrica, posteriorment de la Divisió de Trajectòries de Naus Espacials i des del 1981 fins al seu traspàs l'any 1985, de la del Centre Europeu d'Operacions Espacials (ESOC) a Darmstadt. En definitiva, durant gairebé vint anys, el Dr. Roth va ser el responsable de l'anàlisi de la major part de les missions que l'Agència Europea de l'Espai va dur a terme.

La Secció d'Anàlisi de Missions de l'ESOC era i és l'encarregada, entre altres qüestions, de l'estudi de la viabilitat de les missions espacials, atenent als requeriments i lligams imposats pels objectius científics i les limitacions tècniques dels enginys encarregats d'assolir aquests objectius. El Dr. Roth va ser un fervent partidari dels mètodes analítics de pertorbacions per l'estudi del moviment dels satèl·lits artificials, camp en què va fer algunes contribucions rellevants, i un expert en els procediments numèrics que permeten completar l'anàlisi de qualsevol missió espacial. La combinació experta de procediments analítics i numèrics per l'estudi de qualsevol problema és un dels trets més característics de la recerca feta per en Carles i, possiblement, aquesta coincidència amb el Dr. Roth en la manera d'abordar els problemes va fer que hi hagués una bona sintonia entre tots dos.

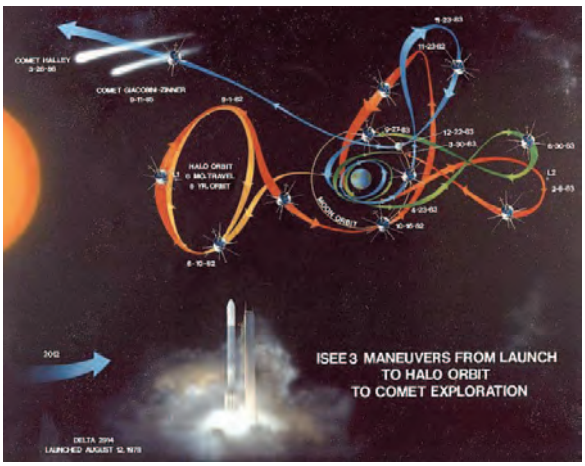

Figura 1: Representació de la trajectòria seguida per l'ISEE-3 durant els seus primers vuit anys de vida. Tal com diu R. Farquhar (responsable del disseny d'aquesta missió) "els vells satèl·lits mai no moren", i actualment encara està "viu" (tot i que no fa cap tipus d'observació) i segueix una òrbita heliocèntrica semblant a la de la Terra. Està previst que s'apropi al nostre planeta durant l'agost de 2014.

Més o menys a la mateixa època, començaments dels anys vuitanta, R. Bonnet, aleshores director de Programes Científics de l'ESA, va començar a preparar el pla Horizon 2000, un pla de missions científiques de l'ESA per

al període 1985-2004 sobre temes d'astronomia i de ciències del sistema solar amb un pressupost anual de dos-cents milions d'unitats de compte (aproximadament, dos-cents milions de dòlars americans). D'acord amb el seu pressupost i durada, les missions es van agrupar en tres categories: Cornerstones, Medium-Size i Low-Cost. Solament quatre, d'entre les seixanta-vuit propostes rebudes com a resposta al a la crida per a propostes de missions feta per l'ESA a començaments del 1982, van ser triades com a *Cornerstones*. Una d'aquestes quatre va ser la missió SOHO (Solar and Heliospheric Observatory), que havia estat proposada per un grup de sis científics, provinents de diferents països europeus, amb l'objectiu de tenir un observatori solar permanent [2].

Naturalment, la primera tasca a fer, un cop definits els objectius i característiques de la missió, era l'estudi de la seva viabilitat. Es tractava de situar un satèl·lit artificial seguint una òrbita de les anomenades *halo* al voltant del punt d'equilibri L1 del sistema Sol-Terra. Aquest "punt" està situat sobre la recta que uneix el centre de la Terra amb el del Sol a una distància de la Terra d'aproximadament 1,5 milions de kilòmetres (la centèsima part de la distància Terra-Sol). Un satèl·lit movent-se seguint una òrbita halo pot observar permanentment el Sol i transmetre els resultats de les seves observacions a la Terra, sense que el senyal radioelèctric emès pel satèl·lit quedi emmascarat per la radiació electromagnètica provinent del Sol.

El satèl·lit americà ISEE-3 (International Sun Earth Explorer 3) va ser pioner en l'ús d'aquest tipus d'òrbita. Havia estat llançat per la NASA l'estiu de 1978 i es va mantenir sobre una òrbita halo fins l'octubre de 1982, després d'haver recorregut l'òrbita unes nou vegades (vegeu fig. 1). Amb posterioritat a aquesta data, el satèl·lit es va passar a dir ICE (International Cometary Explorer) i després de fer unes quantes "acrobàcies espacials", va fer mesures del camp magnètic de la Terra, va visitar la cua del cometa Giacobini-Zinner i posteriorment va realitzar altres tipus d'observacions, tant solars (coordinades amb les del satèl·lit Ulysses) com de raigs còsmics.

Tal com ja hem dit, abans de considerar SOHO com un dels *Cornerstones* del pla "Horizon 2000", calia fer l'estudi de viabilitat de la missió i s'havia de fer de manera ràpida i fiable ja que, si la missió era factible, la seva Fase A havia de començar l'any 1985. Malgrat el precedent de l'ISEE-3, no es podien aprofitar els estudis fets per a l'anàlisi de missió d'aquest satèl·lit per diferents motius:

- La missió SOHO havia de ser una missió completament europea; el seu desenvolupament i execució havia de proporcionar el *know-how* a institucions i empreses europees de cara a futures missions semblants.

- En principi, l'òrbita nominal no tenia perquè ser una òrbita halo de les mateixes dimensions.

- Les maniobres per al manteniment del satèl·lit sobre l'òrbita halo havien de ser molt més petites que les realitzades per l'ISEE-3 ja que:

  – Els instruments que el SOHO havia de portar a bord no permetien maniobres impulsives gaire grans ni aquestes es podien dur a terme amb motors d'hidrazina, ja que contaminen l'atmosfera del satèl·lit impedint, durant un cert temps, determinats tipus d'observacions i mesures.

  – Amb un consum baix de combustible es podia allargar la durada de la missió més enllà dels gairebé cinc anys de l'ISEE-3. El SOHO va ser llançat al desembre del 1995 i actualment encara segueix operatiu seguint la mateixa òrbita.

Per aquesta raó, la Secció d'Anàlisi de Missions de l'ESOC, dirigida pel Dr. E. Roth, va encarregar dos estudis independents sota el títol "Station Keeping of Libration Point Orbits", un a C. Marshall (ONERA, París) i l'altre a C. Simó. Van acompanyar en Carles per aquest estudi G. Gómez, J. Llibre i R. Martínez. Malgrat el títol, el primer que va caler fer va ser determinar acuradament l'òrbita de libració, ja que a l'ESOC no tenien cap experiència en aquest tipus de missions i, per tant, cap preferència o recomanació a fer sobre l'òrbita de libració que calia emprar. De fet, el treball de C. Marshall es va acabar reduint a calcular els primers termes d'un desenvolupament en sèrie de potències de les òrbites halo, sense entrar en

gaires detalls sobre els mètodes que calia emprar pel manteniment en estació d'un satèl·lit movent-se al llarg d'una d'aquestes òrbites. La figura 2 mostra de forma sintètica tot el ventall de possibilitats d'òrbites nominals descobertes per en Carles, un cop fixat el nivell d'energia del problema usat com a model simplificat del problema real. L'òrbita triada per l'ESOC va ser una òrbita halo molt semblant a la usada per l'ISEE-3.

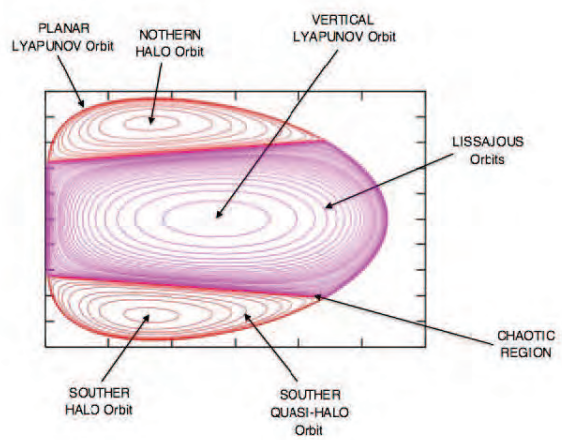

Figura 2. En la figura estan representats "tots" els tipus d'òrbites fitades al voltant del punt d'equilibri L1 del problema restringit de tres cossos per un certs valors de l'energia i del paràmetre de masses. De cada òrbita tan sols se'n representa la intersecció amb el pla z=0 pels punts de l'òrbita pels quals la coordenada z de la velocitat és positiva; l'excepció a aquesta regla és l'òrbita plana de Lyapunov (corba exterior de la figura) que està representada íntegrament, ja que està tota ella continguda dins el pla z=0.

Calia també, ara sí d'acord amb el títol del projecte, fer l'estudi del manteniment en estació. Les òrbites halo són inestables i, si no es fa cap maniobra de control, un satèl·lit situat sobre una d'elles romandrà al seu voltant durant poc més d'una volta, per després escapar del seu entorn de forma exponencial. Malgrat que hi ha molts algorismes i procediments de control i de control òptim per tractar aquest problema, la solució introduïda a l'estudi no va fer ús de cap d'aquests mètodes i es va basar exclusivament a aprofitar la mateixa dinàmica del problema al voltant de l'òrbita nominal seleccionada. La figura 3 il·lustra de manera esquemàtica el procediment emprat. Imaginem que l'òrbita nominal es redueix al punt (d'equilibri) assenyalat a la figura. Malauradament, causa dels errors de modelització, de seguiment i d'execució de maniobres, no és possible situar un satèl·lit en aquesta posició, però sí en un cert punt pròxim. Si la dinàmica prop d'aquest punt és la d'un punt de sella, el comportament típic del satèl·lit serà l'assenyalat com *òrbita real*. Si no ens volem allunyar gaire de l'òrbita nominal (guiats per la varietat inestable del punt d'equilibri), caldrà fer maniobres de control. Les podem fer per "recuperar" l'òrbita nominal, o bé per mirar de cancel·lar el component inestable. Si la dinàmica és com la representada, el mateix moviment al llarg de la varietat estable ens portarà cap a l'òrbita nominal. Un cop més, els errors abans esmentats faran que l'estat del satèl·lit, un cop feta la maniobra, no sigui el desitjat però sí un de molt proper.

Amb una estratègia molt semblant a la que acabem de descriure, es va aconseguir reduir considerablement tant la magnitud de les maniobres individuals com el cost total del manteniment en estació. Si l'ISEE-3 va haver de menester maniobres d'uns 2m/s cadascuna, amb el procediment descrit la seva magnitud es redueix a uns 6 cm/s, i si el cost total del manteniment en estació de l'ISEE-3 va ser d'uns 5 m/s per any, amb el nou procediment va resultar suficient menys d'1 m/s per any.

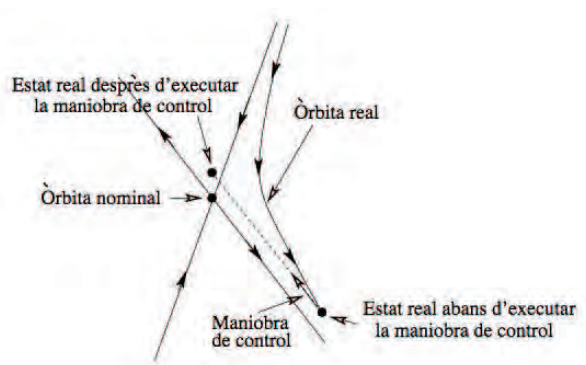

Figura 3. Representació esquemàtica del procediment de control. Quant el component inestable de l'òrbita real és molt gran, s'executa una maniobra de control per tal de cancel·lar aquest component. A causa del fet que les maniobres sempre s'executen amb un cert error, mai es pot cancel·lar completament el component inestable, i això fa que amb el temps aquest torni a fer-se gran i aleshores calgui tornar a executar una nova maniobra de control.

La tercera idea que voldríem comentar és l'ús de la varietat estable associada a la varietat central per al càlcul de transferències. El mètode clàssic per calcular transferències entre la Terra i una òrbita halo, o qualsevol altra òrbita de libració, es basa en un mètode d'optimització. El procediment busca la solució òptima, variant els paràmetres de l'òrbita d'aparcament al voltant de la Terra i el punt d'inserció a l'òrbita d'arribada, a fi de minimitzar el cost total de les maniobres a realitzar i, eventualment, el temps de transferència. D'aquesta manera, l'ISEE-3 es va injectar primer en una òrbita d'aparcament al voltant de la terra de 6.564 km de radi. Una primera maniobra d'inserció de poc més de 3 km/s el va posar sobre l'òrbita de transferència i, posteriorment, una maniobra de 37 m/s va insertar el satèl·lit a l'òrbita halo final.

A causa del fort caràcter hiperbòlic de les òrbites halo, les òrbites de la seva varietat estable s'apropen a l'òrbita halo molt ràpidament. Això significa que si podem injectar el satèl·lit a la varietat estable d'una òrbita halo, arribarà uns pocs kilòmetres prop d'ella en un temps raonable. Procedint d'aquesta manera ens estalviarem la maniobra d'inserció a l'òrbita halo. En altres paraules, estem fent que la mateixa dinàmica del problema ajudi a fer la transferència.

D'aquesta manera, el que es va fer va ser buscar apropaments de les òrbites de la varietat estable de les òrbites halo a la Terra (l'efecte gravitatori de la Lluna pot ajudar força per aquest propòsit) i un cop triada una d'aquestes òrbites només calia fer una maniobra d'inserció des de l'òrbita d'aparcament a aquesta òrbita per obtenir l'òrbita de transferència.

Hem començat aquesta nota dient que un dels motius per dur a terme l'estudi de l'anàlisi de missió del SOHO era que calia que fos una missió europea. Els esdeveniments van donar la volta a aquest propòsit. Dels cent setze llançaments fets amb el coet Ariane 4 solament tres van fallar, i duos dels tres fracassos es van produir durant l'any 1994, prop de l'època prevista per al llançament del SOHO. Això va comportar que aquesta missió es reconvertís en una missió conjunta ESA-NAS: l'agència europea s'encarregava de la fabricació del satèl·lit, la nord-americana del seu enlairament, seguiment i control i totes dues de la distribució per l'aprofitament científic dels resultats. D'aquesta manera, els gairebé dos anys ininterromputs de feina intensa dedicada a fer aquest estudi van tenir una recompensa relativament minsa a curt termini però van fonamentar un nou camp d'aplicació de la teoria i els procediments dels sistemes

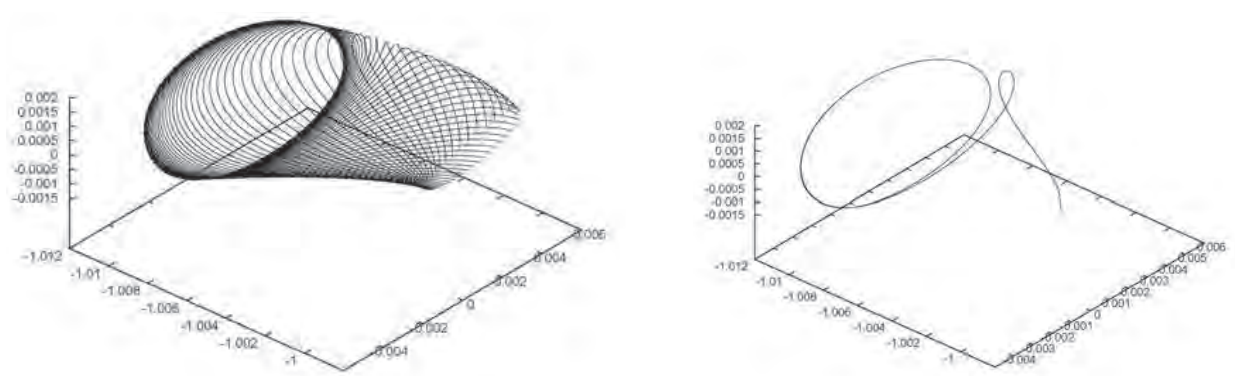

Figura 4. Il·lustració de la determinació d'una òrbita de transferència a una òrbita halo. Les òrbites de la varietat estable estan representades a la figura de l'esquerra. La idea de la transferència és insertar el satèl·lit en una de les òrbites de la varietat estable que s'apropi a la Terra (situada a la figura prop del punt (-1,0,0)) tal com es mostra a la figura de la dreta.

Referències

[1] C. Simó: "Dynamical Systems Methods for Space Missions on a Vicinity of Collinear Libration Points". A: C. Simó (ed.), *Hamiltonian Systems with Three or More Degrees of Freedom*, p. 223–241. Series C: Mathematical and Physical Sciences, vol. 533. Kluwer Academic Publishers, 1999.

[2] M. Arduini-Malinovsky, J.P. Delaboudinière, P. Lemaire (LPSP), M. Huber (ETH-Zurich), B. Patchett (RAL-Chilton), H. Van Beek (SRL-Utrecht): *Solar High Resolution Observatory - SOHO - Investigation of the Dynamics and of the Mass Loss of the Outer Solar Atmosphre*. Proposal for a SOHO mission, 1982.

Gerard Gómez
Universitat de Barcelona

Premi Abel 2013

La fundació Niels Henrik Abel Memorial es va establir l'1 de gener de 2002 per concedir anualment el Premi Abel. Aquest guardó, en molts sentits equiparable al premi Nobel de Matemàtiques (que no existeix), s'atorga en reconeixement a la tasca d'un matemàtic que hagi produït al llarg de la seva carrera "contribucions d'extraordinària profunditat i influència en les ciències matemàtiques". L'import del Premi és de sis milions de corones noruegues, aproximadament uns vuit-cents mil euros o un milió de dòlars.

L'Acadèmia Noruega de Ciències i Lletres va concedir fa poc el Premi Abel 2013 a Pierre Deligne, de l'Institut d'Estudis Avançats de Princeton, Nova Jersey (USA) "per les seves contribucions fonamentals a la geometria algebraica i pel seu impacte transformador en la teoria de nombres, teoria de representacions, i camps relacionats". Pierre Deligne rebé el guardó el 21 de maig passat a Oslo, de mans del rei Harald de Noruega.

Per al proper número de la *SCM/Notícies* estem preparant una ressenya sobre la trajectòria científica d'aquest eminent i influent matemàtic, i sobre la seva ingent producció matemàtica al llarg de la seva carrera. Mentrestant, podeu trobar més informació a *www.abelprisen.no/en/*.

Premi FSB 2013 per a Xavier Tolsa

El Premi Ferran Sunyer i Balaguer de l'any 2013 ha estat atorgat a Xavier Tolsa, del Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona i investigador d'ICREA, pel seu llibre *Analytic capacity, the Cauchy transform and non-homogeneous Calderón-Zygmund Theory*. El text és una monografia sobre el desenvolupament, durant els últims vint anys, d'una àrea de l'anàlisi matemàtica a la qual l'autor ha fet aportacions excepcionals, que li han valgut un ampli reconeixement internacional.

Per copsar el caràcter del llibre premiat convé recordar la trajectòria professional de Xavier Tolsa. És doctor en Enginyeria per la Universitat Politècnica de Catalunya (1995) i en Matemàtiques per la Universitat Autònoma de Barcelona (1998). La seva tesi conté el primer resultat significatiu del que ara s'anomena la teoria de Calderón-Zygmund no homogènia, que s'ha desenvolupat enormement durant els últims quinze anys i a la qual l'autor ha contribuït amb diversos resultats importants. L'any 2002 va guanyar el Premi Salem per la demostració de la semiadditivitat de la capacitat analítica, un problema difícil d'anàlisi clàssica que va ser proposat l'any 1966. L'article va ser publicat [T1] l'any 2003 a *Acta Mathematica*, la revista de matemàtiques més prestigiosa del món, i, de fet, no va caldre sotmetre'l pels canals habituals perquè va ser sol·licitat per un editor que coneixia el manuscrit. El Premi Salem s'atorga anualment a un matemàtic jove per una contribució especialment significativa a