

## LAUDATIO DEL DOCTOR CARLOS F. DAGANZO

Francesc Robusté

Rector Magnífic de la Universitat Politècnica de Catalunya i d'altres universitats, distingits membres del Claustre i del Consell Social, autoritats i representants d'institucions i empreses, professors, estudiants, personal d'administració i serveis, familiars i amics, benvolgut Dr. Daganzo.

(slide #2)

És un motiu de gran satisfacció celebrar aquest acte solemne per donar la benvinguda al nostre Claustre a un nou doctor *honoris causa* per la Universitat Politècnica de Catalunya, en compliment de l'acord del Consell de Govern de 9 de febrer de 2012, promogut per l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, i el Centre d'Innovació del Transport CENIT que m'honra dirigir. La candidatura del Professor Daganzo ha tingut el suport de 25 unitats i grups de recerca de la UPC, 15 organismes, empreses i personalitats de Catalunya, 38 de la resta d'Espanya i 29 d'àmbit internacional: un total de 107 cartes de suport a la candidatura testimonien l'alta estima i la rellevància de la persona a la qual la UPC atorga aquesta distinció.

El Prof. Carlos F. Daganzo, és Catedràtic de Ciència del Transport de la Universitat de Califòrnia a Berkeley, ocupa la càtedra (*endowed Chair*) Robert Horonjeff i és el director del Centre de Excel·lència de la Fundació Volvo sobre el *Futur del Transport Urbà* a la Universitat de Califòrnia a Berkeley. Aquestes paraules tracten de resumir l'extensa i fructífera labor duta a terme pel Dr. Daganzo al llarg dels seus 40 anys d'activitat acadèmica i investigadora.

El Dr. Carlos Francisco Daganzo Rodríguez, Carlos per als amics, va néixer a Barcelona al maig del 1948, en família d'artistes (la seva mare Nena és una cotitzada pintora) i artesans, i al barri de Gràcia, cosa que li facilitava accedir al Club de Tennis La Salut, a on va forjar-se com un esportista d'elit, categoria que encara conserva en els tornejos de tennis de *seniors* en què participa.

Va graduar-se com Enginyer de Camins, Canals i Ports el 1972 a l'Escola de Madrid, va conèixer la seva inseparable companya Valery, i immediatament va traslladar-se als Estats Units a la Universitat de Michigan a Ann Arbor, gaudint d'una beca que en aquell moment atorgava el Col·legi d'Enginyer de Camins per a fomentar la formació de postgrau i la internacionalització. Allà va rebre el doctorat el 1975, amb una tesi doctoral sobre models estocàstics del trànsit en carreteres de dos carrils. Després de vincular-se a l'MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) durant un parell de cursos acadèmics, es va traslladar a la Universitat de Califòrnia a Berkeley el 1977 i allà continua la seva tasca docent i investigadora.

(slide #3)

Carlos és autor de 5 llibres científics que són la referència bàsica de les assignatures de doctorat relacionades amb la demanda, la logística i la gestió de les cadenes de subministrament, les operacions del transport i el sistema de transport públic i de més de 150 articles científics en les millors revistes internacionals com *Transportation Science* i *Transportation Research*.

Però el que fa diferencial al Prof. Daganzo no és la quantitat sinó la qualitat dels seus articles i la seva repercussió: la meitat dels articles científics, els que inclouen les aportacions més significatives, són com autor únic. Amb un factor  $h=40$  (té 40 articles que han rebut un mínim de 40 citacions), dels més elevats que podem trobar en qualsevol especialitat d'Enginyeria Civil i Ambiental, ha estat qualificat per diversos avaluadors de la *National Science Foundation* nord-americana i molts membres clau del món acadèmic internacional com l'investigador individual més significatiu a nivell mundial en Ciència del Transport.

(slide #4)

El gruix de la recerca de Carlos Daganzo ha estat en models de comportament de la demanda de transport, en teoria del trànsit, en logística i gestió de la cadena de subministrament, en operacions en ferrocarrils, ports, aeroports i terminals de transport, en tarifació (*pricing*) i en l'àmbit urbà de la mobilitat. Com veurem, diverses de les seves contribucions científiques han tingut gran rellevància establint clarament un abans i un després no només a la pràctica professional sinó a la comunitat científica internacional.

La primera publicació del Carlos Daganzo va estar l'any 1972, uns apunts i formulari de talussos a l'Escola de Camins de Madrid, el que avala una hipòtesi encara no prou contrastada empíricament de que molts dels investigadors que fan grans aportacions en transport mai van fer l'especialitat de transport a la carrera. Però què és el transport? En pròpies paraules del Carlos “*és la ciència que estudia com les persones, els objectes i la informació superen el temps i la distància*”. Aquestes dimensions físiques li confereixen al transport una perspectiva primordialment funcional, però forjada i alhora condicionada també per components psicològics de comportament, principis econòmics, i aspectes socials, energètics i ambientals.

La seva segona publicació, la tesi doctoral sobre models estocàstics del trànsit en carreteres de dos carrils (1975) va obrir uns anys d'aportacions en **teoria del trànsit**: demores en interseccions no semaforitzades, assignació estocàstica de trànsit amb costos dependents del flux, paradoxes del flux de trànsit, i el seminal “*model analític aproximat per transport a la demanda de molts orígens a moltes destinacions*” (1978) que obria una via a les aproximacions contínues basades en probabilitat geomètrica que desenvoluparien els principis de disseny dels sistemes logístics en un decenni més i que seria generalitzat més tard l'any 1984 en “*check-point dial-a-ride systems*”.

(slide #5)

En paral·lel als desenvolupaments en trànsit, la recerca del Carlos començava a donar importants fruits en la **modelització de la demanda**. Ja el *Chicago Area Transportation Study* (CATS, 1960) havia definit una metodologia senzilla de quatre etapes per a simular el comportament de la demanda de transport de persones però va ser durant aquella dècada dels anys setanta que es van formular els models d'elecció discreta o la teoria de la utilitat

aleatòria, basats en suposar que la gent escull una alternativa (un mode de transport, una ruta, etc.) segons la seva utilitat percebuda, una variable aleatòria. La utilitat percebuda es pot suposar equivalent a una utilitat mesurable i determinista més un error aleatori, que tindria la seva distribució probabilística. El que ens interessa per la modelització serien distribucions dels errors que fossin senzilles i que tinguessin sentit físic alhora; malauradament això és semblant a trobar coses que siguin alhora bones, boniques i barates, i alguns científics es van decantar per distribucions d'extremes amb poc sentit físic però que abocaven a fórmules tancades senzilles: aquest és l'origen dels models “*logit*” de repartiment modal i per aquesta contribució se li va concedir el Premi Nobel d'Economia a Daniel McFadden l'any 2000.

La senzillesa analítica tenia un preu, la independència de les alternatives irrelevantes que feia que moltes aplicacions obtinguessin resultats erronis en estar correlacionades com l'exemple que surt a tots els llibres de text sobre demanda de la “paradoxa” dels autobusos blaus i vermells, on el model *logit* els considera com alternatives independents malgrat que hem de suposar que la gent no escull un mode de transport basat en el color del vehicle. La veritat és que avui en dia, envoltats per les subtils de l'efecte papallona, no podem estar completament segurs de que això sigui així....

Carlos va preferir desenvolupar models causals malgrat la creixent complicació analítica, suposant que els errors tenien una distribució normal multivariant. Així va derivar els models “*probit*” que no admeten tractament analític sinó numèric. I com en aquells temps, a finals de la dècada dels anys setanta encara els ordinadors tenien moltes limitacions, també va desenvolupar aproximacions per a calibrar els models. Aquells models són més precisos (i més complexos) que la majoria dels models de demanda que s'empren encara avui en dia, a excepció d'alguns models “*logit mixtes*” encara de minsa aplicació pràctica al nostre país. Els models *probit* s'utilitzen actualment en altres camps diferents al transport com són la Psicometria i el Màrqueting empresarial.

(slide #6)

Amb la recerca acumulada, era el moment de publicar el llibre “*Multinomial Probit: Its theory and its application to demand forecasting*” (1979), una referència fonamental sobre els models de demanda que encunya diverses fórmules usades habitualment i que porten el nom de Carlos, com la definició de “satisfacció”. Durant aquesta època relacionada amb la demanda, va publicar diversos articles clau sobre mostreig òptim que permeten estalviar molts recursos en la presa de les dades necessàries per a calibrar aquests models de comportament complexos. Finalment, també va elaborar programes en Fortran per la calibració de models *logit* (CHOMP), models *probit* (TROMP) i l'assignació de trànsit en xarxes amb capacitat finita dels arcs (PEANUT).

(slide #7)

Mentre la recerca sobre trànsit i demanda anava gotejant, la recerca en **logística** s'obre amb un article fonamental que apareix l'any 1984 en la part metodològica de la revista *Transportation Research* “*la longitud de circuits en zones de formes diferents*”, una aplicació de probabilitat geomètrica per a resoldre el problema del viatjant de comerç, un problema de complexitat no polinòmica que en teoria de complexitat es qualifica com *NP-hard*. Després generalitza la metodologia al problema del disseny de rutes de vehicles amb capacitat obtenint fórmules analítiques tancades que permeten predir els costos esperats

independentment de la realització concreta del problema, definint variables adimensionals intrínseques al problema físic i guies de disseny per a la construcció manual de rutes de vehicles.

Mentre els problemes de logística eren abordats habitualment, llavors i ara, amb formulacions de programació matemàtica discreta i simulacions i no permetien desenvolupar la “intuïció enginyeril” de com ha de dissenyar-se el sistema (la simulació, quan està ben feta, és només descriptiva, no normativa), aquestes guies de disseny es demostraven robustes quan s’aplicaven els primers metaheurístics com el recuit simulat a problemes tipificats, tal i com vam mostrar a *Implementing vehicle routing models* el 1987. A la UPC vam tenir l’oportunitat de rebre de forma pionera aquests coneixements que s’estaven desenvolupant durant un curs sobre logística que Carlos va impartir a l’antiga Escola de Camins, ara el Rectorat de la UPC, l’any 1984.

Els problemes de disseny del sistema de distribució física eren cada cop més complexos, abordant l’heterogeneïtat de les fonts, la integració del cost de transport amb el d’inventari, la integració dels costos de producció, les restriccions de capacitat, la distribució física de productes peribles, la geometria dels carrers, les finestres temporals, etc. Les formulacions o eren novedoses o representaven una revisió de les ja existents des d’una perspectiva sistèmica i científica, i aquí citem com anècdota que àdhuc en models coneguts i publicats en tots els textos d’Economia com el del Lot Econòmic de Comanda, *Economic Order Quantity* EOQ, es van corregir errors com la incorporació del cost de l’inventari en destinació (fins llavors descuidat al considerar que un cop arribava el lliurament a destinació, la comanda era consumida de forma instantània), el que significava operar amb lots de comanda un 40% més petits.

Carlos va ser l'ànima científica del Laboratori de Logística de General Motors que va catapultar al seu director Larry Burns a la Vicepresidència de GM. Aquell treball d'equip va rebre també el reconeixement científic del premi *TIMS Edelman Award in Management Science* l'any 1986, amb tres premis *McCuen* i va plasmar l'article de valoració de la recerca “*Reducing logistics costs at General Motors*” a la revista *Interfaces* l'any 1986. No tots els articles són iguals i alguns recollien tots els coneixements i alhora maduresa que s’anava gestant, com un suquet que bull lentament, com una reacció química que transforma reactius en un producte nou: *Configuration of physical distribution networks* publicat a *Networks* l'any 1986 amb Gordon Newell i *The break-bulk role of terminals in many-to-many logistics networks* publicat a *Operations Research* el 1987, són clars exemples d'aquests productes acabats.

A tots ens sorprenia la facilitat i rapidesa del Carlos en definir un article científic o una tesi: una aportació concreta que millorava el món o la pràctica habitual... Recordo que quan el 1987 es va impartir a Barcelona el que segurament seria el primer curs internacional de logística de tot Espanya de la ma de l'ICIL, Institut Català de Logística (en aquell moment jo era doctorand i ajudava al Carlos amb els exercicis i problemes), vam visitar un centre de distribució nou d'uns grans magatzems: Carlos mirava i escoltava les explicacions com tots nosaltres i va fer un parell de preguntes aparentment innocents.... En escoltar la resposta em va dir “*lo hacen mal, ya tengo el tema de otro artículo*” i, efectivament, en poc temps es publicava a *Transportation Research B* (la part metodològica) “*Shipment composition enhancement at a consolidation center*”.

Un cop acumulats els coneixements desenvolupats durant una dècada, era el moment d'escriure altre llibre científic clau: “*Logistics Systems Analysis*” (1991), que degut al seu èxit ha estat reeditat 4 vegades, un fet molt singular en llibres científics de transport.

(slide #8)

Una dècada més tard i seguint amb la seva recerca en logística però ara més lligada als processos de fabricació, després d'un parèntesi dedicat a reformular la teoria del trànsit que veurem més endavant, Carlos presenta a *Operations Research* (2004) l'article sobre l'estabilitat de cadenes de subministrament, una nova **teoria de les cadenes de subministrament** (*Supply Chains*) que suavitzen el pernicios efecte “fuet” (*bullwhip effect*) a partir de condicions de control que garanteixen la seva estabilitat. Carlos va ser el primer en adonar-se de les similituds entre el comportament del seguiment de vehicles en condicions de congestió i la gestió dels inventaris en les cadenes de subministrament.

L'extensió natural del sistema de distribució física al sistema de fabricació ja havia començat feia temps en el marc de la col·laboració amb GM, amb principis de seqüenciació de feines en una cadena d'assemblatge l'any 1987, i continuava amb la sincronització d'horaris de transport i producció l'any 1991. La nova teoria de gestió de les cadenes de subministrament es plasma en el llibre “*A theory of Supply Chains*” (2003).

(slide #9)

La recerca de Carlos en **trànsit** no era nova, però durant la dècada dels anys noranta va rebre un revulsiu qüestionant la analogia hidràulica o de mecànica de fluids que imperava: aquesta analogia funcionava bé en carreteres poc congestionades i xarxes poc cohesives però no era capaç de descriure xarxes de cues com les que apareixen a les carreteres metropolitanes i carrers urbans. El seu famós article “*Requiem for high-order fluid approximations of traffic flow*” publicat a *Transportation Research B*, l'any 1995, va ser segurament dels articles més revisats i citats en el camp del transport, semblant a quan algú diu que ha demostrat alguna conjectura matemàtica fins ara mai provada o algun experiment que sembla contradir algun principi clau de la teoria de la relativitat.... però amb molta menys rellevància mediàtica, clar. De fet, aquesta canvi de paradigma no va tenir cap repercussió mediàtica, malgrat que canviava completament la filosofia de la modelització del trànsit deixant l'analogia hidràulica de conservació de trajectòries i establint una nova teoria basada en les xarxes de cues.

Mentre que la crítica és un pilar fonamental en l'aplicació del mètode científic, no correspon a la tarannà enginyeril quedar-se en la crítica sense proposar solucions que superin els aspectes que s'estan criticant. Conduint cap al Claremont Hotel de Berkeley on Carlos juga un partit de tennis setmanalment, se li va ocórrer els principis del model de transmissió de cel·les que permeten analitzar el trànsit en estat de congestió i en xarxa de forma correcta. De forma seguida es publiquen *The cell transmission model* (1995) en dues parts, una aplicada a una carretera aïllada i altra per al trànsit en xarxa. Aquests models de transmissió de cel·les tenen interès matemàtic i de mètodes numèrics molt més ampli que en el camp del transport, i esmento l'anècdota d'una investigadora visitant d'altre camp de l'enginyeria que en la seva entrevista de cortesia amb el Carlos fa pocs anys, li volia explicar que en la seva recerca feia servir uns mètodes numèrics anomenats “models de transmissió de cel·les” i que no sabia si ell havia sentit parlar d'aquests models i el Carlos va contestar “yes, of course, you may not be aware that I invented them”.

(slide #10)

Formula una teoria variacional de les ones cinemàtiques del trànsit que permet tractar correctament situacions de congestió del trànsit en xarxa mitjançant equacions diferencials parcials amb condicions de contorn no prèviament estudiades per la seva dificultat. A banda del seu alt contingut matemàtic i utilitat general en Matemàtiques Aplicades, aquesta teoria facilita l'anàlisi del trànsit: aquesta teoria unifica les 8 versions existents de models de trànsit d'un carril, demostrant sorprenentment que són matemàticament equivalents. La teoria també permet millorar notablement els mètodes numèrics emprats per aquests tipus de problemes matemàtics, inclosos els del trànsit. Finalment també demostra que en teoria del trànsit les ones cinemàtiques són equivalents a autòmats cel·lulars (*cellular automata*) i desenvolupa els mètodes numèrics adients, en diferències finites, del model d'ona cinemàtica del trànsit.

(slide #11)

A partir d'aquest moment, el Carlos fa moltes aportacions en l'anàlisi del trànsit que expliquen gairebé tots els fenòmens fins a la data "misteriosos" associats amb colls d'ampolla dinàmics a les carreteres: cues mòbils a la carretera, colls d'ampolla mòbils, la naturalesa de l'estancament en xarxa (*gridlock*) de les carreteres i com prevenir-la, una teoria de la dinàmica del trànsit en carreteres amb carrils especials, els canvi de carrils en corrents de trànsit i els efectes dels carrils VAO i el seu paper de suavitzat (*smoothing*) dels colls d'ampolla a les carreteres. Moltes d'aquestes aportacions han gaudit de la recerca empírica del professor Michael Cassidy, amb anàlisi de dades que han permès contrastar les teories.

(slide #12)

També formula una teoria de comportament de flux de trànsit multi-carril que tracta de forma coherent i amb contrastació empírica el comportament del trànsit en situacions de canvis de carril per incorporacions, fusió (*merging*) i trenat (*weaving*). Amb Alejandro Lago (graduat de la UPC, avui professor de l'Iese) va estudiar com controlar el trànsit en una autopista d'accés a una ciutat reconeixent els aspectes físics de les cues i que els conductors poden escollir el moment de començar els seus viatges.

Però el que més sorprèn és que a les seves classes explica de forma clara només els punts clau, el moll de l'ós, les regles per l'aplicació i els resultats principals de forma que fa que sembla que fins i tot creiem que entenem els conceptes. Una estranya habilitat que ja vaig detectar d'Stephen Hawkin després d'escoltar una conferència sobre la història del temps: les nostres cares somrients pensants que havíem entès tot van canviar quan l'amfitrió, un eminent físic, ens va dir que "*ara creieu que ho enteneu, però quan sortiu de la sala us donareu compte que els conceptes són més difícils d'entendre del que aparenten per la seva excepcional habilitat en simplificar i comunicar*".

(slide #13)

Abans de descriure la seva darrera i potser més prometedora etapa de recerca del Carlos, la mobilitat urbana, entre mig va fer diverses aportacions sobre millora de les operacions de tots els modes de transport. De fet, cada cop som més els que pensem que quan parlem de

transport per defecte, estem parlant d'operacions. En **ferrocarrils** va proposar estratègies de classificació estàtiques i dinàmiques per al transport de mercaderies per ferrocarril.

(slide #14)

En **ports** va estudiar la productivitat i programació de les grues a les terminals portuàries, els sistemes de cues amb horaris d'arribada i ordre de servei establerts (aplicables als vaixells, amb el professor Fede Sabrià de l'Iese, també graduat a la UPC), la productivitat de terminals portuàries, la tarifació òptima de les camps de contenidors, el *trade-off* entre espai d'emmagatzematge i el cost de la manipulació dels contenidors portuaris, la càrrega i descàrrega als bucs porta-contenidors i l'operativa de doble cicle a les grues en ports de contenidors.

(slide #15)

Des de la desregulació del transport aeri als EEUU a finals de la dècada dels anys setanta, les grans aerolínies operaven en serveis tipus "*hub & spoke*" que consolidaven els vols en un (o diversos) **aeroports** de transferència que, naturalment, estaven subjectes a auto-congestió durant els bancs horaris de concentració i dispersió de vols. Carlos amb els seus estudiants de doctorat va fer contribucions sobre la xarxa de serveis *hub&spoke*, la classificació de l'equipatge per tal d'estalviar la congestió a l'aeroport *hub*, la recollida de l'equipatge quan hi ha congestió a la cinta de lliurament d'equipatge, o el disseny geomètric dels aeroports "*hub*" on vam introduir el "*concepte solar*" d'aquestes terminals singulars: ningú hagués pogut dir que les formes teòriques òptimes d'aquests aeroports *hub* tindrien relació amb espirals d'Arquímedes o sinusoides complexes...

(slide #16)

Les operacions a **terminals** de transport també s'analitzen mitjançant la coordinació dels horaris d'arribada i de sortida, i els disseny de sistemes de terminals de transport amb aproximacions contínues. Després de tota la recerca en operacions de transport, era el moment de publicar el seu llibre *Fundamentals of Transportation and Traffic Operations* l'any 1997.

(slide #17)

Carlos desenvolupà models mixtos de **tarifació** i restriccions del trànsit metropolità, demostrant a *A Pareto optimum congestion reduction scheme* (1995) que l'òptim de Pareto (aquell que no és millorable per als usuaris implicats sense perjudicar als demés) no és una tarifació de congestió (*congestion charging*) com a Londres (en aquest cas fixa, quan ja Arthur C. Pigou va establir ara fa cent anys que la tarifa ha de dependre del flux de vehicles i per tant del nivell de congestió), ni una restricció com el "*pico y placa*" colombià (on els dilluns no poden entrar en el centre els vehicles amb matrícules acabades en 0 i 1, per exemple), sinó un *mix* entre restriccions i tarifació. No és estrany que la millor solucions entre els dos extrems blanc o negre, sigui una tonalitat de gris. Pel desenvolupament de la tarifació de congestió a finals de la dècada dels anys 1960 (més tècnicament, per la teoria d'incentius sota informació asimètrica) es va concedir el Premi Nobel d'Economia del 1996 a William Vickrey.

(slide #18)

La darrera època, ja com a director del Centre d'Excel·lència de la Fundació Volvo sobre el Futur del **Transport Urbà** és potser la més productiva i prometedora, amb el descobriment de la relació fonamental macroscòpica del trànsit a les ciutats (*Macroscopic Fundamental Diagram*, MFD, applied together with professor Nikolas Geroliminis from Lausanne), que permet determinar el nivell de congestió del trànsit adient en una ciutat i que canviarà la forma d'operar dels semàfors a les ciutats i també dels programes de simulació de trànsit (actualment basats en matrius origen-destinació de viatges, quan l'MFD no depèn de les matrius de viatge sinó de les densitats zonal dels vehicles). La perspectiva de la ciutat com a “fàbrica de mobilitat” permet considerar els aparcaments com a stock de matèries primeres i els semàfors com a reguladors d'una cadena de subministrament... l'aplicació d'aquesta nova perspectiva a la mobilitat d'una ciutat com Barcelona, segurament abocaria a aportacions molt interessants.

(slide #19)

A partir de la petició de l'Ajuntament de Barcelona al CENIT per a reformar la seva xarxa d'autobusos, Carlos desenvolupa l'estructura de xarxes competitives de transport col·lectiu urbà. Aquesta recerca conceptual s'ha aplicat en forma de 12 corredors que es van presentar aquí a la UPC ara fa dos anys amb el nom de RetBus, alguns dels quals començaran a operar després de l'estiu. La recerca conjunta entre el Carlos i el CENIT ha continuat amb aspectes d'implementació i comparació de xarxes actual, la RetBus i una xarxa ortogonal molt accessible que passaria cada tres illes de l'Eixample, concloent que la RetBus és més eficient socialment (“*Design and implementation of efficient transit networks*”, publicat fa pocs mesos a *Transportation Research*). El nombre de corredors d'autobús exprés en Barcelona ha de mantenir un equilibri amb l'espai dedicat al trànsit: a partir del primer diagrama fonamental macroscòpic del trànsit de Barcelona obtingut amb models de simulació desenvolupats pel professor Jaume Barceló de la UPC, hem pogut obtenir que la longitud òptima de la xarxa d'autobusos exprés de Barcelona seria al voltant de 15 corredors. Els condicionants polítics d'una implementació poden condicionar la mateixa, però sempre és positiu conèixer els principis científics subjacents i els resultats objectius als quals aboquen.

(slide #20)

Amb l'equip de transport col·lectiu urbà del CENIT dirigit pel Dr. Miquel Estrada hem implementat mesures “*low cost*” de millora de l'operativa dels autobusos com la doble parada al tram central de l'Avinguda Diagonal de Barcelona o la coordinació semafòrica pensada per als autobusos aplicada al carrer Aribau.

Carlos ha formulat també aspectes dinàmics del transport a la ciutat com les equacions de comportament dels canvis de carrils o els carrils d'autobús amb prioritat intermitent (BLIP, de *Bus Lane with Intermitent Priority*).

Finalment, la recerca del Carlos en mobilitat urbana inclou estratègies per eliminar l'aparellat dels autobusos i la seva implementació als autobusos via TIC (tesi doctoral en curs de Juan Argote, altre graduat de la UPC i que ha treballat al CENIT) i s'està encaminant cap a la incorporació de tots els elements, transport públic, trànsit, principis tarifaris, i comportament de la demanda per aconseguir el disseny conjunt (*conjoint design*) de la mobilitat urbana, seminari que ens impartirà aquesta tarda. Carlos cuando acabes con

esto, ya solo te quedará incorporar la distribución urbana de mercancías y la ecomovilidad de peatones y bicicletas.

(slide #21)

En l'època de comunicació que ens trobem, els conceptes mediàtics poden facilitar l'interès institucional i social. Recordo haver-li comentat l'any 1990 sobre la necessitat de tractar de forma sistèmica i científica tots els serveis que proveeix i gestiona una ciutat (entre ells, la mobilitat, però també els subministraments i el disseny urbanístic) i va dir que era una bona idea i que escrigués un llibre sobre "*Logística Urbana*" abans que altres s'avancesin... A finals dels anys noranta ja es va encunyar el concepte "*City Logistics*" a partir d'un llibre japonès. Durant el meu sabàtic l'any 2008 vam comentar amb el Carlos idees que, amb l'ajut de les TIC, constituïrien l'*Smart Urban Mobility*... Ara que totes les ciutats volen ser una "*Smart City*" (com deia Joan Clos al primer congrés internacional que es va celebrar a Barcelona a primers de desembre passat, per contraposició a que ningú vol ser una "*stupid city*") i que tothom vol que Barcelona sigui un gran aparador i laboratori de sensors i aplicacions "*smart city*", segurament haurem de parlar de "*Mobility in Smart Cities*".... però si ens descuidem una mica i amb l'impacte del *Mobile World Congress* celebrat també recentment a Barcelona, amb aquest concepte "*mobility*" s'entendrà simplement portar un "*smart phone*" a la ciutat... Per a posar el qualificatiu "*smart*" caldrà demanar utilitat i eficiència i no només la connectivitat o accessibilitat a la informació en temps real que pot venir de xips, satèl·lits, sensors i la web.... El paper de l'RDi és, més que mai, fonamental....

El Prof. Carlos F. Daganzo ha mantingut una estreta **relació amb la UPC** i concretament amb l'Escola de Camins i el CENIT on ha impartit de forma continuada cursos i seminaris, ha dirigit tesis doctorals de professors i exalumnes de la UPC (Dr. Frederic Sabrià, Dr. Francesc Robusté, Dr. Alejandro Lago, i Juan Argote, en elaboració), i ha participat en tribunals de tesis doctorals defensades a la UPC, en congressos d'Enginyeria del Transport organitzats a la UPC (*Congreso de Ingeniería del Transporte 1998*) i ha estat tutor d'estàncies sabàtiques de diversos professors de la UPC.

(slide #22)

Fins aquí la trajectòria científica del professor Carlos Daganzo. Deixeu-me uns minuts més per esmentar la seva vessant personal.

El Carlos és molt esportista i l'agraden els esports en general com l'equí de fons i el ping-pong. Ja he esmentat l'alt nivell del Carlos com a jugador d'elit de tennis, però també cal citar de forma diferencial la seva passió per la bicicleta... Va ser campió de tennis de Catalunya per equips junior jugant amb el Tennis La Salut en l'època de Manuel Orantes i va haver d'escollir entre una carrera professional de tennis entrant a l'Institut Blume o fer enginyeria... Encara ara continua jugant al tennis a nivell competitiu en tornejos... També ha fet carreres de bicicletes... Us asseguro que és molt difícil guanyar al Carlos en aquests esports... De fet, diu, "*anant en bicicleta és com em venen les millors idees*"...

(slide #23)

És, igual que la seva esposa Valery, un fan del *bluegrass music* (també anomenada *hillbilly*), un estil de música country amb arrels en la música tradicional anglesa, irlandesa i

escocesa, portada pels immigrants de les Illes Britàniques a la regió dels Apalaches i que ha incorporat influències del jazz i el blues. Altra característica del Carlos és portar sempre la funda de les ulleres penjada del coll... ulleres que gasta literalment com podem veure a la foto de la seva taula....

(slide #24)

Carlos i Valery es van conèixer a Madrid molt joves i des d'ençà que han estat una parella còmplice i enamorada... Carlos reconeix que la Valery el va desconcentrar inicialment a la carrera, però que quan ja van començar a tenir família, va recuperar la concentració: va acabar el màster en un any i el doctorat en un any i quatre mesos més... A Valery l'agrada viatjar i és una experta cuinera.... Potser ajuda a mantenir aquesta relació estable el paper premeditat que adopta el Carlos de savi distret a casa...

Fruit de la relació van néixer les seves filles Jenifer, Dana i Sally. Front a un cop de mala sort que de vegades ens depara la vida, va trobar refugi en el treball i en l'esport... La seva postura front a temes transcendents com l'absència és pragmàtica com correspon a un científic: no queda altra sortida intel·ligent que fer-se fort i encarar el futur condicionat per la nova situació... *"la muerte no existe, las personas solo mueren cuando se las olvida"* va posar a l'esquela de la seva mare Nena... *"en el fondo, vivimos de recuerdos"* em va dir el novembre del 2002. Tant Jenifer com Sally són també doctores (en audiologia i en medicina) i els han fet avis de 6 néts i netes.

(slide #25)

*"Mi nombre, Charles, se debe a mi avanzada edad.... nací en tiempo de Napoleón, cuando en Barcelona se hablaba francés"*... va comentar amb naturalitat als capricis de les traduccions automàtiques en la seva invitació en anglès... Carlos sempre està bromejant... el sentit de l'humor és una vàlvula escapatòria de la concentració i meticulositat perllongades en el temps...

(slide #26)

Sempre que pot, posa alguna nota d'humor en els noms de programes o idees com CHOMP, TROMP, PEANUT, BLIP... O el *Berkeley University Logistics Laboratory: Shipping, Handling, Inventory and Transportation* que em va permetre emprar com logo (ens aquest humor mancat de subtilesa he de confessar que s'han ajuntat la fam amb la gana) del software CALHOP de disseny de rutes de vehicles en un dia de portes obertes de la *Industrial Liason* a Berkeley. De vegades em fa l'efecte que el sentit de l'humor ha anat augmentant amb els anys....

(slide #27)

Recordo també la nota que em va fer posar en els agraïments d'un article sobre un problema del viatjant de comerç de 240 punts quan vaig dedicar molt de temps (*"are you still connecting the dots?"* em deien) a guanyar l'aposta de 10\$ que cada any feia el professor Gordon Newell als seus estudiants com a repte de que no seríem capaços de guanyar-li: *"the first author will graciously return the \$10 after presentation of a tour shorter than 112 inches"*. Per sort Gordon no es va "picar" amb aquella provocació,

especialment perquè els 10\$ ja s'havien gastat immediatament cobrint necessitats bàsiques peremptòries.

Gordon Frank Newell era un físic que va estar el mentor científic del Carlos. Era alhora Catedràtic d'Investigació Operativa i Catedràtic de Transport en dos "departaments" o centres diferents de Berkeley. El nostre respecte per ell augmentava quan Carlos ens deia que ell es podia equivocar però que Gordon mai s'equivocava.... *"The art of modeling consists on analyzing a system with few variables, taking the most relevant ones and throwing the rest to the garbage, and hoping that the selected variables are those that we are able to understand"*, deia Gordon inexorablement el primer dia de classe... a totes les seves classes.... Conjuntament amb *"What's the question?"* i *"Draw a picture!"*....

Tant Gordon com Carlos et deixaven treballar fins que els estudiants descobríem la resposta que ells ja coneixien d'avant mà.... com a bons mestres.... Gordon Newell feia servir unes tires de *Peanuts*, les caricatures de Charles Schulz amb el gos que meditava sobre situacions humanes des del sostre de la seva caseta, com a carta de rebuig a articles mal enfocats que pretenien publicar-se a *Transportation Science* quan ell era Editor en Cap: allò de *"lamentem haver-li de comunicar que ens veiem obligats a rebutjar el seu manuscrit.... de fet, no ho lamentem en absolut"*, i el *"no publicaríem el seu article ni encara que ens pagués per fer-ho"* li va generar l'alias *The Shark*, el Tauró, i també alguna que altra enemistat d'investigadors amb limitat sentit de l'humor...

Gordon Newell tenia una dèria en contra de la revolució digital, en particular els PCs que em recordava a la novel·la *En el nom de la rosa* d'Umberto Eco: calia ser molt estricte i intransigent contra els primers indicis de relaxació o intent de limitar la capacitat d'anàlisi abstracte i conceptual. Per a obtenir nombres aleatoris sobre paper mil·limetrat per a dissenyar els circuits del viatjant de comerç, feia servir els darrers dígit dels telèfons de la guia telefònica com a coordenades i quan va rebutjar el PC que la universitat posava a tots els professors el 1987 i li vam demanar que ho acceptés i que si ell no el volia, que ens ho passés als estudiants de doctorat, va dir que mai podia permetre que als registres de la universitat ell constés com que disposava d'un ordinador. Gordon ens va deixar el 2001 però el seu llegat científic perdurarà....

(slide #28)

En aquells temps del duet Carlos & Gordon, per moltes fórmules que desenvolupéssim, per a poder optar a llegir una tesi doctoral com cal, calia guanyar a aquesta parella... al ping-pong. Us puc assegurar que no era fàcil.... però els estudiants teníem anys per a practicar.... alguns molts anys.... Les rares vegades que guanyàvem, Carlos canviava les regles del joc de ping-pong a *"king-pong"*, jugant amb les vegades que botava la pilota a la taula... Alguns estudiants asseguren que el servei del Carlos en ping-pong viola la conservació del moment angular... L'actual parella de ping-pong i alhora de recerca és Mike Cassidy, i com es cansen de guanyar sempre, de vegades es canvien la identitat amb caretes per a desconcertar als estudiants....

(slide #29)

La tasca de recerca de Carlos Daganzo ha quedat ben patent, però nogensmenys la seva tasca com bon docent també ha estat premiada. La seva màxima és *"work hard, be smart"*..., malgrat que alguns estudiants han d'escoltar *"this is trivial"* masses vegades....

Un dia Carlos va confessar el secret de tenir èxit a un estudiant: *“treballa extremadament dur tota l'estona i utilitza el màxim de la teva intel·ligència a la mateixa vegada, tota l'estona, quan treballes, menges, camines, etc.; qualsevol que faci això tindrà èxit...”*. Malgrat aquests consells, els seus estudiants l'estimen i l'han escollit com millor tutor i va estar guardonat amb el *Faculty Mentor Award* l'any 2008... La tasca de director de recerca també es plasma amb molt de detall en les correccions dels articles (i de vegades de la pròpia tesi doctoral): moltes vegades és més eficient tornar a escriure el text que no intentar incorporar les seves correccions aprofitant-lo...

(slide #30)

Carlos Daganzo ha dirigit les tesis doctorals de 40 estudiants de doctorat que han arribat a posicions altes en la indústria i les universitats de diversos països, com són vicerectors, degans de facultats i directors de centres de recerca: la UPC i l'IESE a Espanya; l'MIT, Northwestern, Illinois, Georgia Tech, Washington, Maryland, Arizona i USC als Estats Units; EPFL a Lausanne i ETH a Zurich; Canadà; Xile; Taiwan; Xina; Brasil....

(slide #31)

*L'International Symposium of Transportation and Traffic Theory* ISTTT es el congrés, ara bianual i abans trianual, de més nivell científic en transport: el darrer va tenir lloc a Berkeley el passat juliol i es va dedicar al Carlos Daganzo. A banda dels famosos físics fundadors ja desapareguts, Herman i Newell, Carlos Daganzo és l'única persona que ha tingut aquest reconeixement. Això va propiciar una concentració de 16 estudiants del Carlos de totes les èpoques...

(slide #32)

Com a conclusió, es pot fer recerca de qualitat i descobrir grans coses amb pocs recursos, només aplicant el *“work hard”* i el *“be smart”* del Carlos... i disposant d'un sistema àgil, estable, pragmàtic i que reconeix la vàlua... i estudiants excel·lents i entusiastes que volen aprendre i gaudir mentre ho fan...

Quan diferents *bloggers* escriuen sobre una persona no pública, de forma anònima i per a lloar-lo, aquesta persona s'està convertint en un personatge... Una quota anònima d'un tal Safetea Lu: *“Mentioning Carlos Daganzo, I have to take my hat off to salute him!... Daganzo does not like to go to conferences and party. That's why you hardly see him accepting invitation to be a guest speaker, be given awards etc. But I think, for a person of his statue, he does not need to care anymore! He really lives the life of a scientist!”*

(slide #33)

Aquest *blogger* anònim té raó: Carlos, gracias por aceptar este reconocimiento que espero que sea especial para ti... Revisa también las cartas de apoyo porque no todas se han limitado a incluir formalidades... Verás que muchas están escritas con el corazón y desde la más profunda admiración.

El Centre d'Innovació del Transport CENIT va començar a operar al gener del 2002 i per tant, aquest any 2012 estem celebrant el Xè Aniversari del CENIT. La millor manera de donar rellevància acadèmica a aquest aniversari, era promoure conjuntament amb l'Escola

Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, aquest alt reconeixement de la nostra Universitat Politècnica de Catalunya vers una personalitat científica de primera talla internacional. *Enhorabuena, Carlos, te lo has ganado!*

Barcelona, 28 de març de 2012

---

