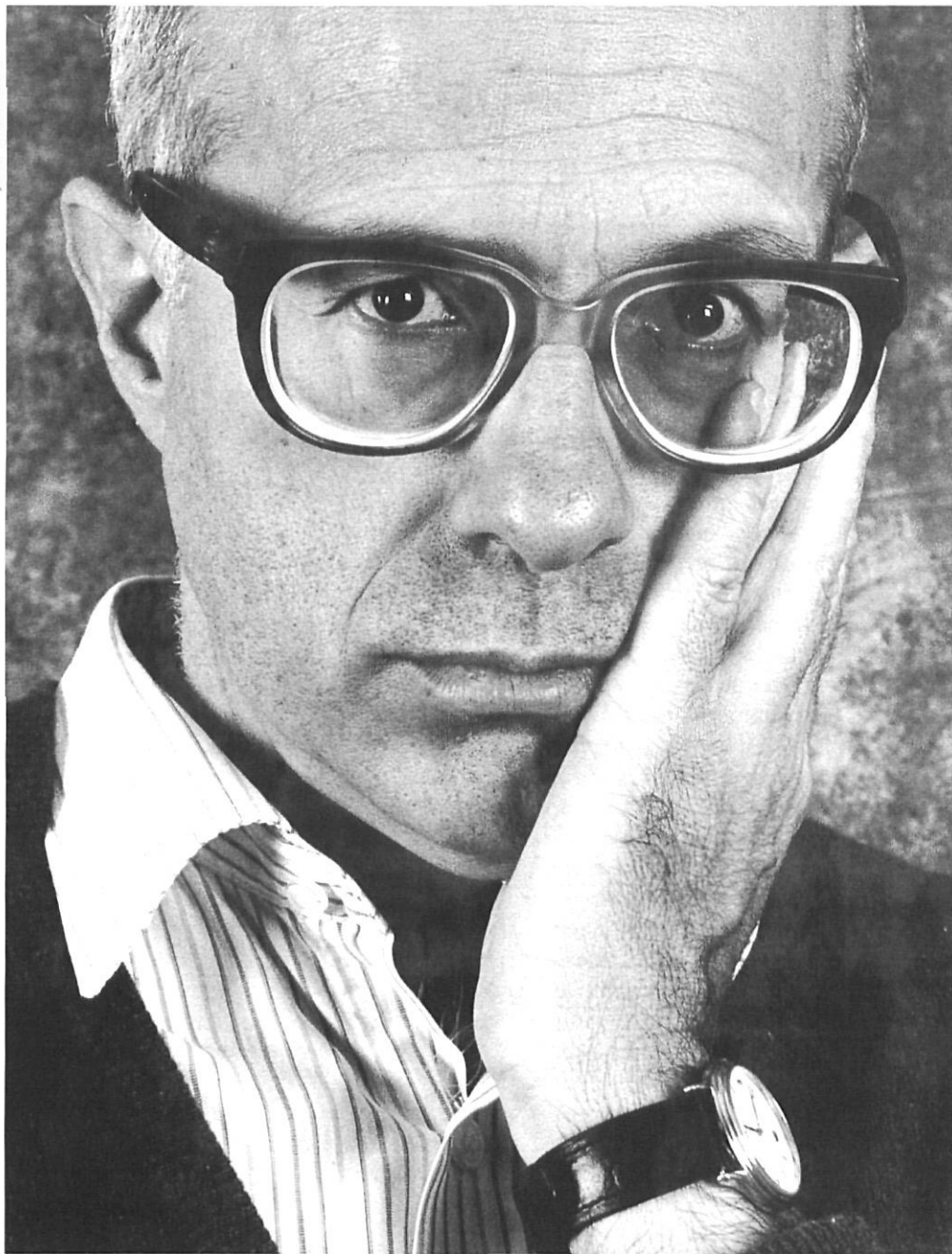


JOSEP M. OLIVERAS



Carles Cuadras Avellana i les probabilitats multivariants

Joan Miró
Eva Vázquez

Com van ser els seus inicis dins l'activitat científica que desenvolupa en l'actualitat?

– Bé, jo vaig venir a estudiar a Barcelona l'any 1963, després d'haver fet els estudis

primaris i secundaris a Figueres, on vaig néixer. Vaig cursar la carrera de Matemàtiques fins l'any 1968 i, immediatament, vaig entrar a treballar com a professor d'Anàlisi Matemàtica al Centre de Càlcul de la Universitat de Barcelona, que aleshores tot just començava

a funcionar. De fet, tinc el rècord de ser el primer analista d'informàtica de la Universitat de Barcelona. En aquella època, vaig treballar en l'adaptació de teories matemàtiques o càlcul numèric i, al mateix temps, feia classes. Però vaig anar veient que rebíem moltes consultes d'estadística aplicada, especialment d'estadística multivariant, per part de psicòlegs, metges, biòlegs, geòlegs, químics, economistes, etcètera, i em vaig anar decantant cap a l'estadística mentre anava deixant de banda les tècniques numèriques i les matemàtiques. Després vaig fer el Doctorat, que vaig presentar el 1973, i el 1974 vaig guanyar unes oposicions per entrar al Consell Superior d'Investigacions Científiques. Mentrestant, continuava fent classes, fins que el 1979 vaig guanyar una plaça de professor agregat de la universitat, la primera d'Espanya en el camp de la Bioestadística. El 1983 vaig passar a ser catedràtic i des d'aleshores em dedico a aquesta activitat, simultàniament amb la consulta de les aplicacions estadístiques, la investigació aplicada i teòrica, l'ensenyament, i la direcció del Departament d'Estadística fins al febrer d'enguany i que he hagut de deixar perquè hi ha un nombre limitat de mandats. És curiós, quan va començar a funcionar el departament, érem només tres professors; ara ja som trenta.

– *Així, doncs, ha abastat molts de camps científics, però quina és realment la seva especialitat?*

– El meu camp d'especialització científica és la bioestadística, l'estadística aplicada, la informàtica i l'anàlisi multivariant, que és l'estudi conjunt de moltes variables a la vegada, una eina d'enormes aplicacions.

– *Hi ha algun d'aquests temes pels quals senti una especial atracció o dins el qual hagi assistit a una experiència remarkable?*

– En el camp de l'aplicació, vaig fer un estudi que va tenir ressò internacional sobre la localització dels cromosomes humans en el nucli de la cèl·lula.

– *Aquesta és una aplicació de l'anàlisi multivariant?*

– Sí. A partir de la informació proposada per dades-fotografies vàrem modelar el que seria la situació correcta dels cromosomes, tenint en compte la variabilitat que hi havia entre cada fotografia. Aquest va ser el primer estudi mundial sobre el tema. Per tenir una

idea, vam rebre prop de tres-centes cartes de tot el món interessant-se pel tema. Parlo de l'any 1979. Després he fet treballs sobre probabilitats multivariants, encara que jo sóc més estadista que probabilista, i he assistit a congressos internacionals sobre aquests temes a Roma i als Estats Units. Malgrat que m'he dedicat més a l'estadística que no pas a les probabilitats, sóc, en certa manera, més conegut com a especialista en probabilitats multivariants, encara que també em coneixen en l'altre vessant. Això es pot veure en les cites de treballs meus en diferents llibres: esmenten més sovint els meus estudis de probabilitats que no pas els d'estadística. Però també s'ha de dir que hi ha molta més gent dedicada a l'estadística que a les probabilitats.

– *Parli'ns d'algun altre camp en el qual hagi assolit resultats satisfactoris.*

– Un altre camp que he treballat és l'estadística multivariant utilitzant criteris geomètrics. En això he desenvolupat una línia de recerca que he publicat en molts treballs i fins i tot hi ha professors que segueixen la meua metodologia. Per exemple, l'Institut Astronòmic de Polònia està utilitzant la metodologia que jo mateix vaig crear per als seus treballs sobre la predicció de la radiació solar. Un segon exemple seria l'aplicació d'aquest mètode en la identificació de persones i races a partir de l'ADN, perquè aquest tipus d'informació és qualitativa, no és numèrica, i els mètodes que jo he estat estudiant i a partir dels quals he creat una línia de recerca s'està demostrant que són bastant adequats per a aquesta finalitat. Que la gent conegui els teus sistemes de treball costa molt, perquè hi ha molta metodologia, i molt bona, i cada investigador o grup científic vol utilitzar la seva pròpia perspectiva en encarar-se a les dades. Nosaltres, és clar, volem utilitzar la nostra.

– *I en què consisteix exactament aquest mètode? Pot ser un sistema per marcar els criteris sobre una variable per després veure, en un espai de múltiples dimensions, quines afinitats tindrien?*

– Sí. Comprovem com allò que estem observant s'aproxima a una possible informació prèvia que tenim i, aleshores, a partir de la identificació de diverses informacions, descobrim que aquella que s'acosta més a la informació prèvia és la que hem d'assignar.

Aquest mètode serveix tant per a la predicció de la radiació solar, que seria un cas de predicció quantitativa, com per a la situació d'un home en una determinada raça o grup ètnic, que és una informació més de tipus qualitatiu. Estic fent bastant recerca en aquesta línia en col·laboració amb un altre matemàtic molt competent, també de Figueres, Josep Fortiana. Això és propi de les matemàtiques de tècnica aplicada: trobar-hi una base teòrica que hi doni suport. Hem fet un treball i ha estat acceptat en una important revista dels Estats Units. En la carta d'acceptació de l'article, l'editor diu que aquest treball és com una obra d'art; és a dir, saben que és una generalització i no veuen clarament quina és l'aplicació que té aquest context general, però des del punt de vista matemàtic i estètic el troben molt correcte, molt «maco».

– *O sigui, que han prevalgut raons d'elegància, al costat de les científiques?*

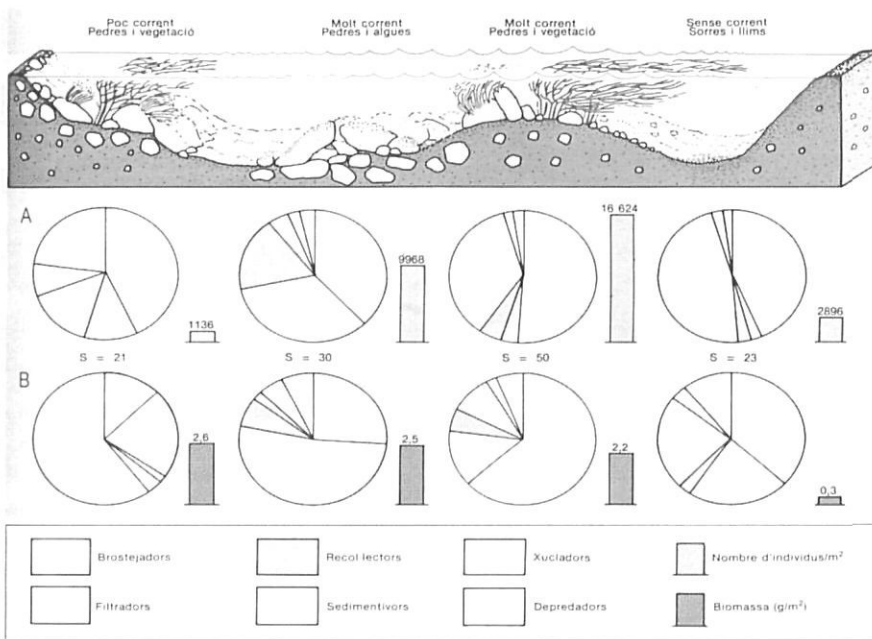
– Sí, sí, certament, perquè la matemàtica, de fet, es pot mirar des d'una perspectiva estètica i de fonament filosòfic, com ha passat amb aquest article. Entraria dins el camp de la Lògica.

– *Per fer-nos una idea de l'avenç que han experimentat les eines que utilitza normalment en la seva activitat científica i de la seva importància, com compararia els ordinadors de què disposava al Centre de Càlcul l'any 1968 i el que té ara mateix sobre la taula del despatx?*

– És ben fàcil. L'ordinador que teníem al Centre de Càlcul era un 3.60 IBM, tenia 32 kas de memòria i ens va costar disset milions de pessetes. L'ordinador que tinc ara sobre la taula té quatre megas que equivalen a quatre mil kas, és més ràpid, més potent, i val unes 200.000 pessetes. Ara les condicions de treball en informàtica són més assequibles i els ordinadors són més potents. Mireu, podríem dir que sobre aquesta taula tenim més potència que en tota la Universitat de Barcelona, o potser fins i tot que en tot Espanya, de l'any 1968.

– *L'expansió dels ordinadors, quins efectes immediats ha produït en l'estadística?*

– Han tingut un efecte vital. L'estadística multivariant d'abans dels ordinadors de tercera generació es reduïa a tres o quatre variables. A partir sobretot dels ordinadors de la



gamma 3.60, dels anys 65-66, s'ha pogut calcular centenars de variables; fins i tot, en teoria, se'n podria arribar a estudiar alhora un milió, però entre nosaltres el més corrent és utilitzar entre cent i tres-centes variables, cosa que abans era impossible.

– **Aquest avenç tecnològic ens permet tenir també més confiança en les prediccions? Per exemple, en el cas de la predicció solar?**

– Bé, precisament les prediccions climàtiques són les més difícils de fer, perquè no estan basades en models estadístics, que tenen una part determinista i una part aleatòria, sinó més aviat en models que es coneixen amb el nom de «caòtics». Són models en certa manera deterministes, però als quals un mínim canvi en les condicions inicials pot provocar, al cap d'un temps, una distorsió forta. Les turbulències climàtiques segueixen unes lleis relativament ben conegudes en física que, malgrat això, matemàticament són molt inestables. Això dificulta poder fer prediccions. En general, el que sí es fa són prediccions a mig i llarg termini. L'estadística, però, potser no és la metodologia adequada en aquest cas, perquè només podem parlar de probabilitats: podem establir la probabilitat que demà plougui perquè sabem que ha estat tres dies sense ploure, i coses d'aquest estil.

– **Quines transformacions ha experimentat l'estadística?**

– Pel que jo conec, l'estadística, que és una ciència recent, es va basar

bastant en estudis que s'havien fet en termodinàmica; els creadors de l'estadística van tenir en compte resultats que sortien d'allò físic. Actualment, crec que l'estudi ha d'estar en la física quàntica; és a dir, en quina és l'estructura probabilística del moviment de les partícules elementals.

– **La termodinàmica macroscòpica suavitzava molt els resultats...**

– Sí, la termodinàmica macroscòpica vindria a ser allò que en estadística es diu «lleï dels grans nombres»; és a dir, que petites causes, cadascuna d'elles imprevisible totalment, en sumar-se, acaben oferint un aspecte de regularitat, que és el que nosaltres mirem a nivell macroscòpic. La naturalesa tendeix a l'equilibri, i l'equilibri en aquest cas es refereix a estats estables des d'un punt de vista probabilístic.

– **Tornant una mica enrera, conserva alguna relació amb les comarques de Girona?**

– La meua relació és més familiar que professional. La majoria dels meus germans i germanes es dediquen a l'ensenyament, com havia fet el meu pare, que era catedràtic de Matemàtiques de l'Institut de Figueres. De nou germans vius que som, sis es dediquen a l'ensenyament. Fora de viatges familiars, vaig poc a Figueres. No tinc temps. Mantinc relacions a tot Espanya per motius de feina. L'última setmana de juny vaig estar a la Universitat de La Laguna per fer un curs i, poc després, vaig anar a Salamanca per un altre curs internacional on, per cert, era l'únic

professor espanyol convidat. He donat cursos i conferències a les universitats de Pittsburg, Pennsilvània, Washington, Mont-real, Veracruz, l'Havana, París, Amsterdam, Bratislava, Postdam... O sigui que les meves relacions són ja bastant internacionals. A l'Empordà em queda una relació familiar i prou. Per tenir una idea, estic connectat al correu electrònic i és corrent que rebi en un sol dia quatre cartes: una dels Estats Units, una del Japó, una de França i una d'Espanya, i és corrent també que a vegades contesti el mateix dia cartes en anglès, francès, castellà i català.

– **Tractem ara una mica la seva activitat docent. Com acullen els estudiants de Biologia l'ensenyament de la bioestadística?**

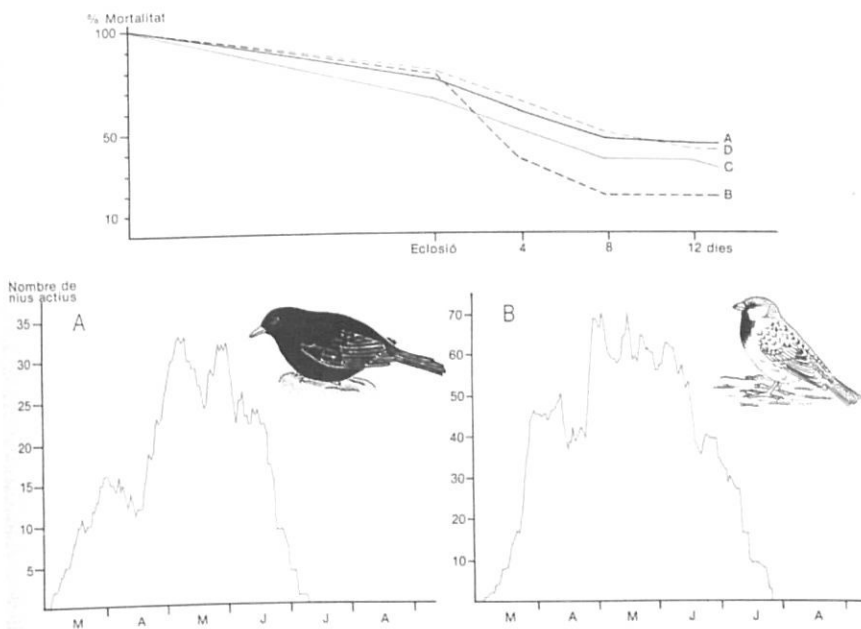
– Al nostre departament, fem classes de matemàtiques, bioestadística i, a partir d'aquest curs, també d'informàtica. Les matemàtiques, en general, les acullen malament. Els alumnes no veuen clar que els hagin de servir. La bioestadística, l'accepten una mica més, hi veuen més utilitat, però essent francs, si no hi fos serien més feliços. El cas és, però, que al departament rebem contínuament consultes de biòlegs sobre bioestadística, i els estudiants n'han de ser conscients. Els biòlegs ja veuen que ho necessiten, perquè quan fan experiments de fisiologia animal, fisiologia vegetal o bioquímica, o quan fan sortides de camp i obtenen molta informació de presència d'espècies vegetals i animals, es troben que han de resumir, representar i interpretar totes aquestes dades. Aleshores es veuen obligats a consultar-nos. Altres vegades, quan una revista internacional els ha rebutjat algun treball, vénen a preguntar-nos en què han fallat, i els hem de dir o que s'han equivocat en el mètode utilitzat o que havien de justificar el contingut de l'article mitjançant l'estadística, cosa que no havien fet. Això passa sovint. Ja veuen que som necessaris, però a ells els agradaria poder estudiar només les plantetes, els animals, les cèl·lules, els microbis i no haver d'avorrir-se en el tractament de les dades. El meu argument és que, de la mateixa manera que han de saber parlar, expressar-se i escriure el seu pensament científic, també han de saber comptar i resumir les masses de dades de forma matemàtica i precisa. Tan important és una cosa com l'altra.

– Vostè, pel que diu, ha publicat bastants de treballs sobre la seva especialitat.

– L'any 1992 se'm va encarregar d'organitzar la VII Reunió internacional d'anàlisi multivariant. Va venir gent destacadíssima de tot el món, dels Estats Units, el Japó, França, Anglaterra, Alemanya, Itàlia, Polònia... El resultat d'aquesta reunió va ser el llibre *Multivariate analysis: Future directions 2*, publicat per la prestigiosa editorial North Holland. En aquest llibre hi ha contribucions d'eminentes científics i és un indicador del reconeixement internacional a C.B. Rao, coeditor del llibre i una personalitat mundial en aquest camp. Per fer-nos una idea, és doctor Honoris Causa per quinze universitats i un dels creadors de l'anàlisi multivariant. Rao treballa als Estats Units però prové de l'Índia, on hi ha una gran tradició en matemàtiques i astronomia. A banda d'això, he estat el primer espanyol, i gairebé l'únic de moment, que ha escrit un llibre sobre anàlisi multivariant. En total he publicat uns deu llibres, dels quals destaco *Métodos de análisis multivariante*, la primera edició del qual és de 1981 i la segona, de 1991. Aquest llibre ha ajudat molta gent a introduir-se en el tema i a treballar-hi. A Sud-amèrica també ha tingut un gran impacte. Una conseqüència d'aquest llibre és que he donat cursos d'anàlisi multivariant a tot Espanya.

L'activitat d'un estadista, en el seu cas vinculat a la biologia, ha de tenir forçosament vinculacions amb altres ciències?

– La meua activitat investigadora, precisament pel fet d'estar lligada a la bioestadística, fa que hagi de tenir relació amb un altre camp que és la medicina, i fins i tot la psicologia, a més de la biologia. Actualment sóc president electe de la Societat Espanyola de Biometria. D'altra banda, en ser també matemàtic i haver fet treballs d'estadística, tant teòrica com aplicada, també tinc relació amb professionals d'aquests caps. A més, tinc publicats uns sis treballs, la majoria d'ells en revistes internacionals, sobre probabilitats multivariants cosa que em vincula a un món més abstracte de matemàtics i probabilistes. Tot plegat em dóna una gran cultura estadista, però també una certa dispersió que té els seus avantatges i els seus inconvenients.



– O sigui, que viu sobre la frontera de diversos camps?

– És clar. La prova és que ara m'han inclòs en diversos congressos tant d'anàlisi multivariant i d'estadística aplicada, com de medicina, psicologia i informàtica, i no dono l'abast, perquè contemplo massa coses. De moment, però, ho porto bastant bé; faig un bon paper, si amb això s'entén que m'accepten els treballs en revistes de bastant de prestigi. Ara ja en porto vuit, d'articles publicats, o bé sol o bé en col·laboració amb Josep Portiana o amb altres professors i professores del meu equip de treball. La dispersió de què parlava abans, també l'aplico a la meua activitat docent. Sóc el creador de la bioestadística, a Barcelona i, per tant, estic molt lligat a aquest camp, però també estic fent classes de matemàtiques. Això vol dir acceptar una dualitat: entre l'estadístic aplicat sobretot a la biologia, i l'estadístic teòric, més abstracte, dedicat a parlar dels models matemàtics més que d'unes dades concretes. Aquesta doble especialització fa que potser no sigui tan bo ni com a bioestadístic ni com a matemàtic, però en conjunt sé més de bioestadística que els matemàtics i sé més d'estadística matemàtica que els biòlegs.

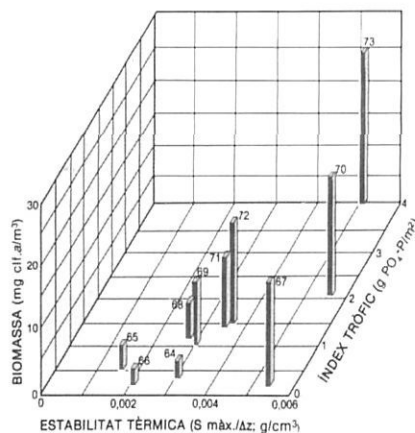
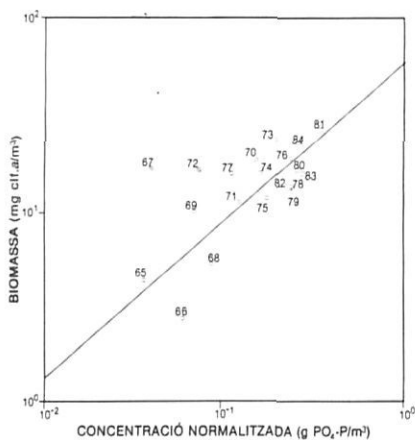
– És el que passa quan no t'especialitzes en una sola cosa.

– Tot i no seguir una especialització gaire definida, hi ha dos camps en els quals estic treballant especialment als últims anys: la construcció de models de probabilitats multivariants, i

l'aplicació de tècniques estadístiques utilitzant criteris geomètrics. En aquests terrenys ja se'm coneix arreu del món. Encara que sóc matemàtic, tinc interès en una visió integradora de la ciència, a poder aplicar els coneixements de teoria i tècnica matemàtica als diferents camps de les ciències experimentals, tant des del punt de vista universitari com d'empresa. Quan parlo d'empresa vull dir que he estat assessor de la marca Ciba-Geigy durant quinze anys, una feina que m'ha permès de tenir molta relació amb metges i farmacòlegs. Jo trobo, doncs, que l'estadístic que realment és bo no tan sols ha de saber tècniques d'estadística o teoremes matemàtics o quins tests estadístics s'han d'aplicar a unes dades determinades, sinó que ha de tenir una visió més o menys àmplia de camps tan variats com la psicologia, la genètica, l'ecologia, la medicina, la geologia i la lingüística. Ja sé que és impossible conèixer-los tots, però almenys se n'ha de tenir interès i idees, perquè si només ens limitem als teoremes, la nostra activitat seria molt poc fèrtil. La tendència del món actual és fer més ciència, matemàtica i estadística, que no pas fer teoria matemàtica i teoria estadística, perquè això té només un valor conceptual i acaba morint en un paper.

– Però, és clar, per fer ciència, cal haver construït abans una teoria. Les dues coses es necessiten.

– Evidentment, però jo recordo que quan encara era estudiant, després de passar una fase d'idealisme matemàtic



tic, al final de la carrera em vaig adonar que era més bonic que allò que feia pugués tenir una aplicació. He de dir que jo he fet bastants treballs teòrics, però si aquests treballs tenen com a finalitat una aplicació, és molt més interessant, encara que això no és del tot apreciat pels matemàtics. Ells aprecien més els grans teoremes, sobretot els que tenen moltes dificultats tècniques, que no pas uns resultats teòrics que podrien tenir una aplicació real, encara que potser no siguin tan complicats tècnicament.

– *A vostè li agrada la música: què li sembla la música estucàstica, aquella que es compon a l'atzar?*

– M'agrada conèixer la base d'aquesta música per la seva estructura, però no l'acabo d'entendre des d'una valoració estètica.

– *Coneix una peça de Mozart que es diu «Minuet dels daus»?*

– N'he sentit a parlar, però ara no la recordo. Sé que hi ha una *petita broma musical* que també fa unes dissonàncies i que s'esmenta com un dels exemples de música pre-dodecafònica, però la música de Mozart està molt ben estructurada, per ser inclosa dins aquest grup, i és molt agradable de sentir. A mi particularment m'agraden, a més de Mozart, Beethoven, Bach, Schubert i Brahms, i de més moderns potser arribaria fins a Stravinsky i Shostakòvitx.

– *I Schönberg?*

– La música de Schönberg també és interessant, amb això de les dotze notes i aquests ritmes tan precisos que segueix, però a mi, que toco la flauta i el piano, em preocupa el fet que, encara que hagi sentit la seva música, després no la sàpiga interpretar, i si no en sé és, o bé perquè no hi ha un tema musical, o que no

hi ha melodia. Per mi la música ha de tenir tema musical com tan magistralment ho sabia fer Beethoven, o melodia com tan magistralment ho feia Mozart; o bé ha de tenir les dues coses i s'ha de saber construir i desenvolupar com feia Bach de manera genial. Aquella música que t'és difícil de reconèixer quan comença i quan acaba, de la qual ignores el tema i la melodia, no m'agafa preparat. És una música més de l'intel·lecte que no pas del sentiment.

– *Abans ha esmentat Bach. És increïble l'aprofitament que feia de l'octava en una sèrie de composicions com la de «Clavicèmbal ben temperat».*

– Aquesta obra va ser una demostració que a l'escala musical, en el clavicèmbal, no es distingia entre per exemple un Re sostingut i un Mi bemoll, perquè és la mateixa nota. Aquestes notes, en una flauta dolça barroca com la que tinc jo o en un violí, sí que es poden distingir, perquè tenen una digitació diferent. Bach va demostrar que pràcticament no hi havia diferència, d'aquí ve el nom d'aquesta composició. Recordo que quan era estudiant em van explicar que es va adaptar una fuga de Bach a una certa funció i que, en trobar la derivada d'aquesta funció, va sortir una altra fuga. No sé si això és cert, però si ho fos voldria dir que Bach tenia un pensament matemàtic bastant precís. De fet, Mozart deia que la música era l'aritmètica de l'ànima i aquella sonata té també una estructura tan precisa que sembla que estigui composta per un matemàtic. És clar que crec que les màquines poden ajudar la música; potser hi ha un component d'atzar, però ha de dominar l'home, i l'home potser s'inspira en les muses, com diuen, però també en

l'ambient que viu. Així que la màquina, l'ordinador, que es dediqui a fer estadística, a tractar la informació i a fer càlculs, però fer música, això ja no ho sé.

– *Quina és la seva opinió del que ha de ser l'activitat científica en l'època que vivim?*

– Parlant en termes generals, hi ha dos tipus d'investigació científica: la que té una finalitat real, com seria per exemple descobrir un virus i detectar les seves propietats per vèncer una determinada malaltia, i aquella en la qual no es veu una aplicació immediata, que acostuma a ser molt redundat i que, des del meu punt de vista, no es diferenciaria gaire de fer teatre. Aquest tipus de ciència, que practica molta gent, serveix per guanyar places de professors, per aconseguir ajuts econòmics o per tenir prestigi, però els seus usuaris no sortiran pas citats a les enciclopèdies. Jo mateix he fet treballs dels quals encara no n'he buscat la utilitat, però almenys estic satisfet d'haver-ne fet d'altres que formen part del primer grup de ciència. Hem de tenir en compte que ara hi ha més científics que en tota la història de la humanitat fins l'any 1950, en números rodons, i, la veritat, jo no em crec que tots siguin de qualitat. La immensa majoria es repeteixen, fan petites generalitzacions i a vegades descobreixen resultats que ja estaven descoberts fa una setmana, però els presenten en un llenguatge diferent. Hi ha molta repetició. Cada any es publiquen uns 2,5 milions d'articles científics, i no pot ser que tots siguin diferents i bons; molt pocs ho són, menys d'un 1 per cent. Fa uns quinze anys, el meu germà Jordi, que és molt bon jugador d'escacs, m'ensenyava els seus trofeus i em deia: «Els meus trofeus d'escacs són com ara els teus articles científics». Jo em vaig empipar i li vaig dir que aquells treballs eren un reflex de la meua activitat investigadora, que tenien com a finalitat millorar la societat, etcètera. Ara, quinze anys després, la meua resposta seria diferent: no hi ha gaire diferència entre aquell que publica un article que només ell i dos o tres més puguin entendre, encara que sigui molt «maco» i figuri en una revista de prestigi, i el qui té una copa d'escacs a casa. La copa i l'article són igualment trofeus.

Joan Miró és professor de Química.

Eva Vázquez és periodista.