

Memorial Margalef

La meva coneixença del professor Margalef és de fa molts anys, primer de referències i comentaris, i no va ser fins a uns anys més tard que el vaig conèixer personalment. Primer me'n vaig anar formant una primera imatge amb els freqüents comentaris de sobretaula que sorgien a casa, ja que Tecla Riera, la meva esposa, en acabar la carrera va entrar com a becària a l'Institut d'Investigacions Pesqueres de la Barceloneta el 1963. Així me n'havia anat formant la idea d'un professor intel·ligent, inquiet, treballador i molt bona persona, i que avui en fem memòria.

No va ser fins més tard, com he dit, l'any 1970, que amb motiu del naixement de la meva primera filla, per això ho recordo perfectament, i després amb altres trobades, vaig tenir ocasió d'anar coneixent directament un professor investigador pensador, molt especial, que sempre em sorprenia.

Per no ser reiteratiu amb els comentaris que faran altres companys d'aquest acte, centraré el meu punt de vista en disciplines que ell va anar relacionant amb la biologia, i que no ho estaven, com ara la matemàtica, la física o la tecnologia. No és gens freqüent trobar científics els treballs i les inquietuds dels quals s'estenguin més enllà de la disciplina específica que els caracteritza, en aquest cas l'ecologia, o en un sentit una mica més ampli la biologia. En el cas del professor Margalef, els seus coneixements i les seves inquietuds eren molt més amplis, i en aquest sentit crec que pot ser un exemple d'una manera de fer i de ser molt distant de l'investigador especialista i en molts casos monoespecialitzat.

Recordo que ja en unes primeres converses, anava aflorant el seu punt de vista crític sobre molts models matemàtics utilitzats per descriure algun fenomen o comportament del món biològic, per això s'havia hagut d'endinsar en

les matemàtiques o la física. Ell recordava que els sistemes vius també segueixen les lleis de la física i que sense aquests coneixements, difícilment es podia estudiar de manera completa l'ecologia. Ja molt abans de poder utilitzar la informàtica, el 1957, en el seu discurs d'entrada a l'Acadèmia, va proposar l'aplicació de la teoria de la informació en l'ecologia, treball que va tenir un gran impacte en ser traduït a l'anglès. En aquesta mateixa línia va tenir encara un més gran ressò la publicació, en el llibre *Perspectives in Ecological Theory* el 1968, d'unes conferències donades a la Universitat de Chicago, on aprofundia en l'aplicació de la teoria de la informació en l'ecologia.

Margalef introdueix primer l'índex de Sannon per definir també la mesura de la diversitat en ecologia, tal com en teoria de la informació es defineix la capacitat d'informació d'un missatge. Aquest paràmetre és funció del nombre de símbols utilitzats i de la freqüència amb què cada símbol s'utilitza en la codificació de la informació; i en els sistemes binaris, que és un cas particular, el símbol és el bit, que sols té dos estats possibles i equiprobables. Per utilitzar els mateixos conceptes en l'ecologia, Margalef va associar el nombre de símbols d'un sistema d'informació amb el nombre d'espècies d'un ecosistema, i la probabilitat o freqüència amb què s'utilitza cada símbol amb la proporció o nombre d'individus de cada espècie en l'ecosistema considerat, cosa que permet obtenir també un índex de Sannon per a cada ecosistema.

A part d'aquesta —en el seu dia, nova— proposta, em van sorprendre els seus estudis sobre la diversitat aplicada als sistemes mecànics o a circuits electrònics, com a sistemes ecològics que han sofert un procés evolutiu. En una tesina que va dirigir el 1981, va estudiar la diversitat en uns sistemes mecànics construïts amb Meccano, fets amb unes peces que el fabricant va anar introduint al catàleg fruit de la necessitat, per tant, fruit d'una certa evolució. En aquest cas, es diferencia el tipus de peces segons la seva funcionalitat i s'associa cada tipus de peça com una espècie, i cada peça com un individu. En aquesta analogia, de la mateixa manera que en un ecosistema existeix una estructura jerarquitzada, en què en els nivells més alts hi ha un nombre reduït d'individus de majors dimensions i capacitat de control, mentre que en nivells més baixos es troben nombres molt més elevats d'individus, més petits i de poca capacitat de control, en aquests models del món mecànic, tant en muntatges més simples, fets amb un nombre reduït de peces, d'entre vint a cinquanta, com en els més complexos, fets amb un nombre molt més gran de peces, d'entre mil a dues mil, es constata que igualment les peces poden agrupar-se jeràrquicament. En el nivell més alt es troben unes poques peces més grans i amb més capacitat de control, mentre que en un nivell més baix hi ha un nombre més gran de peces, de mides molt més petites i amb funcions més auxiliars dins el sistema. El resultat d'aquest treball és constatar que els índexs de Sannon en aquests sistemes mecànics es mouen entre 3 i 5, igual que molts sistemes naturals, fet que avala aquestes analogies.

I en una nova tesina, el mateix any, s'estudien les interconnexions entre els diferents components en diferents circuits electrònics, com a analogia de les relacions entre espècies i individus d'un ecosistema, amb vista a estudiar l'estructura dinàmica i la seva organització. A fi d'estudiar i comparar quantitativament la connectivitat que es dona en circuits electrònics de diferents complexitats, com a equivalent a sistemes ecològics amb diferents nivells d'evolució, Margalef va proposar un nou índex, com a suma ponderada de totes les interconnexions d'un circuit, i normalitzada amb la suma quadràtica de la freqüència de cada component en el circuit. Aquest índex li permeté fer moltes consideracions, per exemple, poder comparar diferents sistemes ecològics, com ara els de rius, bancs de coralls o de les selves amazòniques, amb altres sistemes, com ara alguns sistemes mecànics o electrònics, i observà que el producte del nombre de peces per la connectivitat mitjana obtinguda en els diferents sistemes observats no s'aparta dels obtinguts en sistemes naturals. Això li permeté fer interessants consideracions i poder expressar en el camp de l'ecologia amb paràmetres quantitatius les relacions entre individus i espècies, i definir criteris d'estabilitat i, per exemple, considerar paràmetres sobre nombre de paràsits i d'hostes o nombre de depredadors i de preses. I a mi, per analogia inversa, em va portar a considerar en electrònica un component actiu com a depredador de components passius, o determinats components passius com a paràsits d'altres components jeràrquicament a un nivell més alt. Totes aquestes qüestions, que tant excitaven especialment el doctor Margalef, ens obrien punts de reflexió i de treball en què, pels motius que siguin, vam coincidir amb ell.

En aquest aspecte voldria posar un exemple que he viscut personalment. De la mateixa manera que la necessitat de fer observacions de microorganismes —i com que no disposava dels mitjans necessaris— el va portar el 1940 que ell mateix es construís el seu primer microscopi, amb lents comprades als encants, o anys després es construï un espectrofotòmetre, el 1991, com que volia igualment augmentar la seva capacitat d'observació directa de determinats ecosistemes subaquàtics, ens va proposar desenvolupar al nostre departament de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) un robot submarí: ell necessitava poder realitzar molt més llargues observacions que no podien ser realitzades mitjançant bussejadors i poder fer observacions i recollida de materials més enllà del que havia pogut fer fins aleshores. Tot i que no tenia la més mínima experiència en aquest tipus de robòtica, ens va motivar i engrescar suficientment perquè féssim una proposta a la Comissió Interministerial de la Ciència i la Tecnologia (CICYT) d'un projecte de robot de baix cost, per poder ser utilitzat pels biòlegs, i que pogués realitzar les funcions d'observació i recollida de mostres que ens va sol·licitar. En el disseny del prototip, el doctor Margalef va participar-hi personalment i activament, i aquest prototip, el Garbí, va fer les primeres proves de navegació en immersió al mar el

març del 1995. El 1996 aquest prototip va ser operatiu per poder realitzar certes missions, i ens va proposar obtenir unes mostres de sediments d'un profund llac dels Pirineus que molt li interessaven. Els problemes van sorgir del transport: al llac no s'hi arribava amb cotxe i es necessitava un helicòpter per al seu trasllat. El dia escollit per al treball el mal temps va frustrar aquesta operació, i l'arribada de l'hivern va fer posposar aquest assaig, la preparació del qual havia costat considerablement. Molt ho vaig lamentar, perquè de la mateixa manera que en els seus ulls es podia llegir un entusiasme contagiós i l'interès per tot aquest tipus de tecnologies i noves possibilitats, també s'hi reflectien les decepcions. Després, per la seva avançada edat, va fer que aquella iniciativa ja no es realitzés, però actualment el projecte del robot submarí del departament, fruit de la seva iniciativa, continua actiu, i centrem ara la recerca a poder augmentar les capacitats dels dos braços teleoperats de què disposa el Garbí.

Espero que en homenatge al doctor Margalef, en el futur es puguin fer altres equips basats en aquest prototip, que puguin ser utilitzables per a l'estudi de la biologia submarina i subaquàtica, i permetin poder fer més observació en directe i al natural, tal com ell sempre desitjava. De vegades m'havia expressat la seva preocupació per la creixent substitució de l'observació en viu i en directe per imatges digitals i, fins i tot, virtuals, que poden ser obtingudes per Internet.

Amb aquestes notes, he volgut deixar aquí constància dels amplis punts de mires d'un investigador que ja he definit com a intel·ligent, inquiet, treballador i molt bona persona, per això en guardo tan bon record, i que tal com ja han deixat constància aquí els que m'han precedit, amb el seu nivell científic ha contribuït molt a prestigiar internacionalment el nostre país.

JOSEP AMAT I GIRBAU
Membre de la Secció de Ciències i Tecnologia
Membre de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona
Catedràtic d'Arquitectura i Tecnologia de Computadors
de la Universitat Politècnica de Catalunya