

JORGE WAGENSBERG

## L'EQUACIÓ SISTEMA-ENTORN

**N**o recordo ben bé quin músic (Pau Casals?) donava aquest consell «Canti, vostè canti, canti sempre, no se n'oblidi mai, de cantar.», adreçant-se als solistes, als professors i als directors d'orquestra. La recomanació es referia a qualsevol partitura, tant si era una sonata íntima o un quartet profund com un foll virtuosisme o una simfonia enorme. «Canti, canti abans d'interpretar, canti, canti si té dubtes». Sugeriment intel·ligentíssim. Una partitura és una complexitat, però una complexitat no gens arbitrària (amb cert sentit), conté una essència. Allò que d'una manera o altra no es pot taral·lejar, no hi ha manera de poder-ho interpretar. Això mateix, ho podem aplicar a qualsevol coneixement científic. Poques coses podem imaginar més complexes que un ésser viu i la seva relació amb la resta del món. Són complicades les seves lleis, la seva matemàtica, la seva física, la seva química, la seva biologia, la seva psicologia, però que sospitoses esdevenen totes aquestes lleis quan es resisteixen a ser «parlades» o «dites». Per exemple, hi ha una equació general que s'aplica al comportament d'un sistema respecte del seu entorn. Ara la meua pretensió fóra començar a taral·lejar-la, després cantar-la i, finalment, assajar-ne una interpretació. Taral·lejarem:

*«La quantitat d'informació que un sistema té sobre la resta del món és idèntica a la quantitat d'informació que la resta del món té sobre aquest sistema».*

La sentència prové de la teoria matemàtica de la informació i de la comunicació i representa una llei molt forta i inviolable. De fet, la força rau en la trivialitat, perquè es tracta d'una identitat més que no pas d'una equació: la informació que travessa la frontera que separa un sistema del seu entorn és la mateixa en

els dos sentits. Tanmateix, com veurem, de vegades es desprenen directament de l'evidència conseqüències no gens trivials. Una identitat equivalent a l'anterior, però més detallada, es cantaria així:

*«La complexitat d'un sistema més la seva dependència respecte al comportament de l'entorn és igual a la incertesa de l'entorn més l'efecte que pateix com a conseqüència del comportament del sistema».*

Es tracta d'un balanç amb quatre termes rellevants, quatre fils d'on poder estirar, una identitat que cal respectar. El sistema pot ser, en particular, qualsevol ésser viu: una cèl·lula, un teixit, un òrgan, un organisme, una població... Tot ésser vivent és viu dins de certs límits imposats per la seva complexitat. Si es transforma dins d'aquests límits seguint els avatars dels altres tres termes, direm que el sistema s'adapta. Si per contra ultrapassa aquests extrems, aleshores direm que el sistema *ha mort* o que s'ha convertit en un *altre* ésser viu. Un ecosistema natural se situa, per exemple, entre la complexitat zero (tots els individus de la mateixa espècie: una granja) i la complexitat màxima (un individu de cada espècie: un museu o el zoològic). La tendència dels éssers vius és fortament conservadora, ja que la seva pretensió és mantenir la condició d'ésser o, almenys, de mantenir la condició de viu. En altres paraules, abans que res intenten l'adaptació, no pas l'aventura de la revolució. L'evolució biològica, que ha aconseguit de convertir una modesta alga marina en l'autor d'una simfonia, s'ha produït perforant puntualment l'obsessió adaptadora. Tractem, doncs, d'interpretar l'adaptació, és a dir, el control de la nostra darrera sentència amb un lligam de partida: procurar que la complexitat del sistema no sofreixi variacions traumàtiques per culpa de les peri-

lloses fluctuacions de la incertesa de l'entorn. Primera constatació: els sistemes vius detectables o definibles arreu del planeta són nombrosos i variats, però cadascun intervé en l'equació de qualsevol altre, encara que tan sols sigui perquè cada ésser forma part de l'entorn de qualsevol altre. Tot ésser viu ha desenvolupat mecanismes per controlar els dos termes accessibles de l'equació: el seu grau de dependència respecte del medi (percepció, capacitat d'anticipació...) i la dependència del medi respecte d'ell mateix (contaminació, explotació...). Heus aquí alguns ens de creixent complexitat: una pedra, un arbust, una rata, un home del neolític, una civilització antiga, una ciutat actual. Una pedra, continuem anomenant-la pedra tot i la diversitat que ofereix la seva complexitat (des de la pols fins al cristall); una pedra s'adapta sense gaires problemes als avatars del seu entorn. No percep el medi ni l'afecta. Tot i que en menys mesura, un arbust encara té una gran elasticitat per mantenir-se com a tal. Però l'arbust, com que és més complex i admet menys aventures en la seva complexitat, es veu obligat a acceptar certes habilitats per esmorteir els capricis de l'entorn, que, a propòsit, n'és afectat. Un arbust no pot fugir d'una tempesta, ni d'un terratrèmol o d'un boví famat, però pot percebre llums i humitats i és capaç de donar determinades instruccions a les seves fulles i arrels perquè busquin aigua o llum, per facilitar l'atracció d'alguns o el refús d'uns altres. La contaminació i explotació del medi no els és dramàtica, però els arbustos tampoc poden amuntegar-se ocupant els límits de l'espai físic com les partícules d'arena. Hi ha mecanismes per distribuir el territori. Les rates exhibeixen una complexitat molt més gran que un arbust i menys alegries, pel que fa a variacions eventuais. Tenen mecanismes sapientíssims per predir el futur (com molt bé saben els que hi lluiten en contra) i per adaptar-se als recursos disponibles. Malgrat tot, suporten moltes inclemències de l'entorn i la seva influència en el medi es podria millorar molt. En definitiva, amb aquestes primeres aplicacions de l'equació fonamental la interpretació s'aclareix:

*«Com més gran sigui la complexitat d'un mateix entorn, l'estabilitat (existència o permanència) exigirà un esforç creixent per percebre el medi i per afectar-lo al mínim possible.»*

La història de la vida damunt el planeta demostra que aquesta interpretació s'aplica a l'evolució de totes les espècies i poblacions al llarg de les etapes d'adaptació. El mateix pot observar-se a la vida d'un sol individu. La seva existència es veu seriosament compromesa per l'avaria dels mecanismes de percepció (olfacte, oïda, vista...) o els de filtratge o desintoxicació

(ronyó, fetge...). A més a més, tot això es realitza amb una economia acceptable. Si no hi ha llum, no hi ha ulls; si hi ha molts eucaliptus, només es menja eucaliptus; si el medi és l'oceà, aleshores les excrecions es realitzen sense cerimònies, etcètera.

La civilització humana no ha estat pas una excepció pel que fa a la interpretació dels termes de l'equació fonamental. L'evolució de l'home ha estat l'única espècie que ha pres la direcció de la seva complexitat, és el *progrés*. Per independitzar-se del medi, ha desplegat uns mecanismes propis, s'ha inventat la ciència i l'evolució de la complexitat de les seves estructures. Però és tecnologia. Només hi ha una diferència notable amb la resta de les espècies: el desequilibri entre els dos termes de control. Les societats avançades gairebé no es deixen sorprendre pels capricis de l'entorn, quasi tot es pot predir (p. ex., el temps), quasi tot es pot regular (p. ex., l'aigua i els aliments), quasi tot es pot atenuar (p. ex., les oscil·lacions de la salut amb la medicina, les oscil·lacions de la fortuna amb els diners, les oscil·lacions dels diners amb els crèdits...). Però, en canvi, des del gloriós invent romà de les clavagueres, ben poc s'ha fet per controlar l'altre terme: el nostre efecte sobre l'entorn. Ens adonem que la resta del món, que per hipòtesi era infinit, ara per constatació directa resulta minúscul. L'entorn no és prou gran per enunciar l'equació referida a «un mateix entorn». En principi, res no s'oposa al canvi de l'entorn, ni tan sols no hi ha res en contra perquè l'home experimenti la fi d'una antiga adaptació, si és per tal d'iniciar-ne una altra de més interessant. Però la nostra indiferència per l'evolució del medi no es deu a un macroprogressisme biològic, és a dir, no cerquem una catàstrofe amb la remota esperança que resulti ser miraculosament positiva, sinó que es deu al control del terme de predicció «m'afecta a mi directament i de manera immediata». Mentre que el terme d'influència es refereix a un entorn que es reparteix entre tots i m'afecta, és veritat, però de manera indirecta i amb retard.

El meu altruisme no va gaire més enllà dels meus veïns (en l'espai), ni dels meus fills (en el temps). El respecte per l'equació fonamental, el futur de la nostra adaptació requereix que imitem, una vegada més, la naturalesa. Ens cal desenvolupar mecanismes que vetllin exquisidament pel nostre entorn i crec que ja comencen a treure el cap. De moment no hem anat gaire més enllà de les declaracions de principis. De moment gairebé tot són paraules. Però això, certament, és molt. Ho dèiem al començament.

JORGE WAGENSBERG  
Catedratic de Física. Facultat de Física i Química.