

# LES CIÈNCIES DE I LES CIÈNCIES

16 (288/especial 1981

ciència 5/6)

En les ciències socials, de la mateixa manera que a la resta de ciències el progrés està generalment marcat pels avenços dels instruments i les tècniques d'observació. Aquest article dona una visió general dels últims progressos tècnics de les ciències socials i aborda tres àrees que són de particular importància avui dia: la teoria de l'evolució, especialment en relació amb la sociobiologia, la teoria de les decisions o tries humanes racionals i la nova disciplina de la ciència cognitiva. Totes tres intenten aportar explicacions de moltes àrees de la conducta humana.

H.A. Simon és professor Richard King Mellon de ciències del computador (informàtica) i psicologia a la Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213. El seu article fou publicat amb el títol *The Behavioral and Social Sciences a "Science"*, vol. 209, pàgs. 72-78, el 4 de juliol del 1980.

Copyright 1981 de l'American Association for the Advancement of Science

**4** Les ciències socials i de la conducta<sup>1</sup> tracten de tota la gamma de comportaments de la nostra espècie, en infants acabats de néixer i adults, en homes i dones, en rics i pobres, en estat de vigília i en el son, com a individus i com a membres de nombroses col·lectivitats a les quals pertanyem. Si per una part la nostra ignorància de la conducta individual i social dels homes és realment impressionant, per una altra banda és ben substancial la sèrie de coneixements empírics i teòrics de què disposem avui dia. Una quantitat de fet massa voluminosa per a ésser tractada en un sol article o per una sola persona. Adhuc el fet de restringir el tema a únicament les "fronteres", no pot fer-lo encabir dins la competència d'un sol científic que jo conegui. Per tant, en començar aquesta tasca, dispo de més d'una excusa per a ésser més il·lustratiu que detallista en els temes en qüestió, i per a agafar mostres d'una manera altament selectiva, amb una gran predisposició cap a les àrees en les quals tinc algun coneixement professional.

Generalment hom pensa que les ciències socials són quelcom nou. Fa més d'una dècada que la National Science Foundation va ampliar els seus programes per incloure-les i que els científics socials van ésser admesos amb igualtat a la National Academy of Sciences.<sup>2</sup> Evidentment, llur història és molt més antiga, ja que la nostra curiositat per nosaltres mateixos es va despertar no gaire més tard que la referent al món físic i biològic que ens envolta.

Però fins i tot deixant de banda els textos d'antecessors o principiants perspicacions —Ma-

quiavel, o els autors d'*El Federal*— hi ha una respectable quantitat d'importants descobriments en les ciències socials que són anteriors a la data que estem celebrant. Ja ha passat el dos-cents aniversari de la publicació del treball d'Adam Smith *Examen de la naturalesa i de les causes de la riquesa de les nacions*, de la mateixa manera que el centenari dels estudis d'Ebbinghaus sobre la memòria humana. Tampoc no es va trigar gaire a aplicar les matemàtiques als afers humans. Les primeres taules de mortalitat foren publicades per John Graunt el 1662 i els primers càlculs de la renda vitalícia basats en aquestes taules foren fets per l'astrònom Halley el 1693, simplement set anys després d'haver ajudat Newton a publicar *Principia*. L'obra de Cournot que inicia l'economia matemàtica i que conté una profunda anàlisi del fenomen de la competència imperfecta, aparegué el 1838, una generació abans que Maxwell escrivís les equacions bàsiques de l'electricitat i el magnetisme. Realment, les ciències socials no són quelcom nou.

## A VENÇOS EN CONEIXEMENTS EMPÍRICS

En les ciències socials, com en totes les altres, el progrés de la nostra comprensió està marcat per l'augment de l'acumulació de coneixement factual sistemàtic i fidedigne. Una gran quantitat de particularitats de la conducta humana, a nivell individual i social, s'esdevenen al nostre entorn en la vida de cada dia, de la mateixa manera que hi ha esdeveniments de biologia i física. Però, en cap dels casos l'observació casual no produeix un fonament empíric satisfactori per a obtenir lleis descriptives generals. Sense una observació sistemàtica que inclogui experimentació allà on sigui possible, les nos-

tres mostres seran tràgicament partidistes i les observacions estaran severament filtrades pels nostres prejudicis; és a dir, tots els fenòmens serien massa manipulats i complexos per a proporcionar una anàlisi satisfactòria.<sup>3</sup>

Hom pot escriure una part considerable de la història de les ciències socials dels últims cent anys i de les seves previsions futures en termes dels avenços en les eines d'observació empírica i en el creixent cos de dades obtingudes amb aquestes. Fins i tot la premsa d'avui dia ens forneix una quantitat voluminosa de dades raonablement precises del nostre món humà que eren totalment fora del nostre abast fa un parell de generacions. El cens, que començà amb un assumpte administratiu per a fixar els impostos i la representació, s'ha tornat una rica font d'una gran varietat de dades demogràfiques, econòmiques i socials. Sèries econòmiques importants —preus, estadístiques de desocupació, producte nacional brut i balanços comercials— es compilen en parts quadrimestrals o mensuals. Els detalls dels canvis de l'opinió pública sobre els problemes i els personatges polítics s'obtenen de manera sistemàtica amb mostres curosament escollides. Les estadístiques vitals ens informen de les tendències demogràfiques de la direcció que segueixen les malalties específiques i els accidents, que són les causes principals de la mortalitat i la incapacitat física. Els mesuraments normalitzats de la capacitat intel·lectual controlen l'efectivitat dels nostres sistemes educatius per a impartir habilitats bàsiques com la lectura i l'aritmètica, i així mateix han cridat l'atenció pública sobre una davallada angoixant de les notes mitjanes dels estudiants que es graduen en *high school* (el que correspon al nostre BUP).

Potser no sigui tan important el fet que tinguem més informació que els nostres avantpassats. El que és vital és que tinguem una millor informació. Una gran part de l'esforç dels científics socials ben entrenats s'ha enfocat vers l'obtenció de tècniques més avançades per a

# LA CONDUCTA

## SOCIALS

per Herbert A. Simon

ciència 5/6

especial 1981/289 17

mesurar tot allò que acabem d'enumerar. Per exemple, hom ha millorat progressivament la qualitat de les dades d'opinió pública, tant pel que fa al descobriment com a l'adopció de tècniques més precises de selecció de mostres, i mitjançant la millora en el disseny dels ítems dels qüestionaris. De fet, això darrer s'aconseguí gràcies a una comprensió més àmplia de la influència de la fraseologia de les preguntes sobre el tipus de respostes que s'obtenen, i de les condicions que faran que les respostes siguin estables o efímeres. Comencem a comprendre quan és que les respostes de les mostres reflecteixen actituds profundament arrelades o quan són reaccions a esdeveniments eventuals.<sup>5</sup>

També s'han perfeccionat els experiments psicològics de laboratori. Una gran part d'aquest avenç és conseqüència, com en el cas de les ciències naturals, del refinament dels instruments de laboratori, i especialment en aquest cas de la facilitat creixent a disposar d'instrumental electrònic per a presentar estímuls sofisticats, tant visuals com auditius (per exemple, computadors de laboratori amb pantalles o dispositius per a enviar missatges diferents a les dues orelles), que puguin mesurar els temps de resposta amb precisió, que puguin gravar respostes verbals (magnetòfons i *videotapes*), que siguin sensibles als moviments dels ulls i que estiguin preparats per a registrar les ones cerebrals. Al costat d'aquesta sofisticació dels instruments, s'ha produït un gran enriquiment de la varietat de conductes humanes que hom pot estudiar al laboratori. Aquesta més gran precisió de les mesures ens dona accés a esdeveniments gairebé mínims, d'una duració de l'ordre d'unes quantes mil·lèsimes de segon. Això ens ha portat, per exemple, al descobriment d'una memòria "icònica" de capacitat limitada i de molt curta duració que abans no s'havia observat.<sup>6</sup> L'ampliació de la possibilitat de treballar amb comportament verbal ens capacita 1) per a fer al laboratori tasques de solució de problemes complexos (per exemple, resoldre un problema de física o fer un diagnòstic mèdic); i 2) per a complementar o reemplaçar els experiments més senzills d'una generació anterior, els quals es basaven en la memorització de síl·labes sense sentit.<sup>7</sup>

Actualment hom pot experimentar amb fenòmens individuals i també socials al laboratori. Els enginyosos dissenys d'experiments de la psicologia social, els quals utilitzen de vegades ninots i enganys, han aportat una informació important del comportament humà, però també han produït problemes dins del context de

l'ètica de l'experimentació. L'exemple més conegut d'aquest tipus de treball és la demostració de Milgram que molts, si no la majoria, dels éssers humans poden ésser fàcilment convençuts de fer mal físic als altres sota l'ordre de l'experimentador (pàgs. 567-572). He de fer constar la meua opinió sobre aquest punt, de tal manera que considero que hem après de la psicologia humana (és a dir, de nosaltres mateixos) suficients coses gràcies a aquests experiments per a justificar el possible mal fet (origen de llargues controvèrsies), en forma de sentiments de culpabilitat que poden haver afectat els subjectes que van obeir les instruccions de l'experimentador. Vàrem aprendre, per exemple, que esdeveniments com els de l'"Holocaust" es poden explicar sense haver d'atribuir a Alemanya cap característica psicològica que no estigui àmpliament present en altres cultures, la nostra inclosa.

També hi ha hagut alguns esforços amb prou èxit que, començant els anys 30, han fet experiments fora del laboratori, en grups i organitzacions socials. Un dels primers exemples fou la famosa sèrie d'experiments Hawthorne, que estudiaren la motivació i la producció en la feina i que es realitzaren a la Western Electric Company.<sup>9</sup> Més recentment, s'han fet unes sèries d'experiments importants per a comprovar com una declaració de renda negativa pot afectar una persona amb baix salari en la seva recerca d'una feina o en el seu comportament al treball.<sup>10</sup> (Resultat: probablement no reduiria la motivació per la feina d'una manera considerable). Apareixen enormes dificultats, però, en el moment de realitzar i d'interpretar aquests experiments, ja que els controls de l'experimentació només poden ésser parcials i hom no els pot mantenir durant períodes de temps massa llargs. Sembla, però, que hom realitzarà molta més experimentació fora del laboratori amb més freqüència, la qual cosa ens proveirà d'unes dades empíriques d'importància considerable.

En el passat, les ciències socials, excepte la història, tenien la tendència d'ésser ahistòriques i d'utilitzar abundantment les dades contemporànies sense posar pràcticament atenció en la dinàmica abans utilitzada. Aquest èmfasi o predilecció pel present ha estat profundament influenciat pels tipus de dades disponibles —o, més exactament, pels tipus de les que hom no disposa. El fet de mantenir comparacions de sèries de temps durant molts anys pot presentar dificultats tècniques i problemes conceptuals. (Com podem comparar els preus de 1980 amb els de 1925, quan les estructures del consum

són tan diferents?) Fer una llista de respostes humanes durant un llarg període de temps és car, i acumular grans quantitats d'informació sobre individus identificables pot plantejar importants problemes d'intimitat i llibertat personal.<sup>11</sup>

Malgrat aquestes dificultats, les perspectives temporals de les ciències socials s'estan allargant amb l'extensió gradual de sèries de temps comparables i fidedignes. Hom pot seguir els cursos dels preus i de la productivitat amb una precisió raonable durant més d'un segle. Una mostra de nens superdotats, examinats per primera vegada per Terman fa cinquanta anys, ha estat estudiada fins a l'edat de jubilació, i ha aportat una informació d'una importància incalculable sobre el desenvolupament humà durant pràcticament tot el cicle de la vida.<sup>12</sup> Dades semblants de sondeigs sobre preferències en les votacions i sobre nivells de satisfacció a la feina s'estan realitzant des de fa més d'un quart de segle.<sup>13</sup> (Troballa: no hi ha hagut un augment o un descens notable de la satisfacció al treball durant tot aquest període). Ara també podem valorar empíricament quanta mobilitat social hi ha en la nostra societat segons les dades de la relació entre les ocupacions dels individus i les de llurs pares. Gradualment, hom està acumulant la informació que es requereix per a proveir les ciències socials d'una perspectiva històrica adequada, tot i que és necessari tenir una quantitat de dades d'aquest tipus molt més gran, particularment en els dominis no relacionats directament amb l'economia.

Al mateix temps, la història (de vegades sota l'estendard de la "cliometria") ha absorbit l'atenció de les tècniques estadístiques i quantitatives de les altres ciències socials, i les ha aplicat, per exemple, per a millorar els mètodes d'obtenció de mostres de dades històriques. Les teories de les ciències socials han estat posades a prova en els contextos històrics, com en el cas de les anàlisis de l'economia de l'esclavitud, un assumpte que ha portat àmplia controvèrsia però ara justament en vies d'apaivagar-se.

De tots aquests mètodes, les ciències socials han adquirit l'habilitat de tractar amb fenòmens que s'han de mesurar en termes d'anys i dècades, així com aquells altres amb duracions de l'ordre de les desenes o els centenars de mil·lèsimes. Les primeres són de vital importància per als historiadors, els sociòlegs, els estudiosos dedicats a les ciències polítiques i els economistes, tots els quals tracten amb fenòmens i problemes institucionals de gran amplitud. De les segones, se n'encarreguen els psicòlegs experimentals, que enfoquen llurs esforços cap a la fita (encara

difícil de trobar) de lligar la nostra comprensió creixent de la manera humana de processar la informació amb les estructures i les funcions neurològiques que representen el substrat biològic de la ment humana (cap. 2 i 8).

## ALGUNES FRONTERES

Deixant de banda ara la qüestió dels mètodes i tornant al contingut de les ciències socials, seleccionaré (quelcom arbitràriament) tres "fronteres" que, amb seguretat, seran àrees importants d'activitat i progrés de les properes dècades. Sense cap dubte, hom podria haver agafat altres àrees en comptes d'aquestes tres, però les que he seleccionat il·lustraran apropiadament el tipus d'investigació que s'està portant a terme actualment.

Les fronteres s'identifiquen fàcilment per l'entusiasme intel·lectual que susciten. Les tres àrees de què tractaré a continuació mostren àmpliament aquesta capacitat d'excitació. Una és la teoria de l'evolució, relacionant-la especialment amb els últims avenços de la sociobiologia. La segona és la teoria de les decisions racionals en l'home, a la llum de l'economia i l'estadística. La tercera és la nova ciència cognitiva.

Avui dia, totes tres atrauen l'interès de pràcticament totes les ciències socials, i, a més a més, mostren tenir fortes tendències imperialistes: totes tres proclamen poder aportar explicacions d'àrees molt àmplies de la conducta humana.

## TEORIA DE L'EVOLUCIÓ

La idea de l'evolució social va ésser popularitzada per Herbert Spencer i altres fa un segle, com una espècie de corol·lari de l'evolució biològica. Més tard es va transformar en quelcom poc elegant perquè, per una part, hom no especificava mai clarament els mecanismes biològics de la selecció i la mutació i, per l'altra, perquè alguns dels primers evolucionistes socials van introduir tons avaluadors que identificaven "evolució" amb "progrés".

Recentment, però, les teories de l'evolució social han agafat un nou impuls dirigit a formes noves i millorades. El renaixement sembla tenir diferents punts d'origen independents. Alguns

economistes van introduir un argument del tipus "la supervivència del millor preparat" per reforçar l'afirmació que les empreses que augmentin al màxim els seus beneficis, o al més aviat, i no aquelles que es comportin com si tinguessin beneficis màxims, sobreviuran la competència. Més recentment, tota l'atenció que estava repartida en diferents temes es va concentrar en les teories evolutives i en llurs implicacions en les ciències socials arran de l'obra d'E.O. Wilson *Sociobiologia*<sup>15</sup> i especialment pel seu últim capítol, el qual proclamava hipòtesis àmplies i discutibles sobre la conducta social en l'home, basant-se en resultats obtinguts amb animals.

Tres temes serviran per a il·lustrar les aplicacions actuals de la teoria evolutiva en les ciències socials, l'argument de "la supervivència" del "maximitzadors dels beneficis", els models evolutius de la dinàmica del creixement de les empreses i el debat actual sobre la selecció evolutiva dels trets d'"egoisme" i "altruisme".<sup>16</sup>

## SUPERVIVÈNCIA DELS MAXIMITZADORS DE BENEFICIS

La teoria de l'empresa constitueix el fonament de les teories de l'equilibri econòmic i del mercat. Segons la teoria clàssica, l'empresa es comporta de tal manera que pugui "maximitzar" els seus beneficis dins de l'ambient dels preus, costos de producció i demandes en el qual es troba.

El postulat de la "maximització" del benefici és una poderosa assumpció que té fortes implicacions en la teoria de mercats, la qual no pot funcionar sense ell. És per això que una gran quantitat dels teoremes clàssics i neoclàssics que demostren l'existència i l'estabilitat de l'equilibri del mercat i la situació social òptima (Pareto) de les posicions d'equilibri depenen d'aquest postulat, de la mateixa manera que també en depenen els nivells d'inversió i les estimacions de les contribucions respectives del capital i de les innovacions tecnològiques per al desenvolupament econòmic.<sup>17</sup>

Moltes de les teories econòmiques i llur aplicació en el domini públic estan en joc en el moment de determinar si l'assumpció de la "maximització" de beneficis descriu de fet el comportament humà d'una manera apropiada, o, si no fa al cas, si hi hauria millors postulats que el poguessin reemplaçar.

El treball empíric de l'economia està principalment basat en les dades públiques recollides per a propòsits no relacionats amb la investigació (governamental o d'empreses) —dades que generalment són de tipus molt global. Els exemples típics són les dades del cens o la informació publicada pels grups encarregats de la recaptació d'impostos. Hi ha pocs motius que facin que els economistes s'introdueixin dins les empreses per observar com es prenen les decisions en la realitat. Això fa que les nostres proves del funcionament de la "maximització" dels beneficis s'obtinguin molt indirectament. A més a més, l'evidència empírica directa que tenim dels processos que utilitzen els executius de les empreses per a prendre decisions contradiu la hipòtesi que les companyies es comportin explícitament com a "maximitzadors" de beneficis.<sup>18</sup>

D'acord amb aquesta evidència, hom ha proposat que les forces de la competència, inclosa la competència en la inversió de capital que aporta un creixement, són les que s'encarreguen que només els negocis més eficients —aquells que són *de facto* "maximitzadors" de beneficis— sobrevisquin i creixin. No poden realitzar els càlculs sobre l'augment dels beneficis al màxim, però sobreviuen perquè casualment es comporten com si els haguessin fet.<sup>19</sup>

Avui dia, aquest argument ha portat molta controvèrsia. Hom encara no ha identificat clarament les analogies de la mutació i de l'herència en el camp de l'economia que fan que les empreses adoptin innovacions favorables i seleccionin tècniques més avançades per sobreviure. Una dificultat més seriosa és que les maneres amb què hom ha fet servir sovint la teoria de l'evolució (per defensar teories clàssiques de l'equilibri del mercat) requereixen que el sistema assoleixi resultats màxims a nivell global i no individual. Però pràcticament totes les formes de selecció de la naturalesa funcionen com les fites del muntanyisme: poden portar el sistema fins al cim de la muntanya més prospera, però no poden pas assegurar que arribaran al cim més alt.

Quan els economistes observen les característiques empíriques de les empreses i, especialment, llur distribució per volum, el que veuen no sembla correspondre amb l'equilibri estable de la "maximització" de beneficis, sinó que més aviat s'assembla a un estat regularment dinàmic. Contràriament al que podria deduir-se de la teoria clàssica, firmes de les més diverses envergadures competeixen en qualsevol tipus d'indústria, amb molt poca diferència tant a nivell de beneficis com de coeficients mitjans

de creixement, però amb un alt grau d'estabilitat en la distribució de volums relatius.<sup>20</sup>

Per tant, queda sense respondre la pregunta de si la teoria de l'evolució pot aportar un fonament satisfactori per a les teories clàssiques de l'empresa. Probablement aquest tema continui essent, durant cert temps, una àrea activa d'investigació teòrica i empírica.

## CREIXEMENT ECONÒMIC

Una altra alternativa per a aplicar la teoria de l'evolució en el funcionament de les empreses, sense entrar dins del tema de la validesa de la teoria clàssica, és representar el creixement (amb la qual cosa, òbviament, hom pot incloure les pressions de la competència) com un procés dinàmic explícit. Es pot apreciar que aquest enfocament és potencialment molt profitós, donat que les distribucions segons la grandària de l'empresa que s'assemblen a les observades empíricament es poden obtenir com distribucions de situació estables dels processos estocàstics que admeten possibilitats senzilles i versemblants respecte al creixement. La suposició clau en aquest cas, que a més a més coincideix amb les dades empíriques, és que el coeficient de creixement no està relacionat amb el volum actual de l'empresa.<sup>21</sup>

Winter i Nelson<sup>22</sup> han experimentat amb models evolutius que inclouen suposicions específiques respecte a processos encarregats de proporcionar milloraments tecnològics i processos per a determinar el percentatge de noves inversions. D'aquesta manera van fer amb computador una simulació del creixement de les empreses d'una determinada branca industrial i observaren els efectes de les diferents suposicions d'innovació tecnològica sobre els models de creixement. Els processos principals que modelaren inclouen els efectes del percentatge de beneficis sobre la recerca de tecnologia més avançada i sobre les noves inversions. Els processos dinàmics que postulen els models de Winter i Nelson produeixen patrons de creixement i distribucions de grandàries de les empreses que s'acoblen força bé amb les dades empíriques, de la mateixa manera que els models més globals mencionats anteriorment.

El fet de pensar en els processos de creixement social en termes d'evolució no implica voler imitar descaradament els mecanismes de la teoria de Darwin. L'evolució social òbviament pot

seguir les idees de Lamarck (les millors adquirides poden mantenir-se en el temps i poden ésser copiades). Tampoc no hi ha res en les estructures socials que correspongui clarament a la distinció genotip-fenotip. Per això, mentre que la metàfora darwiniana ens ha estat útil i ha aportat un estímul, l'interès actual en models evolutius dels fenòmens socials requereix desenvolupar una delicada teoria, posant màxima atenció a les suposicions inicials del mecanisme. Pel cap baix, serà necessari el treball de tota una generació per a explorar el potencial d'aquest enfocament de la investigació.

## ALTRUISME I EGOISME

Un problema clau sorgit arran d'uns treballs recents de sociobiologia és el paper que juguen l'altruisme i l'egoisme en la conducta humana.<sup>23</sup> En la forma més senzilla de la teoria de Darwin, pràcticament no hi ha lloc per a considerar la supervivència de l'altruisme. Aquells qui sapiguin tenir cura més eficaçment d'ells mateixos i de la seva descendència tindran els coeficients de reproducció més alts. Òbviament, hom no exclou el tipus d'altruisme anomenat *enlightened selfinterest* (interès il·luminat en un mateix). De fet, els sociòlegs i els antropòlegs han tractat aquest punt àmpliament sota la rúbrica de la teoria de l'intercanvi. Hom considera que la reciprocitat és fonamental, almenys en llargs intervals de temps, per a la majoria de les formes d'interacció social, i no es limita a transaccions econòmiques.

El darwinisme deixa oberta una petita esquerra per a una altra forma d'altruisme. Ja que són els gens i no els organismes els que serveixen com a unitats d'evolució, la predisposició per a sacrificar la vida d'un mateix per la de dos o més germans o vuit o més cosins és adaptativa. És a dir, pot haver-hi una petita selecció dels organismes per altruisme, però fins i tot en aquest cas, sempre són més forts els llaços de parentesc.

Transferir aquests models darwinians a l'evolució social sense cap crítica pot portar a una visió de la condició humana del tipus "l'home és un llop per a l'home". No obstant això, un cert nombre de sociòlegs han assenyalat que l'assumpte no és pas tan senzill. Un sistema social pot influenciar de moltes maneres els coeficients relatius de reproducció dels seus individus. En particular, pot recompensar una

conducta altruista i castigar-ne una d'egoista. Per tant, és perfectament possible tenir una selecció positiva per a una conducta cooperativa i altruista en un sistema d'aquest tipus. A més a més, si considerem el sistema social com la unitat de competència per a sobreviure, pot ésser que els sistemes que s'hagin seleccionat per altruisme (és a dir, altruisme dins el grup) creixin més ràpidament que els que tenen membres purament egoistes.

De moment només s'han fet uns quants intents amb unitats reproductores a diferents nivells —individus, grups i societats— i fins ara el progrés al llarg d'aquest camí, tant a nivell teòric com pràctic, sembla una de les fites més desafiantes en el camp intel·lectual, i més importants per a la societat, de la investigació de les ciències socials d'avui dia.

## LA RACIONALITAT HUMANA

Un dels assoliments capitals de les ciències socials en les dues o tres últimes generacions ha estat l'aclariment del concepte de racionalitat, el qual és imprescindible per a tenir una comprensió correcta de la conducta humana. Això no vol dir, però, que el comportament sigui sempre o usualment racional en tots els seus aspectes. No obstant això, donat que la conducta humana manifesta dirigir-se cap a algunes fites concretes i cap a la satisfacció dels desigs i les necessitats, podem dir que és racional sempre que la direcció sigui apropiada. De fet, i en la línia de la nostra discussió anterior de l'evolució, seria desitjable que la selecció natural afavorís els mecanismes d'un organisme que ampliés la seva capacitat de racionalització. Fins i tot la bogeria té el seu mètode, tal com Freud ens mostrà quan analitzà la capacitat d'adaptació absurda (miòpica) de moltes manifestacions neuròtiques i psicòtiques.

La investigació sobre la racionalitat té dos aspectes: un de normatiu i un de descriptiu. Per una part, hom pot utilitzar una teoria de la racionalitat per a inferir i prescriure maneres correctes (és a dir, racionals) d'actuació. Hom pot ensenyar la teoria de l'empresa als estudiants tot instruint-los sobre com prendre decisions que augmentin els beneficis al màxim. Per altra part, podria ésser que una teoria de la racionalitat volgués proclamar que serveix per a descriure la conducta humana real, com de vegades ha passat amb la teoria clàssica de

l'empresa. El desenvolupament actual de la teoria de la racionalitat és de gran importància en el moment d'aplicar normes i descripcions del concepte.

**Teoria SEU.** El punt central del tractament formal de la racionalitat és la denominada "teoria del rendiment que s'espera d'un subjecte" (SEU), l'axioma de la qual es va crear poc després de la segona guerra mundial.<sup>24</sup> En la teoria SEU, hom suposa que l'actor (el qui actua) racional té una ordenació consistent de preferències de tots els possibles estats del món, i una prèvia distribució de les probabilitats d'esdeveniments exògens. Aquesta distribució de probabilitats, al costat de l'estratègia de l'actor, determina, al mateix temps, les possibilitats que apareguin diferents estats en el món. Amb aquestes suposicions, hom pot demostrar que si l'actor escull conseqüentment, en un sentit admissible, d'entre totes les contingències possibles, llavors hom pot assignar una xifra (utilitat) a cada estat possible del món de tal manera que l'actor escollirà com si estigués augmentant al màxim el valor esperat d'aquesta utilitat.

D'una manera menys precisa, hom pot dir que els axiomes de la teoria SEU impliquen que l'actor "maximitza" la utilitat que d'ell (o ella) s'esperava a la llum de les estimacions subjectives de les probabilitats dels esdeveniments. El propòsit de l'afirmació més simplificada de la teoria original és de mantenir l'operativitat dels axiomes i llur capacitat d'ésser comprovats empíricament. Donada una quantitat suficient d'observacions de les seleccions fetes per un actor racional, és possible (en principi) deduir-ne si l'actor s'està comportant conseqüentment i, si és que sí, hom pot estimar simultàniament la distribució de probabilitat subjectiva i la funció d'utilitat de l'actor.

Com a mínim, la importància de la teoria SEU és triple. Primerament, aporta una definició precisa (i, intuïtiva, versemblant) del concepte de racionalitat, i per tant també proporciona un estàndard amb el qual hom pot comparar altres tipus de definició. En segon lloc, ens aclareix fins a quin punt és empírica l'assumpció de la racionalitat humana de tal manera que es pugui comprovar l'assumpció amb les dades de les seleccions. Tercer, aporta un sistema conceptual de mètodes normatius per a prendre decisions racionals en el món real.

L'axiomatització de la teoria SEU ha estimulat la realització de nombrosos experiments per a comprovar-la empíricament. Un resum global dels descobriments obtinguts és que les seleccions que fa l'home es desvien radicalment de

les que impliquen els axiomes, excepte en les situacions més senzilles i transparents.<sup>25</sup> Els éssers humans no som capaços d'escollir conseqüentment davant d'una incertesa o fins i tot d'una situació no gaire complexa.<sup>18</sup> Malgrat no ésser apropiada per a descriure la capacitat humana de seleccionar, la teoria SEU proporciona un marc molt útil per a categoritzar i diagnosticar la naturalesa de les diferències entre la selecció en el món real i els requeriments de la racionalitat. Durant els últims anys, Kahneman i Tversky<sup>25</sup> han tingut un èxit notable en desenvolupar una taxonomia de les desviacions respecte a la racionalitat i proposar mecanismes de selecció en l'home responsables d'aquestes desviacions. Per tant, està sorgint una teoria de la racionalitat limitada o la racionalitat de procediment que descriu l'home com un organisme amb una habilitat computativa limitada, que té una informació i una imaginació limitades també, i que intenta sobreviure en un món ric en complexitat.

Recentment, les aplicacions normatives de la teoria SEU han experimentat un vigorós creixement. Dins de l'estadística matemàtica i de les seves aplicacions, ha guanyat terreny l'enfocament de Bayes (les probabilitats prèvies de la teoria SEU s'atribueixen al reverend Thomas Bayes), tot i que hi ha unes dificultats matemàtiques excepcionals per a posar-ho en pràctica.<sup>26</sup> A un nivell lleugerament més informal, Raiffa i els seus col·legues han aplicat a molts problemes pràctics un enfocament que comença assignant als esdeveniments probabilitats prèvies, i llavors passa a fer una estimació dels valors que s'esperen de les estratègies alternatives.<sup>27</sup> Hom ha aplicat aquestes tècniques a problemes tan diversos com, per exemple, determinar un sistema de prospecció de pous de petroli, i avaluar la conveniència de disseminar els núvols com a mitjà per a disminuir la violència dels huracans.

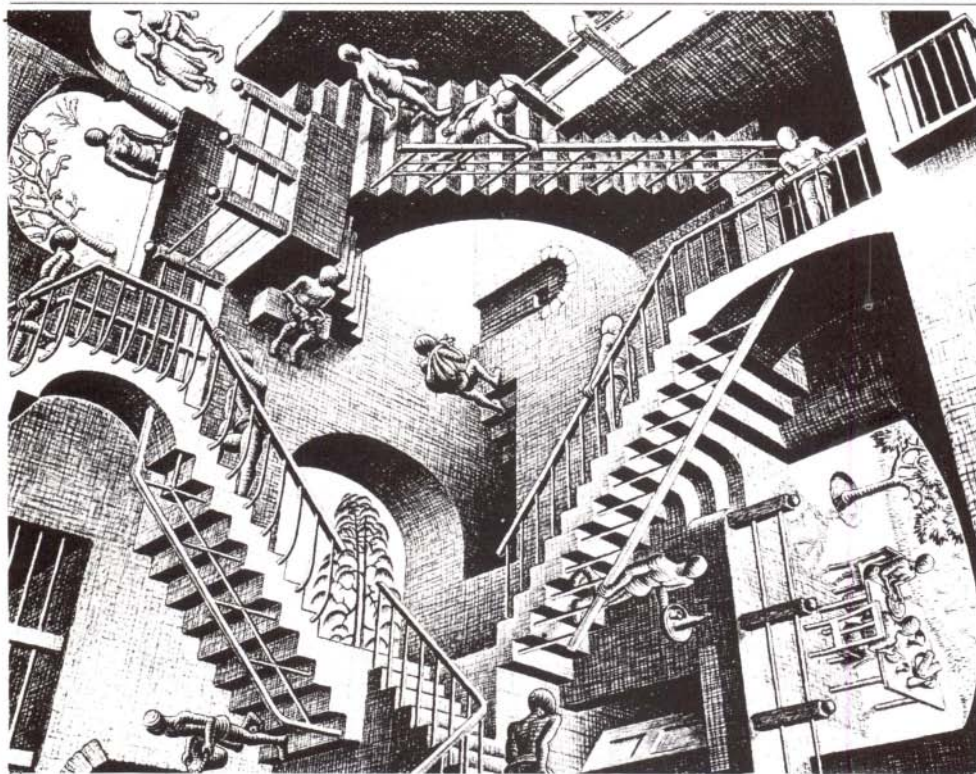
Més enllà d'aquestes aplicacions específiques de la teoria SEU, s'ha produït des de la segona guerra mundial un enorme desenvolupament d'instruments matemàtics per a facilitar l'activitat de prendre decisions, la qual cosa ha engendrat la nova disciplina de la investigació operativa o la ciència de la gerència (els dos termes són sinònims en essència). Entre aquestes línies, cal destacar la programació lineal, la qual proveeix algoritmes per a maximitzar formes lineals, subjectes a restriccions lineals: la programació de nombres sencers, que només es diferencia de l'anterior en el fet que limita les solucions a nombres sencers; la programació dinàmica; la teoria de la cua; la recerca heurística; i moltes altres.<sup>28</sup> Encara que aquests mètodes cauen dins les característiques específiques de la teoria SEU, estan realment en la mateixa línia, donat que cerquen solucions "òptimes" per als problemes de les decisions. Avui dia, tant a les empreses com en l'àrea de les decisions de gestió i govern, s'apliquen molt sovint en el moment de prendre decisions, especialment a nivell de gerència mitjana, i encara són objecte d'estudis molt intensos per a desenvolupar algoritmes computables més poderosos de tal manera que hom pugui solucionar situacions problemàtiques més complexes i abastar camps d'aplicació més amplis.

**Teoria del joc.** El model SEU de racionalitat falla en situacions en les quals hi ha dos o més actors, cada un dels quals intenta "maximitzar" una funció d'utilitat diferent. El 1944, en un escrit molt famós titulat *La teoria dels jocs i la conducta econòmica*, van Neuman i Mosgenstern van desenvolupar una teoria de jocs competitiu, la qual, encara que no va ésser gaire efectiva per a solucionar tots els problemes, aportà el mateix tipus de marc de discussió i anàlisi que el de la teoria SEU per a situacions en què hi ha només una persona fent la selecció.<sup>29</sup>

En jocs on participen dues persones i la suma final és zero ("el que jo guanyo, tu ho perds"), la solució és prou clara: cada jugador ha d'adoptar una estratègia mixta (de probabilitats) individual que impedirà que el seu oponent el guanyi en endevar el que aquest vol fer. Generalment en aquestes estratègies hi ha molt costum de "farolejar". Si els càlculs que es requereixen per a trobar l'estratègia òptima no fossin tan complicats per als humans, el pòquer seria una situació ideal per a aplicar aquesta teoria.

Les dificultats començaren a sorgir quan s'intentà aplicar la teoria en jocs de suma diferent de zero i en jocs on hi ha més de dos jugadors. Actualment, però, encara es fa molta investigació teòrica i fins a cert punt pràctica en aquestes àrees. El "Dilema dels presoners" és un exemple important i instructiu d'un joc amb dues persones on la suma és diferent de zero.<sup>30</sup> Ací, cada jugador ha d'escollir entres dues estratègies, A o B. Si tots dos es decideixen per A (per exemple, no confessar un crim), obtenen càstigs petits. Si tots dos escullen B (confessar), ambdós tenen penalitzacions idèntiques més aviat fortes. Si un prefereix A i l'altre B, el qui fa trampa rep una recompensa mentre que l'altre obté un càstig molt fort. Quina és, doncs, l'estratègia racional?

Òbviament, hom pot aplicar aquest joc a situa-



cions competitives, en les relacions internacionals i en els negocis, i encara més generalment, en el problema dels productes de caràcter públic amb el preu no especificat en el mercat. El que ens fa falta és una definició versemblant de la racionalitat que recomani la solució A (estratègia cooperativa i no agressiva) a ambdós jugadors. Però resulta molt difícil explicar com podria ésser estable un equilibri d'aquest tipus, encara que el joc es repetís diverses vegades amb els mateixos jugadors. Cada participant té una forta tendència a traïr el seu oponent abans que aquest no li ho faci a ell. Recentment, Radner<sup>31</sup> demostrà que si els jugadors intenten aconseguir una solució satisfactòria en comptes d'una òptima, l'estratègia de cooperació resultarà estable. Però encara no hi ha gaire evidència que aquesta, o alguna altra, sigui la manera correcta d'enfrontar-se amb la situació —si és que la paraula "correcta" té algun significat en aquest context, és clar.

En el cas de jocs amb molts participants, apareixen noves dificultats en considerar les múltiples possibilitats de coalició entre els jugadors. En la majoria dels casos, no sembla haver-hi cap estratègia de coalició que predomini particularment. Per tant, les definicions de racionalitat que hom ha obtingut són gairebé tan

nombroses com els investigadors d'aquest camp.<sup>32</sup>

Finalment, els resultats d'aquestes dues teories (SEU i la del joc) estan íntimament relacionats amb el "teorema de la impossibilitat" d'Arrow.<sup>33</sup> Arrow mostrà que per a una societat democràtica és impossible definir una funció de benestar que satisfaci tota la petita llista de condicions que haurien d'ésser naturalment satisfetes per aquesta funció. Especialment, no hi ha cap forma òbvia de posar en pràctica consistentment l'eslògan utilitarista "el millor per a la més gran quantitat".

## LA CIÈNCIA COGNITIVA

Durant el darrer quart de segle, no hi ha hagut un desenvolupament més radical en les ciències socials que el de la revolució (sovint denominada revolució del processament de la informació) sobre la nostra comprensió del procés de pensament de l'home. A mitjan segle, el conductisme dominava la psicologia experimental. Aquest corrent es compenetrava amb punts de

vista predominantment positivistes i operacionalistes de la metodologia i la filosofia de la ciència, i semblava aportar una garantia en contra de les explicacions "mentalistes" i metafísiques de la conducta humana. El preu que hom pagava per aquestes qualitats era confinar la psicologia experimental a fer experiments sobre la memòria i l'aprenentatge relativament senzills, i a treballar amb rates de laboratori, mentre els homes es dedicaven a processos complexos de pensament i a resoldre problemes.

Vint-i-cinc anys més tard, l'escena havia canviat radicalment. La psicologia experimental havia adquirit una nova sofisticació i una renovada confiança en estudiar amb exactitud els processos mentals senzills i fonamentals (per exemple, temps de reacció i capacitat de memòria a curt termini), i en portar al laboratori tasques cognitives de nivell professional, com per exemple jugar a escacs, solucionar problemes de física o matemàtiques, comprendre el llenguatge natural o fer diagnòstics mèdics. A més a més, hom havia inclòs totes aquestes anàlisis i explicacions dins d'un paradigma general: el paradigma del processament de la informació, sense perdre la funcionalitat i treballant amb molta més precisió i rigor.

L'aplicació del computador digital i dels avenços de la matemàtica i l'enginyeria en el camp de la informàtica ha jugat un paper decisiu en el desencadenament del nou paradigma en el moment en què els psicòlegs i els lingüistes van començar a utilitzar-lo durant i després de la segona guerra mundial.<sup>7</sup> Amb tot això, hom va demostrar que es podia utilitzar un sistema físic, el qual té com a estructura bàsica la informació en forma de símbols en comptes de l'energia, per a prendre decisions i per a portar a terme tots els processos que anomenem, en l'home, pensament.

En dir símbols, em refereixo als patrons, siguin electromagnètics o siguin escrits amb tinta, que hom pot emmagatzemar, copiar, comparar, llegir en fonts externes i escriure com un informe. Un computador és un sistema de símbols en el qual hom ha especificat exactament el substrat de processos de manipulació dels símbols (és a dir, el codi d'instruccions). És per això que el fet de programar un computador per jugar als escacs, diagnosticar malalties, resoldre trenca-closques i problemes, aprendre conceptes o interpretar el llenguatge, representa una prova de la capacitat d'aquest sistema de símbols i dels seus processos per a mantenir una activitat semblant a la de pensar.

Quasi de seguida que hom va inventar els

computadors, es va veure que aquests constituïen una nova metàfora per al nostre cervell, que suplantava llargament la prèvia comparació amb un "tauler de comandaments". El 1956, però, ja havien adquirit una importància més gran que la d'ésser una metàfora o anàleg, ja que hom va programar computadors per compondre música, jugar als escacs i dames, fer anàlisis de frases i descobrir proves per a teoremes. De tota manera, aquests aconseguiments deixaren oberta la qüestió sobre la possible similitud o diferència entre els processos usats pel computador per a resoldre aquest tipus de tasques i els processos usats pels humans. Després de tot, els mecanismes que un avió utilitza per a volar són bastant diferents dels dels ocells, en molts aspectes.

L'esforç que hom ha fet des dels anys cinquanta per comprendre la relació entre la processació d'informació complexa en els computadors i el pensament humà ha creat una disciplina científica totalment nova —la intel·ligència artificial— i ha produït una completa reformulació de les teories de la psicologia cognitivista. Al mateix temps, ha revelat molts punts en comú entre diverses de les ciències socials (sobretot entre la lingüística i la psicologia experimental) que fins ara havien seguit camins paral·lels però molt independents. Així mateix, ha tingut un impacte substancial i creixent en la filosofia, la qual està descobrint cada vegada més que la "metàfora" del computador aporta molta llum en referència a molts problemes clàssics de l'epistemologia. El nou camp de la ciència cognitiva (potser sigui prematur donar-li l'apel·latiu de "disciplina", tot i que ja s'ha establert una organització professional i ja es publica la primera revista dedicada a aquesta disciplina) està aportant un punt de confluència i canals de comunicació per a aquests i altres temes d'interès que coincideixen amb el paradigma del "processament de la informació".<sup>34</sup> La intel·ligència artificial, la qual és associada dins del món acadèmic als departaments d'informàtica més que als de les ciències socials, s'encarrega de descobrir com es pot programar els computadors per fer coses "intel·ligents". Molts programes d'intel·ligència artificial (per exemple, els programes actuals d'escacs més complicats) usen intensament la força bruta i la velocitat dels computadors i de cap manera no imiten els processos humans per realitzar aquestes tasques. Aquests programes pertanyen a les imitacions de funcions (però no de processos) dels avions més que dels ocells. Però en la majoria dels casos, sempre resultaria efectiu afegir-hi molts dels mateixos processos heuris-

tics selectius que utilitza l'home per a evitar recerques interminables en espais de problemes immensos. Per aquesta raó, la investigació sobre la intel·ligència artificial està íntimament lligada a les simulacions en computadors dels processos humans de cognició, tot i que sigui possible que els dos camps se separin en el futur.

Els programes de computadors que imiten els processos humans cognitius són només teories d'aquells processos de la mateixa manera que els sistemes apropiats d'equacions diferencials són teories dels processos de la física. Per provar aquestes teories cognitives hom està portant a terme una gran gamma d'experiments amb éssers humans. Una tècnica molt utilitzada actualment és fer que les persones realitzin activitats difícils pensant en veu alta. Llavors, hom compara aquestes dades amb la sortida dels programes de simulació per computadora que porten a terme la mateixa tasca.<sup>7</sup> Hom també pot utilitzar tècniques experimentals més tradicionals per a comparar les teories de simulació per computador amb la conducta humana. Ara que ja tenim una certa quantitat d'informació sobre aquestes qüestions, podem donar compte i explicació de l'acció de pensar en l'home en una considerable amplitud de situacions del tipus de resolució de problemes, descobriment de patrons i assoliment de conceptes.<sup>35</sup>

El sistema d'investigació de la psicologia del processament de la informació inclou l'enriquiment gradual de la varietat d'activitats humanes complexes que hom pot explicar d'aquesta manera, i al mateix temps lligar aquestes teories de la conducta complexa amb teories i dades experimentals que es refereixen directament als processos bàsics d'informació elemental i a llur organització. Així, les teories complexes incorporen, cada vegada més, suposicions sobre la memòria a curt termini i sobre l'organització de la de llarg termini que hom pot verificar directament experimentant amb alguns dels processos que componen la teoria. Aquesta estratègia "binomial" està aportant una convergència gradual, que havia mancat anteriorment en la psicologia, entre el corrent principal de la psicologia experimental, que es dedica a tasques més senzilles, i la investigació dels que hom denomina "processos mentals més elevats". Ambdós s'acoblen fàcilment dins del mateix marc de processament de la informació.

L'estratègia d'ampli espectre de la investigació psicològica exigeix un altre tipus d'interrelació, exigeix la construcció d'un segon pont llunyà tot i que el seu panorama encara sigui dubtós. Atès que la ment humana resideix en el cervell, no podem quedar-nos satisfets amb les nostres

explicacions de la capacitat de pensar de l'home fins que no puguem especificar el substrat neural dels processos elementals d'informació de la simbologia humana. Pràcticament no sabem res d'aquesta connexió. Mentre que hom ha acumulat una enorme quantitat de coneixement sobre les estructures i les funcions cerebrals a nivell químic i neurològic, encara no coneixem les bases fisiològiques de les memòries a curt i llarg termini —si és que hi participen macromolècules, circuits neuronals, una combinació d'aquests o quelcom completament diferent.<sup>8</sup> Encara som en una posició semblant a la de la química el segle XIX, la qual havia desenvolupat una extensa teoria de les combinacions químiques molt abans que hom la pogués lligar a la física atòmica. La meua bola de vidre no em vol revelar quan podrem començar a dissenyar i a construir el pont vital entre la psicologia del processament de la informació i la neurofisiologia.

## CONCLUSIÓ

Faré servir les limitacions d'espai i de coneixements com a excuses per a acabar en aquest punt. Molts dels meus col·legues dedicats a les ciències socials trobaran que no hi són llurs temes preferits, però no he escrit aquestes pàgi-

nes principalment per a ells i, en cap moment no he promès cap cosa més que mostres. He intentat escollir-les tant per llur importància intrínseca com pel coneixement que en tinc. De fet, aquest últim criteri ha provocat una desviació cap al terreny "conductal" —és a dir, cap a la conducta individual humana— i m'ha apartat del terreny "social" —és a dir, el comportament d'agrupacions com famílies, organitzacions i nacions. En aquest treball, ha estat revelada l'agenda actual de les ciències socials i de la conducta d'una manera extremament fragmentària. Però espero que aquests fragments aportin una certa visió de la vitalitat i la importància del conjunt.

( H. A. Simon )

#### Referències i notes

1. A partir d'ara, seran anomenades "ciències socials", que és el seu nom tradicional.
2. Committee on the Social Sciences in the National Science Foundation, *Social and Behavioral Science Programs in the National Science Foundation* (National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1976).
3. Dues de les ciències socials, l'estadística i la psicologia social, han fet importants contribucions en els darrers anys en la comprensió dels fets objectius dels fenòmens socials i de la natura dels corrents de percepció d'inferència que constitueixen les nostres interpretacions ingènues de l'experiència, que són tan poc rigoroses. Per al primer, vegeu, per exemple, W.H. Kruskal i J.M. Tanur, editors, *International Encyclopedia of Statistics* (Free Press, Nova York, 1977), vol. 2, pàgs. 1071-1093; i per al darrer, D. Kahneman i A. Tversky, "Psychol. Rev.", núm. 80, 237, 1973.
4. W. Wintz, preesident, *Report of the Advisory Panel on the Scholastic Aptitude Test Score Decline* (College Entrance Examination Board, Nova York, 1977).
5. S. Oskamp, *Attitudes and Opinions* (Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1977); J.A. Sonquist i W.C. Dunkelberg, *Survey and Opinion Research: Procedures for Processing and Analysis* (Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1977).
6. G. Sperling, "Psychol. Monogr." núm. 74, 11, 1960.
7. A. Newell i H.A. Simon, *Human Problem Solving* (Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1972); J. Larkin, J. McDermott, D.P. Simon, H.A. Simon, "Science" núm. 208, 1335, 1980.
8. Vegeu la discussió del treball de Milgram en P.H. Lindsay i D.A. Norman, *Human Information Processing* (Academic Press, Nova York, 1972).
9. F.J. Roethlisberger i W.J. Dickson, *Management and the Worker* (Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass., 1939). En els darrers anys, hi ha hagut algunes interpretacions dels experiments, que malgrat les seves imperfeccions, representaren esforços pioners.
10. *The New Jersey Income-Maintenance Experiment*, vol. 1, D. Kershaw i J. Fair, editors, Vol. 2 i 3, H.W. Watts i A. Rees, (Academic Press, Nova York, 1976-1977).
11. Vegeu, per exemple, B.R. Claridge, L.L. Sheekey, T.S. Hauser dins *Sociological Methodology*, 1978, K.F. Schuessler, editor (Jossey-Bass, San Francisco, 1977) pàgs. 185-203.
12. L.M. Terman, editor, *Genetic Studies of Genius* (Stanford Univ. Press, Stanford, Calif., 1925-1959) vols. 1 al 4.
13. U.S. Department of Labor, *Manpower Research Monograph núm. 30* (Government Printing Office, Washington, D.C., 1974).
14. R.W. Fogel i S.L. Engerman, *Time on the Cross* (Little, Brown, Boston, 1974); H.G. Gutman, *Slavery and the Numbers Game* (Univ. of Illinois Press, Urbana, 1975).
15. E.O. Wilson, *Sociobiology* (Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass., 1975).
16. J. Hirshleifer, "J. Law Econ.", núm. 20, 1, 1977.
17. K.J. Arrow i F.H. Hahn, *General Competitive Analysis* (Holden-Day, San Francisco, 1971).
18. H.A. Simon, "Am. Econ. Rev.", núm. 69, 493, 1979.
19. M. Friedman, *Essays in Positive Economics* (Univ. of Chicago Press, Chicago, 1953) pàgs. 16-30.
20. Els logaritmes de les grandàries de les empreses varia linealment de manera molt aproximada als logaritmes de la seva posició en la indústria o l'economia —el que és normalment conegut com llei de Pareto, i s'observa també en una àmplia varietat d'altres fenòmens socials (per exemple, la distribució de les ciutats). Vegeu Y. Ijiri i H.A. Simon, *Skew Distribution and the Sizes of Business Firms* (North-Holland, Amsterdam, 1977).
21. Aquests fenòmens subministren un exemple excel·lent de la importància de tenir dades potents per a contradir el que la gent acostuma a creure. Al contrari del que normalment sembla, les dades mostren que les grans empreses no creixen més ràpidament que les petites empreses, almenys en mitjana. A. Singh i G. Whittington, *Growth, Profitability and Valuation* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1968); J. Steindl, *Random Processes and the Growth of Firms* (Hafner, Nova York, 1965).
22. R.R. Nelson i S.G. Winter, "Bell J. Econ.", núm. 9, 524, 1978.
23. Per a una discussió més àmplia del que es diu en aquesta secció, vegeu "Behav. Sci." núm. 24, i el núm. 1 complet, 1979; vegeu també Wilson, nota 15.
24. El tractament definitiu es troba a L.J. Savage, *The Foundations of Statistics* (Wiley, Nova York, 1954).
25. D. Kahneman i A. Tversky, "Psychol. Rev." núm. 80, 237, 1973.
26. G.E. Box, *Bayesian Inference in Statistical Analysis* (Addison, Wesley, Reading, Mass., 1973).
27. H. Raiffa, *Decision Analysis* (Addison-Wesley, Reading, Mass., 1968).
28. J.J. Moder i S.E. Elmaghraby, editors, *Handbook of Operations Research* (Van Nostrand, Reinhold, Nova York, 1978) vols. 1 i 2; H.M. Wagner, *Principles of Operations Research* (Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., ed. 2, 1975); vegeu també H.J. Miser, "Science", núm. 209, 139, 1980.
29. J. Von Neumann i O. Morgenstern, *The Theory of Games and Economic Behavior* (Princeton Univ. Press, Princeton, N.J., 1944).
30. A. Rapoport i A.M. Chammak: *Prisoner's Dilemma* (Univ. of Michigan Press, Ann Arbor, 1965).
31. R. Radner, comunicació personal.
32. Un exemple excel·lent d'una recerca recent en aquest camp és J.C. Harsanyi: *Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations* (Cambridge Univ. Press, Cambridge 1977).
33. K.J. Arrow: *Social Choice and Individual Values* (Wiley, Nova York, 1951).
34. El primer volum de *Cognitive Science* fou publicat el 1977. Les ponències de la Primera Conferència Nacional sobre Ciència del Coneixement seran publicades al volum del 1980.
35. J.R. Anderson: *Language, Memory and Thought* (Erlbaum, Hillsdale, N.J., 1976); H.A. Simon: *Models of Thought* (Yale Univ. Press, New Haven, Conn., 1979).