

# Sobre el Premi Nobel d'Economia 2005, concedit a Robert J. Aumann i Thomas C. Schelling

Andreu Mas-Colell, *catedràtic d'economia a la Universitat Pompeu Fabra i membre de la Secció de Filosofia i Ciències Socials de l'Institut d'Estudis Catalans*

## Abstract

*The Nobel Prize for Economics 2005 for Robert J. Aumann and Thomas C. Schelling comes in recognition of the influence of the theory of games and the social interest it arouses. In 1994, John C. Harsanyi, John F. Nash Jr. and Reinhard Selten shared the award for "their pioneering analysis of the equilibria in the theory of non-cooperative games". Aumann and Schelling, who received the award "for having enhanced our understanding of conflict and cooperation through game theory analysis", are two theoreticians who have studied the motivations and consequences of the paradigm of rationality in human action. This work is a brief review of the theoretical foundations of the conflict and the balance of fear, elements that have been present in situations such as the Cold War and lie at the heart of decisions in high-level world politics.*

*These, and other contributions by both award-winners are analyzed, as well as the variants of the prisoner's dilemma and their application to strategies including defensive- offensive politics, economic investment and reasoning in private decision-making.*

## Resum

*La concessió del Premi Nobel d'Economia 2005 a Robert J. Aumann i Thomas C. Schelling confirma la influència de la teoria de jocs i l'interès social que desperta. L'any 1994, John C. Harsanyi, John F. Nash Jr. i Reinhard Selten compartiren el Premi «per la seva anàlisi pionera de l'equilibri en la teoria de jocs no cooperatius». Aumann i Schelling, guardonats «per haver ampliat la nostra comprensió del conflicte i la cooperació mitjançant l'anàlisi de la teoria de jocs», són dos teòrics que han estudiat les motivacions i conseqüències del paradigma de la racionalitat en l'acció humana. Aquest treball és una breu revisió dels fonaments teòrics de l'estratègia del conflicte i de l'equilibri de la por, elements que han estat presents en situacions com ara la guerra freda i que són a la base de decisions d'alta política mundial. S'analitzen aquestes i altres aportacions dels dos guardonats, les variants del dilema del presoner i la seva aplicació en estratègies tant de política defensiva-ofensiva com d'inversió econòmica, i els raonaments en la presa de decisions d'abast particular.*

## Introducció

En la concessió del Premi Nobel d'Economia de l'any 2005 a Robert J. Aumann i Thomas C. Schelling, el Comitè Nobel ha destacat el paper de la teoria de jocs en l'anàlisi del conflicte i la cooperació. Aquesta teoria s'ocupa de situacions interactives en què el millor camí a seguir per a cada participant depen del que s'espera que facin els contrincants. Per tant, la pròpia actuació es planeja segons el que pensem que l'altre jugador creu que nosaltres farem en resposta als seus moviments.

Tant Schelling com Aumann són teòrics i tots dos són profundament racionalistes. L'un i l'altre han anat al límit en la cerca de les conseqüències del paradigma de la racionalitat en l'acció dels homes i les dones. Comparteixen una altra característica: la d'ésser analíticament molt elegants, amb una gran finor en els seus estudis i elaboracions. Fora d'això, són molt diferents i, de fet, ells mai no han treballat ni publicat junts. El mateix Schelling, comparant-se amb Aumann després de la concessió del Premi Nobel, ha fet ressaltar el contrast, tot dient que Aumann crea la teoria de jocs, mentre que ell la utilitza. També l'estil d'anàlisi és diferent. El de Schelling és literari; no és un autor que faci elaboracions matemàtiques més enllà d'una fórmula ocasional. Destaca molt l'elegància de la frase, escriu molt bé i també cerca l'exemple punyent per a il·lustrar cada fenomen. En canvi, Aumann és un mestre en la utilització de les matemàtiques, també clara i elegant.

A la teoria dels jocs, el tema de la cooperació s'ha de considerar des de la perspectiva del comportament no cooperatiu. El comportament no cooperatiu és el natural, el concepte primitiu de la teoria; sento dir-ho, però és així. Malgrat tot, quan els actors miren pel seu propi interès, és possible arribar a solucions cooperatives que siguin bones per a tothom. És fàcil reconèixer en això un component antic i profund del pensament econòmic: la idea d'Adam Smith que la recerca individual de la pròpia satisfacció en els mercats condueix a una situació col·lectiva immillorable per a tots els actors. En situacions diferents, la cooperació s'ha d'articular de diferents maneres, i això és el que fan els dos guardonats. Aquest és, doncs, el tema general comú: cooperar des de la no-cooperació. Dit això, els consideraré separadament.

## Thomas C. Schelling

Schelling és professor d'economia (emèrit) a les Universitats de Harvard i de Maryland. Va néixer el 1921 a Oakland, Califòrnia (EUA), i va estudiar a la Universitat de Califòrnia a Berkeley i a la Universitat de Harvard, on es va doctorar en economia l'any 1951. Els seus interessos són molt variats i ha publicat nombrosos articles de qüestions tan diverses com estratègia militar i control d'armaments, política ambiental i energètica, canvi climàtic, proliferació nuclear, terrorisme i crim organitzat, teoria del conflicte i del regateig, i segregació i integració racial.

També és autor de dos llibres que ja són clàssics: *The strategy of conflict* (1959) i *Micromotives and macrobehaviour* (1978). Va ser un dels creadors de la Kennedy School of Government de la Universitat de Harvard. No sé si mai hi ha ocupat càrrecs, però fou clarament el mentor del grup fundador de l'Escola i sempre ha estat molt orgullós d'aquesta institució. La seva gran pas-

sió intel·lectual ha estat la guerra i la pau (amb permís de Tolstoi). El seu llibre *The strategy of conflict* se situa en la gran tradició de pensament sobre conflicte i estratègia, que inclou des dels clàssics xinesos fins a Maquiavel. Schelling, i també d'altres, van proveir els fonaments intel·lectuals de la política de *deterrence* (dissuasió) durant la guerra freda, és a dir, de la política que segueixen els Estats Units en l'enfrontament fred amb la Unió Soviètica.

## Estratègies per a la pau: equilibri de la por i amenaces creïbles

Esquematzant molt, podríem dir que en el centre dels plantejaments de Schelling hi ha la consideració de la pau com a objectiu desitjable i de les estratègies que poden ajudar a mantenir-la. Schelling constata que el manteniment de la pau entre dos enemics depèn essencialment de l'establiment d'un «equilibri de la por» sostingut sobre «amenaces creïbles».

Què vol dir «amenaces creïbles» en el context de les aportacions de Schelling? Una primera observació és que les polítiques de defensa per a l'articulació de la pau han d'implicar la formulació d'amenaces dissuasives i que aquestes estratègies de dissuasió no són precisament de desarmament, sinó més aviat al contrari. Però això no és suficient, les amenaces han de ser creïbles tant pel que poden fer (molt mal) com pel que prometen no fer (no atacar el primer). Per això, Schelling conclou que cal mantenir (de fet, aquest ha de ser el cas per als dos contrincants) l'opció d'una represàlia devastadora després de ser atacat (*second strike capability*). És a dir, si es vol resoldre el conflicte mitjançant la guerra, llavors cal armar-se i atacar al més ràpidament possible; però, si es vol evitar la guerra, llavors es tracta de prometre no atacar primer i de disposar de material ofensiu enormement protegit, de tal manera que no pugui ser destruït en el cas d'un atac de l'adversari. L'adversari ha de saber que, si ataca, l'agredit disposarà de moltes forces per a un contraatac devastador. És això el que fa que l'amenaça de contraatac sigui creïble i, per tant, que la promesa de no atacar sigui creïble en si mateixa. L'adversari ha de conèixer que els objectius de la resposta de l'agredit amb tota probabilitat no seran les tropes de la potència agressora, sinó les seves poblacions i infraestructures. L'agressor ha de saber que el preu del seu atac serà un contraatac devastador sobre els objectius més vulnerables, més delicats i més dolorosos. Es tracta de l'equilibri de la por, basat en amenaces de represàlia autoprotectors viables.

Insistim que perquè l'equilibri de la por, generador de pau, sigui real, l'amenaça de represàlia ha de ser creïble. No hi ha d'haver situacions en què l'adversari pugui pensar «ataco, però no del tot, a mitges, debilito molt, em debilita molt a mi, i llavors li ofereixo un tracte en el qual vegi que si exerceix la seva amenaça de represàlia en segona ronda, això serà pitjor per a ell, perquè a mi encara em queden possibilitats de represàlia en una tercera ronda, etc.». Per a evitar un possible primer cop, cal ser molt rígid sobre el caràcter devastador de la represàlia. No hi ha d'haver oportunitat de tercera ronda. Tot això porta Schelling a observacions que apareixen per primera vegada d'una manera formal (però encara no matemàtica) en el pensament estratègic. Una és la idea de compromís irrevocable (*commitment*). És a dir, qualsevol mecanisme que faci possible el compromís de prendre la represàlia si s'és atacat millora la credibilitat i, per tant, fa que l'atac sigui menys probable. Com es pot aconseguir un compromís irrevocable? Una manera és la delegació, l'automatisme. Recordem l'època en què hi havia permanentment avions volant amb bombes atòmiques, i també submarins, que tenien un cert automatisme d'actuació. Una altra observació

és la paradoxa de la possible racionalitat de la irracionalitat. Vegem-ne un exemple. Si jo, que estic en perill d'atac, puc convencer el meu adversari que sóc totalment irracional, que encara que m'ataqui a mitges i que contraatacar vagi contra els meus interessos ho faré perquè estic desequilibrat, llavors evidentment disminueix la probabilitat de ser atacat.

Convé advertir que la idea de l'automatisme és massa simple. En realitat, al final no hi haurà cap país que estigui disposat a introduir la irrevocabilitat dels compromisos d'una manera tan absoluta. La raó és que hi poden haver errors (d'una banda i de l'altra) en la cadena de decisions i en la seva transmissió. Els contrincants s'han de reservar una possibilitat d'última hora d'activar o desactivar el contraatac. A la fi, el compromís irrevocable acaba sent un compromís en què hi ha probabilitats i soroll, i les coses no podran ser mai totalment clares. Schelling parla de «negociació ran de l'abisme» (*brinkmanship*), que comporta el risc que es tiri endavant o es pari l'atac o el contraatac a l'últim segon. La idea de negociació «ran de l'abisme» és una bona paràbola per a moltes de les negociacions que van tenir lloc en el període de la guerra freda.

En definitiva, les idees de Schelling sobre l'estratègia del conflicte són versions modernes del pensament clàssic que diu que «qui vulgui la pau cal que prepari la guerra». També, l'equilibri de la por no és altra cosa que una versió contemporània de l'intercanvi d'hostatges de l'edat mitjana. Les ciutats dels contrincants són ara els hostatges. Tot això, admetem-ho, angunieja, sona terrible i desprietat, però no podem oblidar que la guerra freda va ser una guerra que va acabar amb un guanyador i un perdedor, però que no va esdevenir calenta. Schelling i d'altres bastiren els fonaments teòrics d'un pensament estratègic i d'unes idees que varen contribuir a evitar que el conflicte es «resolgués» mitjançant una guerra nuclear.

## Claus per l'acord tàcit sense comunicació

Hi ha d'altres contribucions de Schelling que convé esmentar per a no deixar la impressió que només l'ha preocupat el tema de la guerra i la pau. Una es refereix a la manera d'arribar a un acord tàcit sense comunicació entre els interlocutors. Suposem que dues persones ens hem de trobar en un lloc de Barcelona demà a les dotze, però hem oblidat el lloc de trobada. Què farem? Jo pensaré en el que pensarà l'altre que pugui pensar jo, etc., però, en definitiva, el problema tindrà una bona solució (hi ha una probabilitat alta que ens trobem) si, i només si, hi ha un punt focal (*focal point* és una expressió de Schelling) que ens serveixi per a coordinar les nostres expectatives mútues sobre què farà l'altre. Quan faig aquest experiment en la meva docència, normalment els qui són de Barcelona diuen que se'n aniran al bar Zurich, i els qui són de fora diuen que aniran a la Sagrada Família. Als barcelonins no se'ls acut de trobar-se a la Sagrada Família. A Nova York, els que són d'allà es troben a Pennsylvania Station i els que són estrangers se'n van dalt de l'Empire State Building. Si un és nord-americà i l'altre és estranger, i el nord-americà sap que l'altre és estranger, també se'n va dalt de l'Empire State Building. I una altra pregunta és: i què passa si no saben a quina hora s'han de trobar? Doncs la gent en general respon que a les dotze del migdia.

## Conseqüències globals d'actuacions particulars

Una altra contribució de Schelling, inclosa en el llibre *Micromotives and macrobehaviour* (la tesi del qual és que motius petits poden acabar determinant les estructures globals), es refereix al fenomen del *tipping* en la composició racial dels barris americans. Schelling demostra amb unes simulacions (que són versions primerenques —parlem de la dècada de 1970— del que ara es fa amb jocs d'ordinador, o fins i tot amb el mòbil) com petites diferències inicials en la composició ètnica d'un barri poden conduir a una situació d'efectiva segregació racial. Es pot partir de l'exemple d'un barri en el qual el col·lectiu format per individus blancs està disposat a acceptar, i fins i tot li pot agradar, que al barri on viu hi hagi fins a un vint per cent de població negra, però no més. Acceptar vol dir que, si no és així, se n'aniran. En canvi, els ciutadans negres potser prefereixen viure en barris més barrejats. Es pot començar amb una situació d'una ciutat totalment barrejada ètnicament (per exemple, amb un vint per cent de població negra a cada barri i, per l'acció de petits canvis individuals, primer lentament i després de manera més accelerada, acabar amb una situació en què els barris estiguin completament segregats, i siguin cent per cent blancs o cent per cent negres, la qual cosa no és una situació ideal per a cap dels dos col·lectius. O sigui, que una sèrie d'accions individuals acaben determinant un resultat que no és gaire desitjable. La conclusió és molt poc «smithiana», molt allunyada dels postulats d'Adam Smith; els economistes dirien que són situacions amb «externalitats». En tot cas, la repercussió d'aquesta anàlisi de Schelling ha estat molt important.

### Robert J. Aumann

Aumann va néixer a Frankfurt l'any 1930, i el 1938 va emigrar amb la seva família, que era jueva, als Estats Units. Estudià matemàtiques i féu el doctorat al MIT (Massachusetts Institute of Technology) amb un treball sobre teoria de nusos, una branca de les matemàtiques molt abstracta i molt difícil. Començà la seva carrera acadèmica a Princeton, on, curiosament, no va fer teoria de jocs, tot i que va coincidir amb Johannes von Neumann i els seus col·laboradors en l'època de plena activitat en relació amb aquesta teoria. No començà a fer teoria de jocs fins que emigrà a Israel, el 1956, i s'instal·là al Departament de Matemàtiques de la Universitat Hebrea de Jerusalem, on creà una escola de molt impacte. La seva obra, en conjunt, és molt elaborada i profunda. El nombre total d'estudiants doctorals que ha tingut és tretze. No en són gaires, però la llista de noms és impressionant. Ha estat l'impulsor i l'ànima intel·lectual del Centre de Racionalitat i Teoria de la Decisió Interactiva de la Universitat Hebrea de Jerusalem, que és avui un dels centres mundials més actius, no solament en teoria de jocs, sinó també en les formes pròpies de la interacció de racionalitats en les ciències de la computació, psicologia, biologia, etc. Aquest centre, d'orientació interdisciplinària, va ser creat l'any 1991 i molts dels seus membres estan considerats autoritats mundials en els seus camps respectius. La *teoria de la decisió interactiva* és l'altre nom de la teoria de jocs, que, com ja us he indicat abans, tracta d'aquelles situacions en què individus amb objectius diferents interaccionen, cadascun d'ells tractant de prendre les decisions que li convenen més. En fer-ho, però, han de tenir present que l'altre, o els altres, actuen de la mateixa manera. Aquestes idees són a la base de moltes construccions teòriques en l'economia i s'han aplicat també en altres camps com ara la ciència política, la psicologia, la biologia evolutiva, el dret i l'estadística. És interessant constatar que Israel, un país petit, és un punt

de referència internacional en tot el que es refereix a pensar sobre el pensament, i Aumann ha estat un element decisiu en això. Aumann és un home molt religiós (cosa que difícilment podreu esbrinar a partir de la seva obra escrita). Una petita satisfacció que vaig tenir una vegada fou assabentar-lo que Rashba (Abraham ibn Adret, 1235-1310), considerat un dels més grans comentaristes del Talmud i el nom del carrer on Aumann viu a Jerusalem, era català i va ser gran rabí de Barcelona.

La relació dels temes en els quals Aumann ha treballat és extensa i abasta molts àmbits: jocs repetits, competència perfecta, equilibri de correlació, epistemologia interactiva, jocs cooperatius, fonaments de tot tipus, etc. De totes aquestes contribucions, el Comitè Nobel ha assenyalat els jocs repetits, que és del que jo parlaré. Cadascuna de les altres contribucions són igualment notables i potser mereixedores també del guardó. L'any 1994, el Premi es va concedir a John F. Nash Jr., pel concepte d'equilibri que porta el seu nom; a Reinhard Selten, per una extensió del concepte que lliga amb la idea de credibilitat, i a John C. Harsanyi, per una altra extensió, molt important, a les situacions d'informació imperfecta. Aquest Premi ara revela que el Comitè Nobel manté la mateixa orientació en posar l'èmfasi en les extensions de l'equilibri no cooperatiu cap a àrees noves i, en particular, en les situacions repetides, però amb un angle interessant que potser apunta cap al proper premi (certament, no abans de deu anys) centrat en teoria de jocs: la no-cooperació com a fonament de la cooperació.

## Dilema del presoner

Us exposaré ara una versió del conegut dilema del presoner una mica diferent de la tradicional. Ha estat proposada per Sergiu Hart, un deixeble d'Aumann amb qui col·laboro. Es tracta d'una situació en la qual hi ha dos jugadors amb dues estratègies possibles que qualificariem d'altruista i egoista, respectivament. Jo sóc un dels jugadors, i a l'altre li direm Miquel. Per començar, tots dos tenim un mecanisme que produeix peres (amb més rigor, d'aixo en diríem «utilitat»), i, repeteixo, tenim dues estratègies: l'egoista, consistent a atorgar-nos cada un a nosaltres mateixos una pera, i l'altruista, que consisteix a donar-ne quatre a l'altre. Si jo sóc altruista, li'n dono quatre a en Miquel i jo o no en rebo cap (si en Miquel és egoista) o en rebo quatre (si en Miquel és altruista). Però si sóc egoista, em quedo una pera i en Miquel es queda sense. En termes de la producció global de peres, és poc productiu ser egoista, però a mi de què em serveix donar quatre peres a en Miquel? En Miquel i jo hem de fer un moviment simultani i, per tant, podem ser ambdós altruistes, o podem ser ambdós egoistes; o un, egoista i l'altre, altruista. Veiem què passa en cada cas. Si els dos som altruistes, jo proporciono quatre peres a en Miquel i ell fa el mateix per a mi; per tant, acabem amb quatre peres cadascun de nosaltres. Si jo sóc altruista i en Miquel és egoista, jo li proporciono quatre peres i ell n'afegeix una més per a ell; jo em quedo sense res, perquè ell no em dona res a mi. Per tant, jo em quedo amb zero peres i ell es queda amb cinc peres. El mateix passa si jo sóc egoista i ell és altruista; en aquest cas, ell em proporciona quatre peres i jo me'n dono una, és a dir, jo en tinc cinc i ell en té zero. Si els dos som egoistes, jo em quedo amb una pera i ell es queda amb una pera. Veurem ara com aquest és un exemple molt simple per a il·lustrar el paradigma anti-Adam Smith. Aquí, el comportament que ens interessa a tots dos serà un comportament que portarà al resultat dolent. I la raó és clara. Faci el que faci en Miquel (és a dir, tant si es comporta egoistament com altruistament), el comportament egoista és el millor, des

del meu punt de vista. L'estrategia egoista és el que s'anomena una *estrategia dominant* per part meua. I, evidentment, també ho és per part d'en Miquel. Jo considero aquesta situació, sé que en Miquel l'està estudiant de la mateixa manera i amb la mateixa perspectiva, la de l'interès individual de cadascun de nosaltres. No hi ha més, em decideixo per l'estratègia egoista. I així ho fa també en Miquel. I els dos acabem amb una pera, quan els dos haguéssim pogut acabar amb quatre si haguéssim estat generosos l'un amb l'altre.

En el context d'aquest exemple, si cooperéssim podríem arribar a disposar de quatre peres cadascú. En canvi, si no cooperem, ens quedem amb una de sola. El problema teòric és, doncs, prou punyent: com podem fer-ho per a induir a la cooperació tot mantenint-nos dins d'un paradigma teòric de no-cooperació?

## La repetició com a factor modificador

Una possibilitat és tenir en compte la repetició. En la realitat, en la vida, les situacions no passen una vegada i prou, sinó que es van repetint. A més, generalment, hi ha vincles dinàmics en el comportament. Si ens portem malament avui, poden passar coses dolentes demà, pot haver-hi amenaces i represàlies, i pot ser llavors que les expectatives d'unes conseqüències indesitjables indueixin a un bon comportament avui. Per tant, la primera idea a explorar és veure si, tenint en compte que les situacions es poden repetir, que tenen un demà, són possibles equilibris de l'estil de l'equilibri de la por.

Per començar, prenem el dilema del presoner i imaginem-nos que ara el repetim dues vegades, és a dir, el fem avui i el fem demà, i que el que obtenim és la suma del que obtenim avui i del que obtenim demà. Intentem aplicar les idees informals que us acabo de descriure. Per exemple, ens podríem posar d'acord en el fet que en el primer període hem de cooperar; en el segon, ja ho veurem, però, com a mínim, en el primer període cooperem. També ens posem d'acord que, si no ho fem en el segon període, passarà alguna cosa dolenta. Funciona això? A primera vista sí, perquè l'amenaça que demà les coses no vagin bé si avui no es coopera podria induir a la cooperació. Però, de fet, no funciona. I la raó és que les coses demà no aniran bé, tant si avui es coopera com si no. En Miquel i jo ens preguntem què passarà demà, i acabem fent el mateix raonament que hem exposat més amunt. Demà és el final i, per tant, el que passarà és que tots dos jugarem l'estratègia egoista: ell acabarà amb una pera i jo acabaré amb una pera, fem el que fem avui. Davant d'això, avui el demà és irrellevant. Us acabo de demostrar que el que passarà demà no depèn del que passi avui. Per tant, que avui hi hagi un demà no importa. El mateix raonament fet avui ens dirà que avui ell acabarà amb una pera i jo acabaré amb una pera; no hi ha penalització per comportar-se de manera egoista avui. Si jo avui li proporciono quatre peres a en Miquel, demà ell acabarà amb una pera i jo amb una altra, malgrat que m'hagi portat molt bé avui: per tant, jo no tinc cap incentiu per a portar-me bé avui. Tampoc no li puc prometre a en Miquel que si ell és altruista avui jo ho seré demà. No em creurà, i jo sé que no em creurà. A la fi serem els dos egoistes en els dos períodes (i, pel mateix raonament, a qualsevol nombre finit de repeticions). Hem de concloure, per tant, que per al dilema del presoner la repetició (un nombre finit de vegades) no ajuda a induir al comportament altruista en cap període.

## Un exemple més positiu

Ara us exposaré un altre exemple que indica que pot haver-hi situacions en què la repetició sí que ajuda, fins a cert punt, i que, per tant, tot no està perdut. Aquest tema és subtil i requereix una anàlisi una mica més formal. Considerem una matriu, dita *de pagaments*. Tenim dos jugadors, cadascun amb tres estratègies: A, B i C. Els dos nombres a cada casella indiquen els pagaments en el primer i el segon jugador quan el primer juga la fila i el segon, la columna (figura 1).

FIGURA 1.  
Matriu de pagaments

AMSTERDAM	ATENES	BARCELONA	BERLÍN
	A	B	C
A	4, 4	1, 3	-1, 5
B	3, 1	2, 2	1,5, 1
C	5, -1	1, 1,5	0, 0

Procediré a analitzar aquesta matriu i veurem que, en principi, la cooperació podria ser bona, i demostraré llavors que, si hi ha repetició (dues vegades), la cooperació és induïble en el primer període. Suposem primer que només es juga una vegada. Veiem llavors que només hi ha una situació estable, el que tècnicament s'anomena un *equilibri de Nash*, que és B-B. Si tots dos juguen A-A i, per tant, el primer jugador espera que el segon jugui A, llavors a ell li surt a compte jugar C, perquè obté 5 punts, no 4. Si el segon jugador juga A, el primer jugador no jugarà ni A ni B; per tant, les jugades A-A o B-A no poden ser estables. Bé, provem C-A: ara què passarà? S'obté 5 i -1 punts, i el primer jugador està satisfet, però què passa amb el segon? Si el segon jugador espera que el primer jugui C, ell jugarà B, perquè amb A acaba traient -1 punt, i si juga B treu 1,5 punts. O sigui que tampoc no serà estable que el primer jugador jugui C, i el segon jugui A o jugui C. Amb això tenim fora tota la primera columna. I així podem anar comprovant totes les caselles diferents de B-E. A B-B clarament ambdós estan satisfets: si esperen que l'altre jugui B, el millor per a cadascun és jugar B.

Ara bé, B-B no és el millor que podria passar; el millor seria que tots dos juguessin A, perquè en aquest cas tots dos s'endurien 4 punts. Però no ho fan, perquè els jugadors reconeixen que intentar jugar A no és estable, com passa amb el dilema del presoner. I acaben jugant B, un resultat dolent. I si considerem la situació repetida? Seria també com amb el dilema del presoner?

Doncs no. Ara us intentaré argumentar que aquí la repetició sí que ajuda. Suposem que repetim l'experiència dues vegades: avui i demà. Portar-se bé vol dir que en Miquel i jo juguem A avui. Tant en Miquel com jo formulem amenaces sobre la nostra conducta de demà, condicionada pel comportament d'avui. L'amenaça és «si ens hem comportat bé avui, demà jugaré B. Si no ens hem comportat bé avui, demà jugaré una estratègia de càstig, és a dir, C». Noteu que si aquestes amenaces van acompanyades d'una promesa de portar-se bé avui, llavors complir la promesa és el millor que es pot fer (jo no puc arribar a més de 5 si em desvio de A avui, mentre que jugant A



avui i B demà aconseguiré, atesa l'amenaça d'en Miquel i la seva promesa, un total de 6 punts). És a dir, el resultat final és A-A avui i B-B demà. El càstig, C-C, mai s'executa. L'existència del segon període ha permès establitzar (a diferència del cas del dilema del presoner) el comportament cooperatiu avui. Tenim una situació genuïna d'equilibri amb amenaces. Noteu que no podem esperar més. En particular, A-A demà no és realitzable, per la mateixa raó que no ho era quan només hi havia un període: el que realment es juga en el darrer període ha de ser estable (és a dir, un equilibri de Nash del joc no repetit).

## Una dificultat amb la credibilitat de les amenaces

Però fins i tot en aquest exemple, millor que el problema del presoner repetit, hi trobarem una dificultat, i així retrobarem alguns dels temes exposats abans en relació amb Schelling. Argumentaré que les amenaces incorporades a les estratègies que us he descrit no són creïbles. Per què? Permeteu-me exposar una petita història, que no és gaire precisa, ni gaire rigorosa, però que serveix. Ara jo sóc el jugador 1 i penso que l'altre jugador jugarà A, perquè és el que ha de jugar d'acord amb les estratègies que, explícitament o tàcitament, hem acordat (i que, com hem vist, són d'equilibri). Si jo juego A tindrè 4 punts, però sóc ambiciós i m'agradaria obtenir-ne més. I si em desviés, i jugués C, per obtenir 5 punts en el primer període? Això hauria de portar a C-C en el segon període i, per tant, a un resultat que, tot plegat, faria que la desviació no sortís a compte. Per què? Per una banda, puc pensar que si l'altre jugador observa que jo m'he desviat, que he trencat les cartes, llavors ell ha d'esperar que jo demà jugui C, que és allò implícitament acordat. I si ell espera que jo jugui C demà, a ell no li convé jugar C; en canvi, li surt a compte jugar B, perquè obté 1,5 punts en comptes de 0. Per tant, em dic, «ell no tirarà endavant aquesta amenaça, perquè una vegada situats a demà intuirà que jo faré C i, per tant, jugarà B per cobrir-se, i obtindrà 5 punts en total, i jo obtindrè 1,5 punts demà, que sumats als 5 avui fan 6,5, més que els 6 que podria obtenir fent bondat». O potser pensaré d'una altra manera (i això indica que no és ben bé rigorós el que estic fent) i em diré: «No, no, aquest contrincant no pensa tant, li estic atribuint massa clarividència. Demà jugarà C, que és el que li toca jugar si jo em desvio avui. Per tant, com que ell jugarà C demà jo jugaré B, no C, i obtindrè 1,5 punts en lloc de 0». Amb el primer argument us he suggerit que l'amenaça de l'altre no és creïble. Amb aquest, que la meva amenaça tampoc no ho és. Amb l'argument d'abans he dit que la C no és creïble, ara us estic dient que la meva amenaça tampoc no ho és. I que, per tant, hem de tenir poca confiança que la cooperació es pugui sostenir en el primer període. Quin és el problema? El problema, dins la conceptualització de la teoria de jocs, és que C-C, que és la represàlia, és una jugada que no està en equilibri; és a dir, per a un jugador, jugar C no és el millor que pot fer si l'altre també juga C. I per tant, si les amenaces no queden ben lligades d'aquesta manera, es debiliten com a tals amenaces i cauen en el problema de la manca de credibilitat i de les especulacions com la que us he exposat fa un moment. Tots aquests raonaments no els hauria pogut fer si C-C hagués estat en equilibri, perquè en aquest cas reconec que si faig C, ell ha de fer C, o si ell fa C, jo haig de fer C. Per tant, i per concloure, si aquest fos el cas, llavors la repetició ens obriria certament possibilitats per a l'estabilització de la cooperació mitjançant amenaces creïbles. Però no és el cas.

## I sempre hi ha un demà?

Tot això em porta a una darrera observació, ja força avançada, que consisteix a considerar la situació en què la repetició és infinita. La *repetició infinita* és un terme tècnic, però el que vol dir realment és que tenim una situació dinàmica, en què el present sempre té un demà. No hi ha cap punt final, sempre el que es fa avui pot condicionar el que succeirà demà. Per tant, dir que les repeticions són infinites és una manera de dir que el món no s'acaba. Veurem llavors que el tema de la credibilitat de les amenaces s'enriqueix considerablement.

Considereu altra vegada el dilema del presoner. Ja us he explicat que amb un nombre finit de repeticions no podem obtenir (com un fenomen d'equilibri) la cooperació en cap període. Però, si la repetició és infinita, la situació és diferent. Ara podríem jugar l'estratègia següent: en el primer període prenem l'acció altruista, i després continuem cooperant mentre l'oponent vulgui, o sigui, mentre tots anem cooperant (prenent l'acció altruista). I què passarà si en un moment determinat algú es desvia? Al cap i a la fi, l'incentiu momentani a desviar-se sempre hi és. Doncs bé, si en qualsevol període hi ha una desviació (algú pren l'acció egoista), a partir d'aquell moment, i ja per sempre, tots dos jugadors prendrem l'acció egoista. Aquestes estratègies tindran l'efecte d'estabilitzar el comportament cooperatiu. Cada jugador pot reconèixer que mai no li sortirà a compte desviar-se, perquè si es desvia en un període, guanya en aquest període, però perd per tot el futur (estrictament parlant, aquí cal suposar que tot el futur junt val més que el moment present). És per això que és important que sempre hi hagi un futur. Per tant, el que observaríem des de la perfecta no-cooperació seria la cooperació perfecta, sostinguda amb amenaces. A més a més, i aquest és l'element nou, aquestes són creïbles. Efectivament, si hi ha una desviació, el comportament egoista indicat per l'estratègia per als dos jugadors s'autoreforça. És un comportament que està mútuament en equilibri: tan bon punt jo sé que ell juga de manera egoista, el millor que jo puc fer és jugar també egoistament.

Hem vist, doncs, un exemple de com la cooperació pot sorgir de la no-cooperació en un context dinàmic en què el present sempre té un futur i on es fan servir estratègies dinàmiques creïbles. Aquest exemple és completament general: el comportament cooperatiu és induïble de manera creïble a qualsevol joc infinitament repetit. Aquest és un resultat de R. J. Aumann i també d'Ariel Rubinstein. Per Aumann, aquest només és el punt de partida. De fet, Aumann va centrar la seva atenció en les situacions, molt més subtils, en què la informació que tenen els diferents jugadors és imperfecta, de manera que cada jugador pot no saber el joc exacte que està jugant, i en les situacions en què pot haver-hi una cooperació de tipus parcial (dins subgrups de jugadors). Però el resultat final sempre té alguna variant de l'afirmació que, en situacions de complexitat molt diversa, si l'horitzó del joc no és tancat, llavors és possible mantenir la cooperació a partir de principis de no-cooperació.

En conclusió, podríem dir que podem cooperar jugant i per interès propi.

## Bibliografia

- AUMANN, R. J. (2000). *Collected papers*. Cambridge (Massachusetts): MIT Press.
- AXELROD, R. (1984). *The evolution of cooperation*. Nova York: Basic Books.
- KUHN, H. W. [ed.] (1997). *Classics in game theory*. Princeton (Nova Jersey). Princeton University Press. [Inclou articles de R. J. Aumann]
- SHELLING, T. C. (1960). *The strategy of conflict*. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press.
- (1978). *Micromotives and macrobehaviour*. Nova York: W. W. Norton.

## Webs

<http://www.nobelprize.org>

<http://www.ma.huji.ac.il/raumann>

<http://www.eumed.net/cursecon/juegos/index.htm>

<http://www.eumed.net/cursecon/economistas/nash.htm>

<http://www.eumed.net/cursecon/textos/2005/schelling-mm.htm>