

---

# TEORIA DELS JOCS:

---

## ECONOMIA I COMPETÈNCIA

---

Xavier Vives Torrents

La teoria dels jocs és una eina molt important per analitzar el comportament dels agents econòmics, per exemple, la competència de les empreses en el mercat.

Aquest és el primer d'un conjunt d'articles sobre les aplicacions de la teoria dels jocs a l'economia, que (ciència) publicarà successivament. El propòsit dels seus autors és difondre els resultats d'aquest camp de recerca amb motiu del congrés mundial de la Societat Economètrica, celebrat l'agost passat a Barcelona

El punt de partida de la teoria dels jocs, a pesar d'importantes aportacions anteriors que es remunten a Agustí Cournot, es pot fixar en el treball peoner de John von Neumann i Oskar Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, publicat en 1944. Aquesta obra produeix grans expectatives de revolucionar la teoria econòmica i, en particular, aquells aspectes que involucren l'anàlisi de situacions de conflicte. La teoria dels jocs se suposava que era l'eina essencial per posar en una base sòlida l'anàlisi del comportament estratègic dels agents econòmics.

Aquestes expectatives només es van realitzar parcialment i l'anunciada revolució no va tenir lloc, encara que es van fer aportacions importants a la teoria dels preus i del benestar en un mercat competitiu. Així i tot, a finals dels anys setanta, es revifa l'interès per la teoria dels jocs, sobretot en el vessant dels jocs no cooperatius, i es

progressa significativament en l'àrea dels jocs dinàmics i informació incompleta.

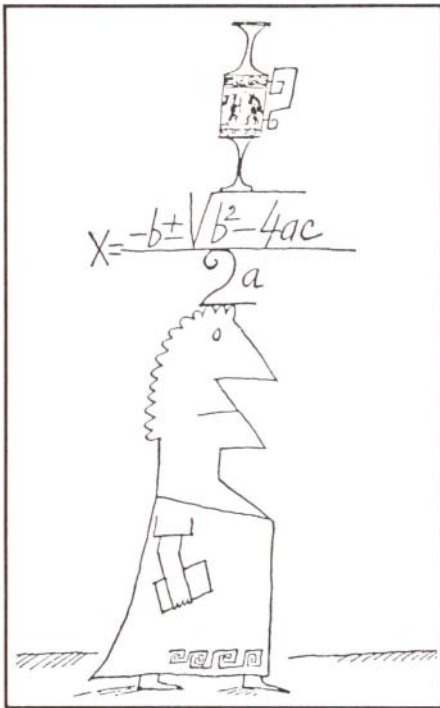
Aquest desenvolupament teòric té un impacte immediat en diverses disciplines econòmiques i en particular l'economia industrial i, una mica més tard, en altres camps tals com economia pública, comerç internacional, economia política, macroeconomia i finances.

### ESTRATÈGIA, TÀCTICA I JOCS NO COOPERATIUS

La competència entre grans empreses en un mercat, objecte primordial de l'anàlisi de l'economia industrial, proporciona un exemple clàssic d'una situació de conflicte en què els agents econòmics han de prendre decisions que s'assemblen a decisions d'estratègia i tàctica en el camp militar. L'objectiu no és destruir l'enemic, sinó incrementar els beneficis propis, potser a costa de la quota de mercat del

rival. Els instruments, les armes, són les variables de control de l'empresa: inversions en capacitat productiva i desenvolupament tecnològic, publicitat, producció, preus, etc. Alguns d'aquests instruments, com les inversions, corresponen a decisions estratègiques, ja que no són fàcilment reversibles a la curta. Uns altres, com els preus, corresponen a decisions tàctiques, ja que poden ser modificats amb facilitat.

El punt crucial és que en mercats concentrats, amb poques empreses, les decisions d'una empresa afectaran les altres ja que aquesta empresa té unes dimensions no negligibles en el context del mercat. Així, qualsevol empresa que faci una acció ha de pensar en la reacció que provocarà en els rivals. Una determinada actuació, que és òptima prenent com a dada l'estat del mercat, pot no ser-ho un cop es pren en consideració la reacció induïda en les empreses rivals. Una empresa ha de formar-se expecta-



Les matemàtiques van al mercat

tives sobre el comportament dels competidors per avaluar correctament els efectes de les seves accions en el mercat. Aquest complex entramat d'accions, reaccions, expectatives i prediccions és la matèria d'anàlisi de la teoria dels jocs.

S'hi val a distingir entre els jocs cooperatius, en què els jugadors poden arribar a acords vinculants que es compliran necessàriament amb la intervenció d'instàncies externes, com els tribunals o per la força, i els jocs no cooperatius, en què no hi ha cap institució externa que pugui fer complir els acords que hagin establert els agents.

L'exemple següent pot ajudar a aclarir la distinció. Quin és el marc adequat d'anàlisi del càrtel del petroli, OPEP? Certament, el context no cooperatiu, ja que no hi ha cap tribunal internacional que pugui fer complir un acord per mantenir preus de monopoli. Anàlogament, els acords de càrtel dintre d'un país en general són il·legals i, per tant, òbviament les empreses no poden recórrer a cap jutge si són violats. En tots aquests casos les empreses tindran incentius a comportar-se estratègicament i passar per alt l'acord de càrtel per poder incrementar els

beneficis. A causa d'això, aquests acords necessiten uns esquemes sofisticats de recompensa si es compleixen, i de penalització en el cas contrari.

En termes generals, la formació de preus en mercats oligopolístics és, com veurem, un camp natural d'aplicació de la teoria dels jocs no cooperatius. Aquesta teoria pretén obtenir prediccions raonables de com es desenvoluparà el joc analitzat, és a dir, de com es comportaran els agents econòmics, en aquest cas empreses competint en un mercat concentrat.

En aquest article abordarem alguns aspectes del comportament estratègic de les empreses amb l'instrumental proporcionat per la teoria dels jocs no cooperatius. Per a això en presentarem l'estructura bàsica i el concepte central de solució: *l'equilibri de Nash*. Un cop tinguem aquests instruments d'anàlisi, se'n farà una aplicació al problema de l'estabilitat dels càrtels.

La teoria dels jocs no cooperatius construeix un model formal de les situacions de conflicte entre agents econòmics. La formalització pressuposa que cada jugador intenta maximitzar independentment la seva funció de beneficis en

un context en què el resultat dependrà del que facin els altres jugadors. L'objecte d'anàlisi són situacions en què els beneficis de cada agent econòmic depenen de les accions preses per altres agents i on no es poden establir contractes entre els jugadors que es facin complir per tercers, com els tribunals, per exemple.

Els elements essencials del model són, per a cada jugador, l'espai d'estratègies possibles i la funció de beneficis en termes de les estratègies de tots els jugadors. Per exemple, en un mercat en què les empreses competeixen per mitjà de preus, l'espai estratègic de cada empresa és el conjunt de preus possibles i la funció de beneficis depèn del preu fixat per l'empresa i dels preus fixats per les empreses rivals. Una empresa que fixi el preu molt elevat per al seu producte tindrà una quota de mercat molt petita i beneficis baixos si les altres empreses fixen preus baixos.

## L'EQUILIBRI DE NASH

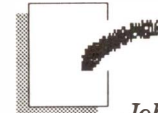
Se suposa que cada jugador intenta maximitzar la seva funció de beneficis elegint una estratègia apropiada i coneixent els espais estratègics i funcions de benefici dels altres jugadors, però sense saber quina estratègia concreta utilitzaran. Per consegüent, cada jugador ha de conjecturar l'estratègia utilitzada pels rivals. En una situació d'equilibri, les conjectures dels jugadors han de ser correctes i cap jugador no ha de tenir incentius a canviar d'estratègia prenent com a dades les estratègies dels rivals. Si aquestes dues condicions se satisfan, estem en un equilibri de Nash. Per exemple, si dues empreses produeixen el mateix producte a un determinat cost mitjà, constant i igual per a totes dues, i la competència és en preus, llavors l'únic equilibri de Nash consisteix en el fet que cada empresa fixi un preu igual al cost mitjà. Si una empresa fixés un preu superior, l'empresa rival fixaria un

preu just per sota i es quedaria amb tot el mercat, ja que el bé és homogeni i els consumidors prefereixen comprar a un preu més baix. Clarament, l'únic preu que és estable en el sentit que no indueix l'altra empresa a oferir una rebaixa i quedar-se amb tot el mercat és precisament  $\text{preu} = \text{cost mitjà}$ . En aquesta situació cap empresa no té incentius a canviar el preu. Aquest equilibri de Nash és, de fet, un clàssic en la teoria de l'oligopoli: és l'equilibri proposat per Bertrand (1883) en la seva famosa crítica a l'obra de Cournot (1838).

El concepte d'equilibri de Nash, desenvolupat per John Nash a principis dels anys cinquanta, i que com hem indicat té com a precursor la teoria clàssica de l'oligopoli de Cournot, és central en la teoria dels jocs no cooperatius i en les aplicacions en economia industrial; per això aprofundirem una mica més el significat i les implicacions que té.

La solució de Nash es pot interpretar com un requisit mínim o una condició necessària perquè qualsevol proposta de resolució d'un joc no cooperatiu sigui una predicció raonable del comportament racional dels jugadors en el marc d'una anàlisi d'equilibri. Si aquesta tesi és veritat -i restringim la nostra atenció a situacions d'equilibri on les conjetures dels jugadors no són falsificades per la realitat- n'hi ha prou de considerar els equilibris de Nash d'un joc determinat.

L'argument que sosté aquesta tesi és alhora simple i potent. Considerem un joc: si l'analista suggereix una solució que no és un equilibri de Nash, llavors hi ha algun jugador que té un incentiu a desviar-se'n; per tant, la solució proposada no és consistent en el sentit que si els jugadors pensen que és una descripció apropiada del joc, llavors algú no té un comportament racional perquè no està maximitzant beneficis. Si no insistim a fer una anàlisi d'equilibri, llavors existeixen altres possibilitats. Una d'aquestes és requerir



*John von Neumann (1903-1957), matemàtic hongarès nacionalitzat nord-americà. Coautor de Theory of Games and Economic Behavior, va fer també aportacions notables en els camps de la teoria de conjunts, l'àlgebra topològica, els ordinadors, etc.*

que les estratègies dels jugadors siguin "racionalitzables". Una estratègia, per a un jugador, és racionalitzable si existeix una avaluació subjectiva de les accions dels altres jugadors per a la qual l'estratègia en qüestió és una resposta òptima. Les estratègies utilitzades en un equilibri de Nash són òbviament racionalitzables, però en general n'hi ha moltes més. Un cop acceptat que el concepte d'equilibri de Nash és un requisit mínim de consistència per a tota solució proposada, encara s'ha d'explicar com els jugadors coordinen les seves conjetures entorn d'aquesta solució. Podem distingir dues situacions segons hi hagi o no comunicació entre els jugadors. Si n'hi ha, l'equilibri de Nash es realitza com un contracte o acord entre els jugadors. Aquest acord té la propietat que ningú no té cap incentiu a desviar-se del que s'ha pactat, ja que els altres participants seguiran l'acord.

En termes més gràfics, sortint de la sala on s'ha establert el pacte, no hi ha cap participant que tingui incentius individuals a fer trampa i deixar de banda l'acord. En aquest sentit, aquests acords són "autovinulants", perquè no cal cap estructura coercitiva per fer-los complir. Si no hi ha comunicació, l'equilibri de Nash es pot defensar com a l'única descripció consistent del desenvolupament del joc que un jugador racional pot prefigurar.

Per a això cada jugador ha de ficar-se a la pell dels altres jugadors i "veure" el joc des de la perspectiva d'ells. Aquesta no és solament la forma teòrica de predir el comportament dels agents, sinó també una recomanació pràctica en cas de conflictes.

L'anàlisi precedent és clara quan existeix un únic equilibri de Nash, però, ¿què passa, com és el cas sovint, quan coexisteixen una multiplicitat d'equilibris? Si els jugadors poden comunicar-se, el problema de coordinació és molt menor, però si no hi ha comunicació possible la situació no és pas tan fàcil. En aquest cas els jugadors hauran de fer servir informació que no estigui inclosa en la descripció formal del joc per coordinar-ne les expectatives en un equilibri determinat. Aquesta és la base de la teoria dels punts focals de Thomas Schelling on les característiques de prominència d'algun equilibri, les experiències passades o el bagatge cultural dels jocs poden servir de mecanisme de coordinació a falta d'un àrbitre que imposi una solució. Un exemple que no està relacionat amb l'economia il·lustrarà el problema de coordinació i la possible solució: dues persones han de trobar-se a París l'1 d'octubre de 1990, però no es poden comunicar i no saben on ni quan. On aniria vostè i a quina hora? Un bon percentatge de gent anirà a la Torre Eiffel a les dotze

del migdia. Per què? Perquè és un punt focal.

## PER QUÈ SÓN ESTABLES ELS CÀRTELS?

El "problema de l'oligopoli" (la determinació dels preus en una situació en què les empreses no poden passar per alt l'impacte de les seves accions en els resultats del mercat) ha estat, i potser encara és, un dels esculls més importants que l'anàlisi de la competència en economia industrial ha hagut d'afrontar. El treball pioner de Cournot, junt amb la crítica de Bertrand, constitueixen el punt de partida obligat per a tota anàlisi de la qüestió. Hem vist com aquestes solucions clàssiques al problema de l'oligopoli no són sinó equilibris de Nash, l'un amb quantitats i l'altre amb preus com a variables estratègiques. Ara bé, hi ha molts fenòmens de formació de preus, com el problema de l'estabilitat dels càrtels -agrupacions d'empreses que intenten mantenir preus en el mercat per sobre del nivell competitiu-, que no poden ser explicats amb els models, essencialment estàtics, de Cournot o Bertrand.

És ben sabut que els membres d'un càrtel tenen un incentiu a fer trampa: produir més que la quota prevista en l'acord i incrementar-ne els beneficis. Si aquesta fos l'única força en joc, els càrtels serien inherentment inestables. La realitat no sembla pas que sigui satisfactòriament amb aquesta anàlisi. L'evolució de l'OPEP n'és ben il·lustrativa. Aquest càrtel aconsegueix mantenir preus elevats durant bastants anys, i molts observadors el consideren un dels acords de fixació de preus més bons de tota la història.

Ara, l'existència de productors fora de l'OPEP, principalment Mèxic i el Regne Unit, i d'alguns membres mateixos del càrtel que no respecten els límits de producció establerts junt amb la reducció de la demanda per raons estructu-

rals (el procés d'estalvi energètic i de substitució de petroli desencadenat per l'elevació dels preus del petroli cru dels anys setanta) i conjunturals (la recessió econòmica) fan que els preus tendixin a la baixa.

## EQUILIBRIS MÚLTIPLES

Havent-hi països fora de l'OPEP que deterioren la demanda i incrementen la producció, la quota de mercat del càrtel es redueix pràcticament a la meitat. La producció baixa des de 30 milions de barrils per dia (mb/d) en 1979 fins a 16 mb/d en 1985. Durant aquest període, els països que podríem dir que formen el centre del càrtel,



*Cartell de convocatòria del 6è congrés mundial de la Societat Economètrica. La celebració del congrés de Barcelona representa, de fet, reconèixer les aportacions dels economistes catalans en aquest camp.*

6th World Congress of the Econometric Society

BARCELONA

22 TH - 28 TH AUGUST 1990

Program Committee

Chairman:

- Christopher A. Sims  
University of Minnesota,  
U.S.A.
- Jean Jacques Laffont  
Université des Sciences  
Sociales,  
Toulouse, France

Local Organizing Committee

- Salvador Barberà, Chairman
- Joan M. Esteban
- Xavier Vives
- Xavier Martínez
- Manuel Santos
- Ramon Càmila
- Teresa Garcia-Mia
- J. L. Raymond

Universitat Autònoma de Barcelona

For information and registration contact:

**6th W.C.E.S. Congress**  
**Secretariat:**

**OTAC S.A.**  
Sepulveda, 45-47  
08015 Barcelona  
SPAIN  
Fax: 34-3-325 27 08  
Tel: 34-3-325 25 46

-Barcelona - specially created by the artist PERICO PASTOR for this Congress. Poster design: PATRICK

l'Aràbia Saudita i els Emirats, miren de mantenir la disciplina i absorbeixen, reduint les seves quotes, els excessos d'altres productors. L'Aràbia Saudita disminueix la producció des de 10 mb/d en 1981 fins a 3 mb/d en 1985. Però en 1986 l'Aràbia Saudita decideix inundar el mercat incrementant la seva producció substancialment. El preu baixa espectacularment des dels 27 dòlars per barril (\$/b) fins a un mínim de 7 \$/b en el mes de juliol, i es recupera a finals de l'any cap als 16 \$/b. Vegem com la teoria dels jocs ens pot ajudar a entendre aquests fenòmens.

Els incentius dels membres d'un càrtel a produir més que la quota que tenen assignada es manifesten clarament en el model de Cournot. Suposem que empreses idèntiques competeixen en un mercat d'un producte homogeni. Les variables estratègiques són les quantitats de producció. Si el mercat solament dura un període, llavors l'únic acord estable és l'equilibri de Cournot. És a dir, si les empreses miren d'arribar a un pacte per mantenir un determinat preu en el mercat, l'únic acord en què cap empresa no tindrà un incentiu a desviar-se'n és la solució de Cournot.

Qualsevol altre, en particular l'acord de càrtel que mira de mantenir el preu de monopoli, no serà estable. En aquesta situació, cada empresa té un incentiu a rebaixar el preu i produir més prenent com a dada que les altres empreses produeixen d'acord amb la quota de càrtel. L'empresa que se'n desvia s'aprofita que les altres empreses restringeixen la producció pagant el cost de mantenir el preu a un nivell elevat. Però, en realitat, la competència es repeteix durant molts períodes.

En aquest cas hi ha estratègies de producció que fan l'acord de càrtel estable si les empreses no descompten massa el futur. És a dir, si les empreses no són gaire impacients. La intuïció bàsica és molt senzilla: si les empreses tenen un horitzó llarg, llavors la cooperació pot mantenir-se amenaçant de

castigar els que es desviïn de l'acord. Aquestes amenaces de càstig disciplinen el comportament de les empreses ja que el pes del futur és important. Vegem com funciona l'esquema. Les estratègies que sostenen l'acord de càrtel són les següents: cada empresa coopera en el primer període i en tots els següents si ara com ara tothom ha cooperat; si algú se n'ha desviat en el període  $t$ , llavors a partir del període  $t+1$  totes les empreses produeixen d'acord amb la solució no cooperativa de Cournot, que dóna beneficis per a cada empresa inferiors als de monopoli. Considerem ara la decisió d'una empresa en qualsevol període ja que les altres segueixen les estratègies indicades.

### ■ L'OPEP és un dels acords de fixació de preus més bons de tota la història

Si l'empresa coopera, obté la part corresponent dels beneficis descomptats de monopoli. Si fa trampa i produeix més que la quota assignada obté més en el període present, però després les estratègies de càstig s'instrumenten i obté els beneficis associats a la solució de Cournot indefinidament. Per consegüent, l'empresa cooperarà si la taxa de descompte és prou petita perquè el càstig per la desviació pesi més que el profit que en tregui a la curta. Les estratègies proposades mantenen, doncs, l'acord de càrtel per a taxes de descompte petites i formen un equilibri de Nash del joc repetit.

Naturalment, per analitzar el comportament del mercat del pe-

troli hauríem de tenir en compte les especificitats pròpies d'aquest sector, tals com el fet que el petroli és un recurs no renovable, la importància de asimetries entre països respecte a les reserves i capacitats de producció, la diferenciació del producte segons les qualitats distintes del petroli cru, el problema de la incertesa respecte a la demanda, factors polítics i la dinàmica pròpia dels països que no formen part del càrtel.

Encara que el model utilitzat en aquest article és massa simple per abraçar tots aquests factors, crec que és prou suggestiu per apuntar una hipòtesi de treball: l'Aràbia Saudita ha fet servir, almenys durant un cert període, una estratègia de càstig per disciplinar els membres rebecs del càrtel i també els productors externs, tals com Mèxic i el Regne Unit, que es beneficiaven dels preus alts mantinguts sense sufragar els costos necessaris per sostenir el càrtel, a saber: no sobrepassar una determinada quota de producció. ■

#### Xavier Vives Torrents

és doctor en Economia per la Universitat de Califòrnia (UC Berkeley), professor d'investigació de l'Institut d'Anàlisi Econòmica del CSIC des de 1987 i, entre altres càrrecs, assessor científic de la National Science Foundation (EUA). Ha estat *assistant professor* de la Universitat de Pennsylvania (EUA). És editor del llibre *Concentració empresarial y competitividad: España en la CE* (Ariel), i va rebre en 1988 el premi Rey Don Juan Carlos I per a investigadors joves.

*La sèrie que avui presentem és la versió catalana dels articles que el suplement científic de La Vanguardia ha anat publicant a partir del núm. 27.*