

Informazione e selezione: Fudenberg-Tirole versus Nelson-Winter in laboratorio

di Luigi Luini

1. Introduzione

In questo lavoro si procede ad un confronto tra l'approccio di Fudenberg e Tirole [1986] che può essere definito darwiniano e quello di Nelson e Winter [1976, 1978 e 1982] che può essere definito lamarckiano¹ con lo scopo di identificare il ruolo che la selezione «naturale» svolge nello scegliere le imprese più adatte.

Precedenti versioni di questo scritto sono state presentate alla «Economic Science Association Mini-Conference», Southern Economic Association 1995 Meeting, New Orleans, LA, 18-20 Novembre 1995 ed al IV Incontro Annuale di Economia Sperimentale, Napoli, 15-16 marzo 1996. L'autore ringrazia il referee per gli utili commenti.

¹ La differenza tra la teoria di J.B. Lamarck (1774-1829) e quella di C.R. Darwin (1809-1882) può essere spiegata attraverso l'elementare esempio della giraffa. Secondo Lamarck l'antenato della giraffa presentava un collo corto, ma per raggiungere le foglie più alte dell'albero, la giraffa trasformò il proprio collo sempre più lungo sotto una spinta interna e naturale. Secondo Darwin il gruppo originario delle giraffe presentava delle differenze nella lunghezza del collo (le singole giraffe avevano colli di lunghezza diversa). La «selezione naturale» favorisce le giraffe con il collo più lungo, cioè quelle che possono più facilmente raggiungere le più alte foglie degli alberi. In tal modo il carattere favorito passa alla generazione successiva. Dopo molte generazioni il gruppo delle giraffe continua a mostrare delle differenze nella lunghezza del collo, ma in media ogni giraffa ha un collo più lungo. In relazione alla applicabilità dei modelli «naturalisti» nelle scienze «sociali» Keynes scrive: «Poiché il fine vitale è quello di raccogliere le foglie dai rami situati ad altezza più elevata, il modo più efficace per raggiungere questo scopo è quello di lasciare che le giraffe dal collo più alto facciano morire di fame quelle dal collo più corto [...] Pertanto se lasciamo le giraffe a se stesse: 1) il maggior numero di foglie verrà raccolto poiché le giraffe con il collo più lungo riusciranno, a forza di far morire le altre, a raggiungere le foglie più alte; 2) ciascuna giraffa sceglierà tra le foglie alla propria portata l'uso più succulento; e 3) le giraffe il cui desiderio per una determinata foglia è maggiore allungheranno il collo per raggiungerla. In tal modo sia il maggior numero di foglie che quelle più gustose verranno inghiottite, e ciascuna foglia raggiungerà la gola che merita il maggior sforzo» [Keynes 1926, 283]. «Le innovazioni di Darwin demolivano i fondamenti della credenza (e la sua teoria sembrò spiegare tutto in base al Caso, al Caos, e al Buon tempo andato [...]). Il principio della sopravvivenza dei più adatti potrebbe essere visto come una vasta generalizzazione dell'economia ricardiana» [ibidem, 276] Attraverso il metodo della prova e dell'errore la

Come preambolo va messo in luce il diverso ruolo svolto dall'informazione nei due approcci. Secondo i darwiniani l'informazione può essere considerata conoscenza anticipata (*fore-knowledge*): in tal modo – in condizioni di duopolio e per una data struttura informativa – un agente possiede un vantaggio informativo rispetto ad un altro. Se si modella l'agente avvantaggiato secondo i canoni del comportamento «strategico», basati fondamentalmente sugli assiomi della razionalità strumentale², l'iniziale asimmetria può essere conservata. Secondo i lamarckiani l'informazione può essere «produzione di nuova» conoscenza. La struttura informativa non è data per l'intero sistema economico e la relazione asimmetrica è il risultato del processo competitivo tra agenti. Il sistema economico è solo modificato da una «mutazione» nella struttura informativa, come essa risulta dal comportamento di un agente in base alla razionalità cognitiva.

Viene perciò discussa la modalità di riproduzione «in laboratorio» delle due teorie competitive.

In condizioni sperimentali è impossibile rappresentare il processo darwiniano come un «classico» duopolio con comportamenti di apprendimento da parte di ambedue le imprese (a causa dell'instabilità delle reciproche variazioni congetturali per adattare le funzioni di reazione: cosicché i duopolisti non possono essere «cournotiani» [in proposito si veda Simon, Puig e Aschoff 1973]). Invece in un ambiente sperimentale è possibile controllare se e quando si realizza uno dei casi darwiniani e cioè: 1) se e quando si realizza troppa concorrenza (con l'uscita precoce di una delle due imprese); 2) se e quando si realizza troppa poca concorrenza (senza l'uscita di alcuna impresa). In ambedue i casi si generano delle inefficienze, la cui relativa entità può essere investigata.

Il processo lamarckiano può essere riprodotto in laboratorio per configurare una concorrenza tecnologica [vedi Isaac e Reynolds 1992]. L'esperimento mostra così l'interazione tra due imprese nel seleziona-

battaglia per la sopravvivenza seleziona il produttore più efficiente attraverso il fallimento del meno efficiente (il quale avvia il proprio capitale o il proprio lavoro nella direzione errata). Non viene computato il costo della battaglia, ma si guardano soltanto i benefici del risultato finale che si assumono come permanenti. Attraverso il metodo della prova e dell'errore il consumatore scoprirà ciò che desidera di più (*The End of Laissez-faire*, pp. 282-283: queste parti non sono state incluse nei suoi *Essays on Persuasion*).

² Si segue qui la distinzione tra razionalità strumentale e razionalità cognitiva introdotta da Walliser [1989]: con la prima (strumentale) l'autore intende la consistenza tra «mezzi disponibili e fini perseguiti», con la seconda (cognitiva) la coerenza tra «convincimenti correnti ed informazione ottenuta».

re diverse tecnologie. Sotto quali condizioni risulterà o una sola tecnologia (in genere non ottimizzante) o alternativamente più d'una viene messo in relazione al comportamento di apprendimento.

Essendo il processo di selezione naturale per ambedue le teorie intrinsecamente instabile, viene confrontato il differente ruolo giocato dalle variabili fondamentali nei due diversi modelli.

Questo scritto si articola così: nel paragrafo 2 si passano in rassegna i lavori sperimentali connessi ai processi di selezione di mercato in duopolio. Il paragrafo 3 è dedicato alla presentazione di una forma «sperimentale ridotta» dei modelli darwiniani e lamarckiani. Il paragrafo 4 descrive il progetto per l'esperimento. I dati desunti da dodici esperimenti vengono discussi nel paragrafo 5. Il paragrafo 6 presenta i commenti di chiusura e discute dell'utilità dell'esperimento al fine di spiegare perché e come la differenza tra le due teorie vada oltre le analogie biologiche in economia.

2. Retroterra sulla concorrenza duopolistica

Nei primi pionieristici lavori sperimentali sull'oligopolio [Siegel e Fouraker 1960; Fouraker e Siegel 1963] la domanda veniva assunta come nota da parte dei soggetti. Agli agenti era chiesto di fissare i prezzi sotto due tipologie diverse di situazioni informative: in un primo caso essi conoscevano i profitti dell'altro agente, mentre in un secondo caso non ne erano a conoscenza. In quest'ultima situazione veniva con maggiore frequenza ottenuta una soluzione alla Bertrand.

Qualora si introduca un vincolo alla capacità produttiva sotto la condizione di costo marginale costante (e per un prodotto omogeneo), la competizione tra imprese assume la forma di concorrenza alla Bertrand-Edgeworth; in tal caso, come è noto, non esiste alcuna strategia «pura» rispetto al prezzo. Kruse, Rassenti, Reynolds e Smith [1994] hanno indagato, in condizioni di laboratorio, la capacità predittiva delle quattro possibili soluzioni con strategia «mista» rispetto al prezzo. Esse sono: 1) equilibrio concorrenziale; 2) prezzi ciclici alla Edgeworth; 3) equilibrio (di prezzo) di Nash e 4) collusione tacita. Sfortunatamente «nessuna di queste teorie è del tutto consistente con i dati sperimentali» [Kruse *et al.* 1994, 365], anche se, tuttavia, il prezzo medio di vendita decresce nel tempo, esso non tende a convergere sino all'equilibrio concorrenziale.

Se si suppone invece che la domanda non sia nota agli agenti, occorre introdurre regole di contrattazione e di scambio (la cui note-

vole rilevanza è stata messa in luce da Plott [1982]). Nell'esperimento che si presenta si è deciso di far uso di una scheda di domanda generata endogenamente e riprodotta inerzialmente dal comportamento degli agenti in modo tale che la decisione passata circa il prezzo influenza parzialmente la quantità assegnata nel tempo successivo (secondo la modalità funzionale descritta nel paragrafo 3).

Sino a tempi relativamente recenti non è stata dedicata grande attenzione – nei mercati sperimentali – alle asimmetrie duopolistiche: in proposito si veda il contributo di Mason, Phillips e Nowell [1992] i quali affermano esplicitamente che «i mercati nei quali le imprese presentano costi diversi o funzione di domanda diversa è probabile che generino meno collusione dei mercati nei quali le funzioni di costo o di domanda sono molto simili» (p. 669). Nel caso dell'esperimento darwiniano è stata introdotta una situazione iniziale di costi differenti tra i duopolisti (al fine di riprendere l'assunzione base presente nel modello di Fudenberg e Tirole [1986]), mentre nell'esperimento lamarckiano è stata utilizzata una situazione «iniziale» di uguali costi (come esplicitamente richiesto dal modello di Nelson e Winter [1982]).

In relazione alla lunghezza dell'esperimento, ed alla possibilità di apprendimento relativa a prezzi e profitti, l'esperimento lamarckiano – in cui minore è il numero delle variabili comparativamente all'esperimento darwiniano – si presenta come il più adatto per l'osservazione dei fenomeni descritti da Benson e Faminow [1988]. Un primo risultato interessante è quello relativo *al* livello del prezzo. La varietà di risultati (persino in condizioni di domanda in cui operano sul mercato soltanto agenti artificiali) suggerisce che un determinato livello teorico dei prezzi dipende da un numero elevato di condizioni, variabili: 1) quota di mercato iniziale, 2) funzioni di costo relative. Tali risultati finiscono col privare la teoria del duopolio di molti caratteri di generalità. Tale considerazione suggerisce così di operare un arretramento a un più modesto procedere nella *comparazione* teorica e di limitarsi alla *direzione* dei cambiamenti che si ottengono quando si modificano le condizioni iniziali [vedi Simon, Puig e Anshoff 1973, 364]. Infatti se solo attraverso minimi cambiamenti nelle variabili non si assiste ad un solo livello di prezzo duopolistico, allora risulta di scarsa utilità affrontare il problema di Cournot [*ibidem*, 355]. Questi ultimi risultati sono molto simili a quelli ottenuti da Fellner [1960]: differenti strutture di mercato e differenti caratteristiche delle imprese causano inevitabilmente diversi equilibri di mercato perlopiù non spiegabili attraverso la tradizionale teoria del duopolio.

3. Modelli sperimentali darwiniani e lamarckiani

In questo paragrafo si presentano, in una forma sperimentale ridotta, la teoria darwiniana e quella lamarckiana.

Nell'adattare ambedue le teorie agli esperimenti si è adottata la seguente curva di domanda aggregata: si supponga che l'esperimento (da protrarsi per 15 periodi) inizi al tempo $t = 0$, alle imprese A e B si presentino le curve di domanda:

$$(1) \quad \begin{cases} x^0_A = D^0_A - p^0_A \\ x^0_B = D^0_A - p^0_A \end{cases}$$

mentre ai tempi $t = 1, \dots, 15$ si avrà:

$$(2) \quad \begin{aligned} D'_A &= D_A^{t-1} \pm (p_A^{t-1} - p_B^{t-1}) \\ &\quad + \text{se } p_A^{t-1} < p_B^{t-1} \\ &\quad - \text{se } p_A^{t-1} > p_B^{t-1} \\ D'_B &= D_B^{t-1} \pm (p_A^{t-1} - p_B^{t-1}) \\ &\quad + \text{se } p_B^{t-1} < p_A^{t-1} \\ &\quad - \text{se } p_B^{t-1} > p_A^{t-1} \end{aligned}$$

In tal modo con il passare del tempo la curva di domanda individuale (al tempo t) viene endogeneamente generata sia dalla curva di domanda individuale del tempo precedente ($t-1$), sia dalla differenza tra i due prezzi (sempre al tempo $t-1$). Questo trattamento della domanda in esperimenti di duopolio è stato introdotto da Keser [1992]: si suole definire tale domanda di tipo «inerziale».

L'esperimento su Fudenberg e Tirole è particolarmente adatto allo studio di asimmetrie originate non solo da differenza nei parametri (costi, curva di domanda individuale, ecc.) fra le due imprese, ma anche per analizzare le differenze tra l'entrata e l'uscita da un così consegnato mercato a due³.

Secondo Fudenberg e Tirole, se l'impresa A è la prima a lasciare

³ Riguardo al risultato finale, un monopolio naturale minacciato (all'entrata) può essere visto come un caso separato rispetto al potenziale monopolio naturale (con possibile uscita). Nel primo caso le variabili che determinano la (im)possibilità di bloccare l'entrata sono da tenersi separate dalle variabili che, nel secondo caso, determinano la (im)possibilità di costringere all'uscita. In condizioni di laboratorio ambedue possono

l'industria e ciò avviene al momento T (con: $0 < T < t$): a partire da T l'impresa B diverrà monopolista. In tal caso il valore dei profitti (in T) per le due imprese sarà rispettivamente dato da:

$$(3) \quad V_A = \sum_0^T (\Pi_D - c_A) + \sum_T^t \Theta_A$$

per l'impresa A e da:

$$(4) \quad V_B = \sum_0^T (\Pi_D - c_B) + \sum_T^t (\Pi_M - c_B)$$

per l'impresa B .

V_A e V_B mostrano con chiarezza che ciascun duopolista ha costi fissi più alti dei profitti di monopolio e perciò non rimarrà nell'industria oltre il tempo $t = 0$ indipendentemente dal comportamento dell'impresa rivale. Dall'altro lato ogni impresa con costi fissi più bassi dei profitti di duopolio rimarrà nell'industria. La variabile strategica per tutti i casi ricompresi tra questi estremi sarà perciò rappresentata dal costo-opportunità (o profitto alternativo).

Se si prende in esame il modello di Nelson e Winter, il processo di selezione di mercato può essere rappresentato nel modo seguente:

$$(5) \quad V_A = \sum_0^T (\Pi_D - (c_A - I_A)) + \sum_T^t \Theta_A$$

$$(6) \quad V_B = \sum_0^t (\Pi_D - (c_B + I_B)) + \sum_t^T (\Pi_M - c_B)$$

L'impresa A lascerà il mercato nel momento T e l'impresa B rimarrà monopolista sino alla fine dell'esperimento; c_i e I_i rappresentano rispettivamente il costo unitario ed il costo di ricerca e sviluppo (da qui R&S).

In tal modo si è costituito un comune terreno sul quale confrontare le due teorie competitive nella selezione all'uscita dal mercato.

essere trattate come costi-opportunità all'entrata (uscita): l'esperimento qui presentato si limita al solo caso di uscita.

4. Progetto sperimentale

Come si è visto, l'obiettivo è quello di confrontare le differenze nei processi di selezione dell'uscita.

Nell'esperimento darwiniano vi sono due imprese operanti sul mercato che offrono lo stesso prodotto omogeneo. Due sono le variabili decisionali per ciascuna impresa in ciascun periodo, ed esse sono esplicitate nelle equazioni (3) e (4): 1) la scelta di prezzo, oppure 2) l'uscita dal mercato.

Ogni impresa affronta una «domanda potenziale» che dipende dal(i) prezzo(i) in ogni fase formato(i)si nel modo descritto attraverso le equazioni (1) e (2).

Alle imprese non è consentito di fissare il prezzo al di sotto del costo unitario né nel lungo periodo (rendendo così impossibile il fallimento) né nel breve periodo (rendendo così impossibile una politica di sussidio intertemporale)⁴.

Poiché i costi di produzione sono rappresentati, per tutte le quindici fasi dell'esperimento, attraverso costi unitari costanti, essi sono inizialmente e permangono differenti tra le imprese, e così:

- l'impresa $A(B)$ è l'impresa a «basso costo»,
- l'impresa $B(A)$ è l'impresa ad «alto costo».

Le due imprese non conoscono l'una il costo dell'altra. Poiché uscendo dal mercato è possibile per ciascuna delle due imprese ottenere profitti positivi (i profitti «opportunità» θ ; non sono noti al concorrente), ciascuna delle due imprese può lasciare il mercato in qualsiasi momento per passare ad un mercato di «nicchia».

L'esperimento lamarckiano è largamente ispirato a quello di Isaac e Reynolds [1992], ma con i seguenti (rilevanti) cambiamenti. Mentre Isaac e Reynolds hanno condotto un esperimento «schumpeteriano» alternativamente con 1 oppure 4 agenti, nel caso in esame si è condotto un esperimento di duopolio⁵ introducendo le seguenti variazioni rispetto al disegno sperimentale di Isaac e Reynolds.

⁴ Nelle istruzioni ai soggetti viene spiegato che il prezzo rimarrà invariato per i periodi successivi all'uscita dal mercato dell'impresa concorrente.

⁵ Non si sono perciò potuti replicare i seguenti risultati ottenuti da Isaac e Reynolds: 1) l'investimento per ridurre i costi unitari è più elevato in concorrenza (con 4 imprese) che in monopolio (con 1 sola); 2) il prezzo segue la riduzione del costo marginale con più rapidità nel caso di concorrenza; 3) in generale se le variazioni dei profitti (misurati dalle riduzioni di costo) equivalgono i guadagni sociali (misurati dalle riduzioni di prezzo) si ha un sovrainvestimento; 4) una progressiva riduzione nell'appropriabilità (ad esempio attraverso una più rapida scadenza del brevetto) riduce progressivamente l'investimento causando così una situazione di sottoinvestimento.

La domanda inerziale come descritta per l'esperimento darwiniano è stata mantenuta al fine di avere un campo omogeneo di confronto tra i due modelli⁶.

Utilizzando un'urna di palline è possibile generare probabilità di innovazione facilmente esaminabili da parte degli individui partecipanti all'esperimento. Si è aggiunta a questa tipologia innovativa di Isaac e Reynolds la possibilità di imitazione, nel caso di estrazione di una pallina riportante un numero più basso del concorrente (sotto il vincolo che il concorrente avesse ottenuto un'innovazione nel periodo stesso oppure in quello immediatamente precedente). L'ammontare di investimento in R&S da parte di ciascun venditore è stato trattato come informazione privata, mentre il successo (o meno) di un'estrazione è stato trattato come informazione pubblica e per questo motivo nota prima di ogni successiva decisione di prezzo.

In tal modo i soggetti in ciascun periodo prendono decisioni secondo il seguente ordine:

1) di investimento in R&S (il cui ammontare costituisce informazione privata, ma il cui successo è informazione pubblica prima della decisione di prezzo);

2) di prezzo del bene (tutti i prezzi sono pubblici).

Va altresì ricordato che alle imprese non è consentito fissare prezzi al di sotto del costo.

5. Discussione

La discussione che segue va riferita ad un gruppo di esperimenti realizzati attraverso il metodo dell'asta in busta chiusa⁷.

In una prima fase si analizzano separatamente l'esperimento darwiniano e quello lamarckiano, per confrontarli poi successivamente.

Caso darwiniano

In generale non si è sperimentalmente osservato né un'uscita im-

⁶ Perciò non si è adottata una domanda alla Isaac e Reynolds: in tal modo anziché avere una quantità massima vendibile dichiarata da ogni duopolista, si è adottata una relazione diretta ed endogena tra prezzo e quantità.

⁷ Tali esperimenti sono stati realizzati presso l'Università di Siena nel novembre 1995 (fase esplorativa) e nel maggio 1996 (fase definitiva). Quest'ultima ha riguardato dodici coppie di soggetti. Le istruzioni, i questionari e un'analisi statistica dei dati più estesa sono disponibili a richiesta presso l'autore.

mediata, né un permanente duopolio come prescritto dal modello teorico di Fudenberg e Tirole.

La politica di prezzo da parte dell'impresa concorrente è stata utilizzata dai soggetti come il principale indicatore per il reciproco processo di apprendimento. Da questo punto di vista è estremamente rilevante il modo in cui ciascun soggetto ha percepito l'iniziale dichiarazione di prezzo da parte dell'altro soggetto. Questo risultato è correlato alla specifica funzione di domanda inerziale adottata per l'esperimento: infatti una domanda come quella descritta dalle equazioni (1) e (2) si presenta come estremamente sensibile sia alle condizioni iniziali, sia a possibili processi di segnalazione⁸. In particolare la domanda inerziale favorisce un processo di congetture e, per le imprese ad alto costo, di comportamento adattivo. Il puro fatto che un cambiamento di prezzo non trasmetta, dopo il primo periodo, completamente ed immediatamente la variazione sulla quantità – poiché tale variazione dipende anche dal differenziale di prezzo nella fase precedente – costituisce un buon «humus» per analizzare i processi di segnalazione reciproca.

Una considerazione rilevante è quella relativa alle congetture riguardo ai costi (sia quello diretto unitario che quello opportunità dell'altra impresa): tali congetture presentano una notevole rilevanza per la politica di prezzo (e per la scelta eventuale del momento di uscita). Ciascuna impresa ha di fronte un indicatore «diretto» dei propri profitti, comparabile con il proprio costo-opportunità (o profitto alternativo ottenibile uscendo dall'industria); ma ciascuna impresa ha a propria disposizione soltanto un indicatore «indiretto» dei profitti della concorrenza, rappresentato dagli introiti (non conoscendo né il costo unitario diretto né il costo-opportunità). In generale i soggetti dell'esperimento hanno utilizzato come primo punto di ancoraggio il confronto tra i propri profitti (restando nell'industria) e i propri profitti alternativi (uscendo dall'industria).

Il caso di un'uscita immediata come quella prevista da Fudenberg e Tirole, nel nostro esperimento si è realizzato soltanto quando si sono esogenamente introdotte simultaneamente le seguenti condizioni:

- una notevole differenza nei costi unitari (c_i);
- un costo-opportunità (profitto alternativo θ_i) significativamente alto per l'impresa che lascia il mercato.

A queste condizioni è corrisposta sin dall'inizio una politica ag-

⁸ Ciò ha consentito altresì di individuare diversi «tipi» di agenti a confronto. Ogni soggetto ha avuto modo di confrontarsi con tutti gli altri partecipanti all'esperimento.

gressiva di prezzo da parte dell'impresa a basso costo (con un primo prezzo molto vicino al costo unitario dell'impresa concorrente);

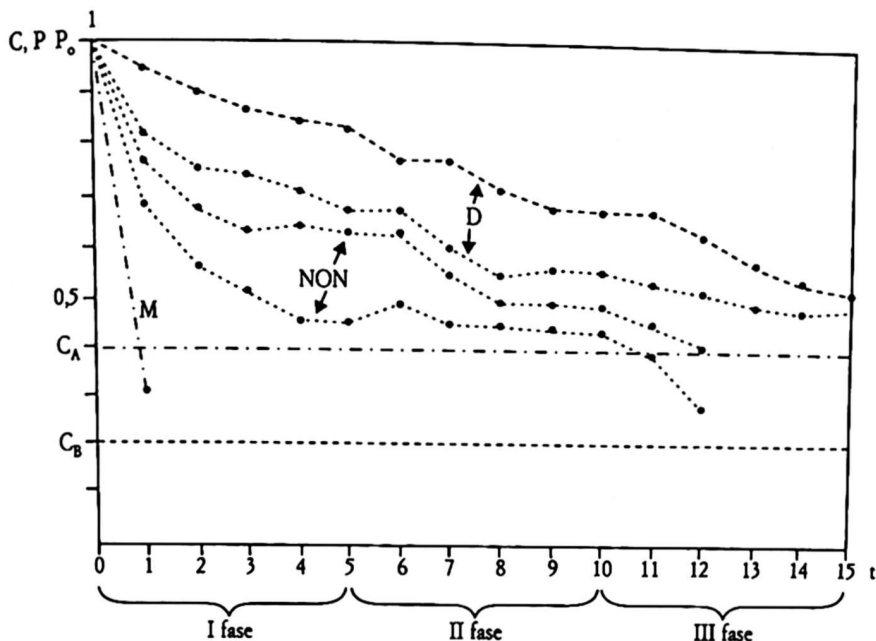
Quando invece la politica di prezzo adottata dalle due imprese nel corso dell'intero esperimento è stata tale che il prezzo si presentasse in modo sistematico più elevato del costo unitario, vi era per le imprese a più basso costo (ma con differenziale di costo non significativo rispetto all'impresa ad alto costo) una più ampia possibilità di consentire la continuazione di un mercato duopolistico per l'intera durata dell'esperimento, ottenendo in tal modo l'altro caso prescritto da Fudenberg e Tirole, quello di non uscita.

Nel modello originale di Fudenberg e Tirole si assume che con il passare del tempo ciascuna impresa abbia un atteggiamento sempre più pessimistico riguardo al costo dell'impresa concorrente e, simultaneamente, vi sia una probabilità positiva che il costo per ciascuna impresa sia sufficientemente basso da consentirle di rimanere per sempre nell'industria.

In tal modo un processo finito di selezione (o caso di nessuna uscita) si realizza «quando i profitti crescano rapidamente ed i profitti asintotici di duopolio superino il più alto tra i costi che consentano ad una sola delle imprese di essere monopolista» [Fudenberg e Tirole 1986, 943]. Un risultato analogo si è ottenuto sperimentalmente, e senza dover ricorrere alla condizione aggiuntiva di rendimenti crescenti richiesta da Fudenberg e Tirole, qualora: 1) il prezzo iniziale sia notevolmente più alto del costo unitario individuale; e 2) un adeguato processo di segnalazione reciproca consenta che non si origini una guerra di prezzo. Un risultato simile è stato ottenuto da Harstad, Martin e Norman [1998]: nelle condizioni particolari da loro presentate, il mercato oligopolistico favorisce un «comportamento consciamente parallelo» da parte delle imprese.

Dall'altro lato un processo continuo di selezione si ottiene quando per tutto l'esperimento rimangano abbastanza costanti sia i profitti di duopolio che quelli di monopolio e nel contempo la probabilità di uscita per una delle due imprese sia strettamente positiva. Mentre nel modello teorico l'impresa che esce dall'industria al tempo $t = \infty$ è quella il cui costo-opportunità eguaglia il valore limite dei profitti di duopolio, in un siffatto ambiente sperimentale tale risultato in generale non è stato ottenuto. Durante la replica in laboratorio di tali condizioni si è scoperto che il costo-opportunità (θ_i) atto a provocare l'uscita per l'impresa ad alto costo deve essere così alto che una politica di uscita dal mercato possa essere assimilata, da parte dei soggetti, ad una politica di non entrata.

Oltre ai casi «teorici» di Fudenberg e Tirole (l'uscita troppo pre-



Legenda:

M: uscita immediata in $t = 0,5$: monopolio

D: nessuna uscita in $t = 15$: duopolio

NON: uscite intermedie

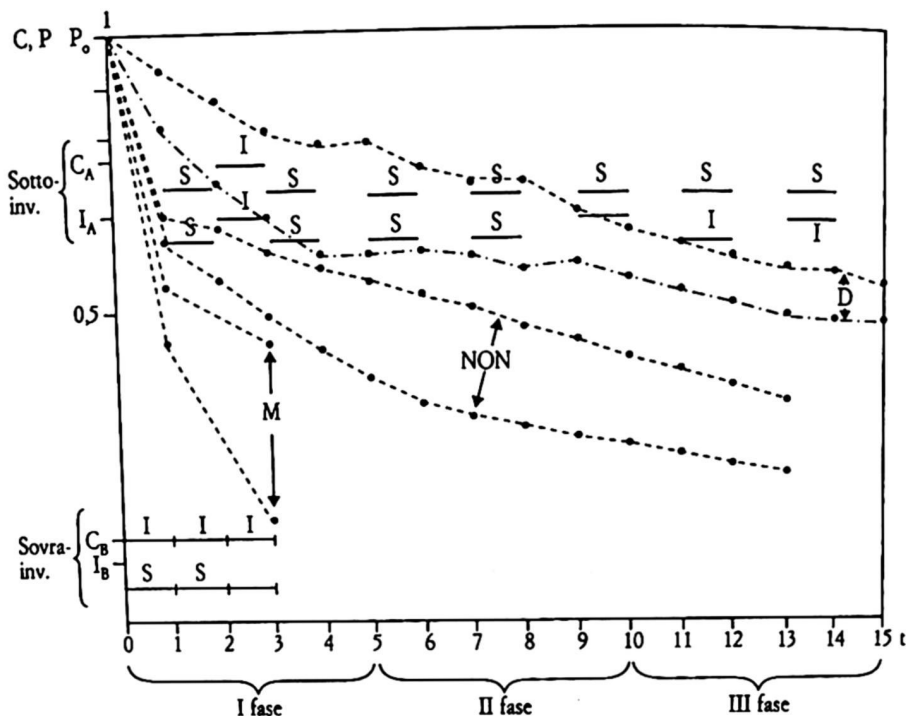
FIG. 1. Esperimento darwiniano.

coce e quella troppo in ritardo) descritti come casi generali, si sono osservati numerosi casi intermedi non contemplati nel modello originale. Essi sono in genere stati ottenuti quando le imprese non adottano una politica esplicita di primo prezzo (non percepibile né come aggressiva, né come accomodante), e quando il processo di segnalazione è nelle due prime fasi talmente rumoroso da non consentire la identificazione del «tipo» di avversario. La significatività di questi casi intermedi è rafforzata dalla loro frequenza relativamente superiore ai casi teorici (alla Fudenberg e Tirole).

Le tre tipologie darwiniane sopra individuate possono essere sinteticamente descritte dalla figura 1.

Caso lamarckiano

Poiché i costi unitari iniziali sono al tempo stesso identici e di pubblica conoscenza, essi non possono avere nel caso lamarckiano lo



Legenda:

M: uscita immediata in $t = 0,5$: monopolio

D: nessuna uscita in $t = 15$: duopolio

NON: uscite intermedie

FIG. 2. Esperimento lamarkiano.

stesso ruolo che si è osservato per il caso darwiniano nel determinare il momento di uscita per uno dei due agenti.

Si è così riconfermata la rilevanza, in un esperimento di tipo schumpeteriano, espresso dalla politica di investimento nel tempo da parte delle due imprese.

Il livello di concorrenza rispetto alla R&S è in relazione al costo assoluto ed al costo relativo: il costo assoluto è dato dal costo di ogni «unità» di ricerca (nell'esperimento l'estrazione dall'urna) e il costo relativo dalla proporzione, rispetto al costo totale, del costo in R&S.

Nel caso in cui sia i costi totali che quelli di ricerca siano ambedue bassi, si è osservata una politica di sovrainvestimento da parte delle imprese: se in corrispondenza ad essi si è realizzata una forte concorrenza di prezzo nei primi periodi, limitando così la possibilità di ottenere profitti nei periodi finali, si è registrato l'abbandono del

mercato da parte di una delle due imprese. Tale risultato si è presentato in modo rafforzato qualora l'impresa uscente abbia realizzato investimenti in R&S di scarso successo. Quando invece si sono introdotti significativi costi di R&S si è osservata una maggiore disponibilità al comportamento cooperativo qualora: per ambedue si realizzasse un investimento in R&S di successo o, nel caso di ineguale successo, la meno di successo tra le due imprese si comportasse adattivamente come seguitrice (tale risultato viene rafforzato nel caso di imitazione).

Infine se ad una costosa politica di R&S non è correlata una riduzione degli investimenti nei periodi successivi alla prima fase, si è osservato che numerosi soggetti, in caso di innovazione non realizzata, hanno abbandonato il mercato a seguito dei bassi profitti ottenuti.

Le tre tipologie lamarckiane sopra individuate possono essere sinteticamente descritte dalla figura 2.

Confronti tra il caso darwiniano ed il caso lamarckiano

Per confrontare i risultati dei due esperimenti occorre in primo luogo mettere in luce i due distinti possibili processi di apprendimento da parte dei soggetti, benché essi siano generati dalla stessa scheda di domanda. Tale funzione presenta la caratteristica fondamentale di domanda «inerziale»: in tal modo la politica di prezzo di oggi è correlata alla politica di prezzo di ieri: e così i processi di segnalazione e di apprendimento divengono di estremo rilievo.

Quando, come nel caso lamarckiano, il costo unitario iniziale è reciprocamente noto e la riduzione dei costi consentita dall'innovazione (e dall'imitazione) è pubblica, il principale strumento di segnalazione utilizzato dai soggetti è stato la politica di investimento.

In condizioni di concorrenza darwiniana, quando cioè i costi individuali siano fissi e di privata informazione, il prezzo è stato utilizzato dai soggetti in modo «diretto», come un segnale di comportamento da parte dell'altro (fosse esso cooperativo o competitivo).

Dalla comparazione emerge con chiarezza che la politica di primo prezzo è più rilevante nel caso darwiniano che in quello lamarckiano: ciò genera un maggior numero di passaggi dal duopolio al monopolio, in genere realizzati in un intervallo di tempo più breve. Questo dato sperimentale verifica la maggiore severità della concorrenza di tipo darwiniano.

Il caso in cui la concorrenza lamarckiana si approssima maggiormente alla concorrenza darwiniana lo si realizza quando da parte di ambedue le imprese schumpeteriane si abbia un comportamento fortemente avverso ad una politica di investimento in R&S.

Una situazione lamarckiana dall'altro lato, quando siano consistenti gli investimenti in R&S, tende a sviluppare un comportamento cooperativo. Questo risultato si presenta particolarmente rafforzato quando la prima fase comporti investimenti senza successo per ambedue le imprese.

6. Commento ai risultati

Per procedere ad un più analitico raffronto dei risultati occorre introdurre una distinzione all'interno dei quindici periodi dell'esperimento, separando così la fase iniziale ($1 \leq t \leq 5$), quella intermedia ($6 \leq t \leq 10$) e la finale ($11 \leq t \leq 15$). Tale partizione consente di semplificare l'individuazione dei processi di segnalazione e di apprendimento sviluppati da parte dei soggetti. Infatti se la segnalazione del comportamento avviene esplicitamente e con forza nella prima fase, diviene più semplice l'individuazione del «tipo» di concorrente che l'impresa si trova a fronteggiare. In generale quindi, quando nella prima fase si definiscono con chiarezza le politiche del competitore (in termini di prezzo per l'esperimento darwiniano e di investimento in R&S per l'esperimento lamarckiano) il processo di segnalazione è meno rumoroso e quello di apprendimento più netto e rapido. Naturalmente un risultato opposto si ottiene quando anche nella seconda fase le tipologie non emergano con chiarezza. Questo tema della segnalazione e dell'apprendimento, che nella fase progettuale dell'esperimento occupava un posto non fondamentale, si è presentato allo sperimentatore come un argomento di estremo rilievo. Esso richiederà un'ulteriore analisi e a tale scopo si renderà necessaria una progettazione *ex novo* di specifiche indagini.

7. Conclusioni

I due differenti esperimenti consentono di rafforzare e precisare l'intuizione secondo cui differenti strutture iniziali di mercato possono avere una notevole influenza sui risultati finali nei mercati duopolistici. I due modelli originali adattati per gli esperimenti hanno in laboratorio non solo riconfermato il diverso concetto di concorrenza che li distingue, ma hanno altresì consentito di fornire nuove indicazioni riguardo a come il processo di uscita dal mercato possa essere notevolmente differente quando la concorrenza sia concentrata sul prezzo con costo non noto (il caso darwiniano) rispetto a quando invece

venga introdotta la concorrenza tecnologica, con la necessaria appendice dei costi di investimento (il caso lamarckiano). Infine l'evidenza sperimentale ha mostrato come non tutte le possibilità incluse nei due modelli siano catturabili in laboratorio, dove invece si sono realizzati nuovi e diversi (da quelli previsti dalle teorie) casi di comportamenti duopolistici.

Riferimenti bibliografici

- Aghion, P., Espinoza, M.P. e Julien, B. (1990), *Dynamic Duopoly with Learning through Market Experimentation*, Mimeographed, University of North Carolina, May.
- Baiman, S. e O'Brien, J.R. (1990), *The Role of Action and Cost Type Information in Determining Equilibrium Behavior in Duopoly Markets*, Mimeographed, August.
- Benson, B.L. e Faminow, M.D. (1988), *The Impact of Experience on Prices and Profits in Experimental Duopoly Markets*, in «Journal of Economic Behavior and Organization», 9, pp. 345-365.
- Borelli, C. e Luini, L. (1994), *An Experiment on the Adoption of Technologies*, presentato al 1994 Economic Science Association Meeting, Tucson; rivisto (1995) e presentato a International Economic Association Meeting, XI World Congress, Tunis.
- Cyert, R.M. e Degroot, M.H. (1971), *Bayesian Analysis and Duopoly Theory*, in «Journal of Political Economy», 78, pp. 1168-1184.
- Elster, J. (1983), *Explaining Technical Change*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Fellner, W.J. (1960), *Competition among the Few*, New York, Alfred A. Knopf, seconda edizione.
- Fouraker, L.E. e Siegel, S. (1963), *Bargaining Behavior*, New York, McGraw-Hill.
- Friedman, J.W. (1967), *An Experimental Study of Cooperative Duopoly*, in «Econometrica», 35, 3-4, July-October, pp. 379-397.
- Fudenberg, D. e Tirole, J. (1985), *Preemption and Rent Equalization in the Adoption of New Technology*, in «Review of Economic Studies», LII, pp. 383-401.
- (1986), *A Theory of Exit in Duopoly*, in «Econometrica», 54, 4, pp. 943-960.
- Gilbert, R. e Newbery, D. (1982), *Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly*, in «American Economic Review», 72, pp. 514-526.
- (1984), *Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly: Comment*, in «American Economic Review», 74, pp. 238-242.
- Harstad, R.M., Martin, S. e Norman, H.T. (1998), *Intertemporal Pricing Schemes: Experimental Tests of Consciously Parallel Behavior in Oligopoly*, in

- L. Philips (a cura di), *Applied Industrial Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Hoggatt, A.C. (1967), *Measuring the Cooperativeness of Behavior in Quantity Variation Duopoly Games*, in «Behavioral Science», 12, March, pp. 109-121.
- (1969), *Response of Paid Subjects to Differential Behaviour of Robots in Bifurcated Duopoly Games*, in «Review of Economic Studies», 36, October, pp. 417-432.
- Hoggatt, A.C., Friedman, J.W. e Gill, S. (1976), *Price Signaling in Experimental Oligopoly*, in «American Economic Review», 66, 2, May, pp. 261-266.
- Holt, C.A. (1981), *Equilibrium Behavior in Oligopoly Experiments*, Mimeographed, presented at the Southern Economic Association Meetings.
- (1985), *An Experimental Test of the Consistent - Conjectures Hypothesis*, in «American Economic Review», 75, June, pp. 314-325.
- (1995), *Industrial Organization: A Survey of Laboratory Research*, in J. Kagel e A. Roth (a cura di), *Handbook of Experimental Economics*, Princeton, Princeton University Press.
- Hugg, J.W. (s.d.), *Significant Cooperative Behavior in a Duopoly Bargaining Experiment*, Stanford University, Mimeographed.
- Isaac, R.M. e Reynolds, S.S. (1992), *Schumpeterian Competition in Experimental Markets*, in «Journal of Economic Behavior and Organization», 17, pp. 59-100.
- Joyce, P. (1992), *Tâtonnement and Duopoly*, Michigan Technological University, Mimeographed, n.d. [prepared for Esa Meetings, October 24-25, 1992].
- Keynes, J.M. (1926), *The End of Laissez-Faire*, London, Hogarth Press.
- Keser, C. (1989), *International Duopoly Experiments and Simulations (IDEAS)*, West Germany.
- (1992), *Experimental Duopoly Market with Demand Inertia*, Berlin, Springer.
- Kruse, J.M., Rassenti, S., Reynolds, S.S. e Smith, V.L. (1994), *Bertrand-Edgeworth Competition in Experimental Markets*, in «Econometrica», 62 (2), pp. 343-371.
- Mason, C.F. e Phillips, O.R. (1991), *Bayesian Learning in a Two-Person Experimental Game*, Mimeographed, January.
- (1994), *Information and Cost Asymmetry in Experimental Duopoly Markets*, University of Wyoming, Mimeographed, June.
- Mason, C.F., Phillips, O.R. e Nowell, C. (1992), *Duopoly Behavior in Asymmetric Markets: An Experimental Evaluation*, in «Review of Economics and Statistics», 74, 4, November, pp. 662-670.
- Murphy, J.L. (1966), *Effects of the Threat of Losses on Duopoly Bargaining*, in «Quarterly Journal of Economics», 80, 2, pp. 296-313.
- Nelson, R. e Winter, S. (1978), *Forces Generating and Limiting Concentration under Schumpeterian Competition*, in «Bell Journal of Economics», 9, pp. 524-548.

- (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
- Nelson, R., Winter, S. e Schuette, H.L. (1976), *Technical Change in an Evolutionary Model*, in «Quarterly Journal of Economics», 90, pp. 90-118.
- Osborne, M.J. e Pitchik, C. (1984), *Price Competition in a Capacity-Constrained Duopoly*, Columbia University, Mimeographed, revised April.
- Plott, C.R. (1982), *Industrial Organization Theory and Experimental Economics*, in «Journal of Economic Literature», 20, December, pp. 1485-1527.
- (1989), *An Updated Review of Industrial Organization: Applications of Experimental Methods*, cap. 19, in R. Schmalensee e R.D. Willig (a cura di), *Handbook of Industrial Organization*, Barking, Elsevier Science, vol. 2, pp. 1009-1176.
- Sugiyama, A.B. e Elbaz, G. (1994), *Economies of Scale, Natural Monopoly and Imperfect Competition in an Experimental Market*, in «Social Science Working Paper 773», Pasadena (Calif.), California Institute of Technology, February.
- Sauermann, H. e Selten, R. (1960), *An Experiment in Oligopoly (Translation of «Ein Oligopolexperiment»)*, in L. von Bertalanffy e A. Rapoport (a cura di), *General Systems Yearbook of the Society for General Systems Research*, Ann Arbor (Mich.), Society for General Systems Research, vol. 5, pp. 85-114.
- Selten, R. (1978), *A Model of Oligopolistic Size Structure and Profitability*, in «Institute of Mathematical Economics Working Paper 55», Universität Bielefeld, September.
- (1990), *Bounded Rationality*, in «Journal of Institutional and Theoretical Economics», 146, pp. 649-658.
- Selten, R. e Berg, C.C. (1970), *Drei Experimentelle Oligopolspielserien mit Kontinuierlichem Zeitablauf*, in H. Sauermann (a cura di), *Beiträge zur Experimentellen Wirtschaftsforschung*, Tübingen, J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), vol. 2, cap. 7, pp. 162-221.
- Selten R., Mitzkewitz, M. e Uhlich, G.R. (1988), *Duopoly Strategies Programmed by Experienced Players*, in «Discussion Paper B-106», University of Bonn, December.
- Siegel, S. e Fouraker, L.E. (1960), *Bargaining and Group Decision Making: Experiments in Bilateral Monopoly*, New York, McGraw-Hill.
- Simon, J.L. e Puig, C.M. (s.d.), *Price in Triopoly Versus Duopoly: A Rich Enough Simulation*, Mimeographed.
- Simon, J.L., Puig, C.M. e Aschoff, J. (1973), *A Duopoly Simulation and Riker Theory: An End to Cournot*, in «The Review of Economic Studies», XL, 3, July, pp. 353-366.
- Stoecker, R. (1980), *Experimentelle Untersuchung des Entscheidungsverhaltens in Bertrand-Oligopol*, Pfeffer, Bielefeld.
- Tirole, J. (1982), *On the Possibility of Speculation Under Rational Expectations*, in «Econometrica».
- Veugelers, R. (1987), *The Role of Information in a Duopoly Setting: Some Expe-*

rimental Results, in «Onderzoeksrapport Nr. 8705», Leuven, Katholieke Universiteit, October.

Walliser, B. (1989), *Instrumental Rationality and Cognitive Rationality*, in «Theory and Decision», 27, pp. 7-36.