

Spillovers ed innovazione di prodotto: è sempre necessario sussidiare le imprese?

Carlo Capuano *
DISES - Università degli Studi di Napoli FEDERICO II

Abstract

Il presente articolo analizza l'impatto degli spillovers post innovazione sulle scelte d'investimento in R&D finalizzate allo sviluppo di nuovi prodotti. In un simile contesto gli spillovers permettono anche a chi non abbia innovato di imitare e di produrre il nuovo bene. Se ex post, cioè dopo la possibile innovazione, gli spillovers riducono il rischio di posizioni monopolistiche nei nuovi mercati, ex ante gli stessi spillovers, riducendo i rendimenti attesi degli investimenti in R&D, riducono l'incentivo privato ad innovare. Potremo osservare, quindi, scelte private d'investimento socialmente inefficienti e casi sia di underinvestment sia di overinvestment. In termini di policy, quando escludiamo accordi cooperativi, sussidiare ogni tipo di investimento privato in R&D può essere inefficiente. Risulta, invece, spesso ma non sempre, efficiente promuovere attraverso sussidi alle imprese forme strutturali di cooperazione quando, però, queste non possano già emergere spontaneamente. Si evince chiaramente come nel contesto descritto il rischio che i sussidi pubblici siano solo uno spreco di risorse pubbliche è non trascurabile.

JEL Code: H2, L1, L5

Keywords: innovazione, spillovers, cooperazione, RJV.

*Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche, Complesso Universitario di Monte S'Angelo, Via Cinthia, Napoli, tel. 081 675021, carlo.capuano@unina.it.

1 Introduzione

Oggetto della presente analisi è l'impatto degli spillovers di conoscenza post innovazione sulle scelte non cooperative d'investimento in R&D finalizzate all'innovazione di prodotto. In particolare, si vuole studiare il caso in cui imprese, appartenenti a settori caratterizzati da un significativo rischio di essere imitati o copiati, vogliono investire in R&D e introdurre un nuovo bene o servizio che soddisfi un bisogno ben determinato, non ancora soddisfatto da altro bene o servizio, la cui domanda può essere stimata prima dell'introduzione effettiva dell'innovazione. Quello descritto può essere il caso di imprese informatiche che competano per immettere sul mercato un nuovo software o un nuovo hardware: accertata l'efficacia del nuovo prodotto, in tempi relativamente brevi esiste il rischio non trascurabile che l'innovazione sia imitata da parte di un concorrente che, senza aver innovato, competerà nel nuovo mercato creatosi.¹

Gli spillovers di conoscenza post innovazione sono, quindi, forme di "fuoriuscita di informazioni" che permettono tramite processi per esempio di reverse engineering, di imitazione creativa o di spin-off, anche a imprese che non abbiano innovato di copiare l'innovazione e operare sul mercato. Nel caso ci siano più imprese quali potenziali investitori, gli spillovers possono essere misurati come la probabilità che quando una sola delle imprese abbia innovato anche una o più concorrenti imitando possano produrre e vendere un sostituto del nuovo bene. Al crescere del livello di spillovers, a parità di investimenti delle imprese, aumenta la probabilità che si osservi un oligopolio.

Se ex-post, cioè dopo la possibile innovazione, gli spillovers aumentano l'efficienza allocativa riducendo i casi di monopolio, ex-ante, cioè nella fase in cui le imprese decidono l'ammontare degli investimenti in R&D, gli stessi spillovers riducono l'incentivo privato ad innovare. Si crea, quindi, la necessità di un intervento pubblico che riduca i casi di scelte private d'investimento inefficienti in termini di welfare atteso.

L'articolo propone un'analisi teorica dell'efficacia dell'intervento pub-

¹Se è teoricamente ipotizzabile che la tutela del copyright assicuri un monopolio - almeno nel breve periodo - quando una sola impresa innovi, di fatto l'efficacia di tali normative varia a seconda del mercato geografico o del settore industriale considerato. Spesso a presunte violazioni del copyright seguono lunghi procedimenti giudiziari dall'esito a volte molto incerto. Se volessimo comunque tener conto di tali normative dovremmo reinterpretare il significato che diamo al parametro di spillovers internalizzando il livello di protezione effettivo del copyright: all'aumentare dell'efficacia di tale normativa si riduce la probabilità di poter imitare e commercializzare il nuovo prodotto quando ad innovare è solo una delle concorrenti.

blico sulle decisioni private di investire in R&D in un contesto molto simile a quello proposto da d'Aspremont e Jacquemin (1988). Il loro modello descrive il caso di innovazioni di processo deterministiche che portano ad una riduzione dei costi unitari sia delle imprese innovatrici sia delle concorrenti per la presenza proprio di spillovers di conoscenza. Come in presenza di esternalità positive sul lato dell'offerta², la spesa in R&D di un'impresa riduce in una certa proporzione anche i costi unitari delle concorrenti. Un simile approccio è condiviso e ripreso nei contributi di Griliches (1990), Kamien et al. (1992), Leahy e Neary (1997) o di Goyal e Moraga-Gonzalez (2001); questi ultimi, in particolare, estendono la loro analisi ai cosiddetti R&D networks. Tutti gli autori citati mettono in luce come a seguito di una non piena appropriabilità dei vantaggi del processo innovativo ci possa essere un minor incentivo privato ad innovare. Infatti, in presenza di prossimità spaziale i risultati degli investimenti in R&D possono "fuoriuscire" dai confini dell'impresa che investe ed avvantaggiare anche le sue concorrenti. In tali contesti una soluzione endogena può essere o ridurre il livello di investimento al crescere degli spillovers oppure quella di creare strutture cooperative di R&D che "internalizzino" gli spillovers. Quando, però, la cooperazione non emerga spontaneamente, può essere auspicabile in termini di welfare un intervento esogeno da parte dello Stato che sussidi le imprese affinché cooperino in R&D.

Sebbene l'analisi qui proposta si focalizzi sulle innovazioni di prodotto e non di processo, le nostre conclusioni risulteranno in linea con la letteratura sopra citata. Infatti, se da una parte all'aumentare del livello di spillovers aumenta la probabilità che un bene innovativo venga imitato, riducendo così i rendimenti attesi degli investimenti in R&D; dall'altra, a parità di livello d'investimento, aumenta la probabilità che le imprese operino in oligopolio riducendo il rischio di una perdita secca di monopolio. A causa, quindi, del diverso segno dell'impatto degli spillovers in termini di incentivi privati e pubblici ad innovare, il modello proposto evidenzierà quando le scelte private d'investimento siano socialmente inefficienti, generando in equilibrio casi sia di underinvestment sia di overinvestment.

L'analisi qui proposta confronterà come alternativi due scenari, non cooperazione *versus* RJV³, valutando l'effetto degli spillovers sui pos-

²Cfr. Fundenberg e Tirole (1983) e (1984).

³Abbiamo escluso per rendere più semplice l'analisi il caso in cui le imprese cooperino in R&D coordinando i livelli di investimenti, mantenendo linee di ricerca indipendenti, senza internalizzazione degli spillovers. Questo scenario, noto in letteratura come cartello in R&D, nel contesto analizzato garantisce alle imprese sempre

sibili equilibri, quale scenario sia preferibile per le imprese e quale sia, invece, preferibile in termini di welfare atteso.

Il fine ultimo sarà quello di proporre gli strumenti di policy che possano essere adottati dal governo per massimizzare il livello di welfare generato dall'interazione strategica tra le imprese nel particolare contesto descritto. Una delle principali conclusioni dell'analisi è che, in assenza di accordi cooperativi, sussidiare ogni tipo di investimento in R&D può essere inefficiente ed emerge come in alcuni contesti sia addirittura necessario non incentivare ma disincentivare l'investimento privato. Risulterà spesso, ma non sempre, efficiente promuovere forme strutturali di cooperazione, quali per esempio la costituzione di RJV, attraverso l'erogazione di sussidi alle imprese. Evidenzieremo, infatti, (a) casi in cui le imprese cooperano spontaneamente anche in assenza di sussidi; (b) casi in cui, anche se la cooperazione è efficiente in termini di welfare, le imprese cooperano solo in presenza di sussidi e, infine, (c) casi in cui le imprese non cooperano in assenza di sussidi e la cooperazione non è efficiente in termini di welfare. Solo nel caso (b) i sussidi sono necessari per aumentare l'efficienza delle scelte private d'investimento, mentre nei casi (a) e (c) gli stessi sussidi si configurerebbero come un ingiustificato spreco di risorse pubbliche.

Quando necessari, come nel caso (b), dimostreremo che il livello ottimo di sussidi risulterà decrescente rispetto al livello di spillovers. Infatti, all'aumentare del livello di spillovers aumenta l'incentivo privato a cooperare anche senza sussidi. La spiegazione è intuitiva e risiede nel fatto che al crescere degli spillovers e, quindi, della probabilità di essere imitati, si riduce l'incentivo privato ad innovare ma aumenta quello a cooperare, poiché proprio la cooperazione assicura l'internalizzazione degli spillovers ed evitando la duplicazione dei costi fissi, riduce l'onere che ogni impresa deve sopportare per poter innovare.

Il presente lavoro prosegue nel modo seguente. Nel paragrafo 2 saranno illustrate le ipotesi del modello duopolistico mentre nei paragrafi 3, 4 saranno presentati rispettivamente gli scenari non cooperativi e cooperativi. Le conclusioni saranno discusse nel paragrafo 5.

2 Il "model setting".

Partendo dal contesto stilizzato suggerito da Bellflamme e Peitz (2010)⁴ consideriamo il caso di $n = 2$ imprese, quali potenziali investitori in

profitti attesi inferiori a quelli che osserviamo negli altri due scenari proposti e risulta dominato per qualsiasi valore dei parametri. Il cartello in R&D risulta ultimo anche ordinando in termini di welfare atteso i tre possibili scenari.

⁴Pag. 490-492.

R&D, interessate alla realizzazione di un nuovo prodotto. Ogni impresa deve decidere se effettuare un investimento fisso $f > 0$ che permetta di innovare con probabilità pari a $\rho \in [0, 1]$. La probabilità di successo per ogni impresa è indipendente dal numero di investitori in competizione tra loro. Avremo l'immissione di almeno un nuovo prodotto nel mercato se almeno una delle due imprese riuscirà ad innovare. I prodotti innovativi non sono per definizione perfetti sostituti e nel caso almeno un'impresa innovi potremmo osservare sul mercato finale un duopolio.

Il gioco è a informazione completa e il timing è il seguente. Al tempo $t = 0$ le imprese decidono se cooperare, C o NC , stringendo accordi vincolanti nella definizione delle scelte d'investimento in R&D, o operare in modo non cooperativo. Nel caso ottimo all'unanimità per cooperare, $\{C, C\}$, costituiranno una research joint venture, RJV, finanzieranno congiuntamente un'unica linea di ricerca ripartendosi in modo simmetrico il costo f associato, internalizzeranno ogni spillovers e brevetteranno congiuntamente ogni innovazione. Poiché gli accordi sono vincolanti ed ipotizziamo che le imprese siano in grado di monitorarsi reciprocamente escludiamo per ipotesi comportamenti opportunistici.

Se, invece, al tempo $t = 0$ le imprese hanno deciso di non cooperare, al tempo $t = 1$ sceglieranno simultaneamente e in modo non cooperativo se investire o non investire, I o NI . A $t = 2$, conosciuto l'esito del processo innovativo e dei possibili spillovers, le imprese competeranno nella produzione e vendita dei nuovi beni, fissando i livelli di output q_1 e q_2 .

Il modello assume la presenza di spillovers di conoscenza post innovazione: nel caso di duopolio gli spillovers saranno misurati come la probabilità $\beta \in [0, 1]$ che quando una sola delle due imprese abbia innovato anche la concorrente imitando possa produrre e vendere un sostituto del nuovo bene.

Il gioco proposto può essere descritto come un gioco esteso che parte al tempo $t = 0$. Dalle decisioni di questo periodo hanno origine due sottogiochi, uno non cooperativo e l'altro cooperativo. L'equilibrio che cerchiamo è un equilibrio di Nash perfetto nei sottogiochi (SPNE). Proprio la perfezione nei sottogiochi impone che a $t = 2$, indipendentemente dalle decisioni prese a $t = 0$ e $t = 1$, l'impresa che si trovi ad essere l'unica a poter produrre il bene scelga la quantità di monopolio, mentre nel caso entrambe le imprese abbiano tale possibilità, innovando o copiando, l'equilibrio sarà quello di Nash del sottogioco di duopolio. Assumiamo imprese simmetriche e nel prosieguo indicheremo rispettivamente con $E\Pi_1(x_1, x_2)$ e $E\Pi_2(x_1, x_2)$ i profitti attesi delle imprese quando al tempo $t = 1$ decidono $x_1 \in \{I, NI\}$ e $x_2 \in \{I, NI\}$. Indicheremo, invece, con Π^M e con Π^D rispettivamente i profitti al tempo $t = 2$

	I	NI
I	$\rho(\rho + 2(1-\rho)\beta)\Pi^D + \rho(1-\rho)(1-\beta)\Pi^M - f;$ $\rho(\rho + 2(1-\rho)\beta)\Pi^D + \rho(1-\rho)(1-\beta)\Pi^M - f$	$\rho(\beta\Pi^D + (1-\beta)\Pi^M) - f;$ $\rho\beta\Pi^D$
NI	$\rho\beta\Pi^D;$ $\rho(\beta\Pi^D + (1-\beta)\Pi^M) - f$	0,0

Figure 1: Forma normale del sottogioco non cooperativo.

in monopolio e in duopolio⁵ al lordo dell'investimento in R&D. Poiché vogliamo estendere il nostro modello ad un contesto strutturale il più generale possibile l'unica ipotesi che faremo per caratterizzare le diverse forme di mercato è che in monopolio, al lordo dell'investimento in R&D si ottengano profitti per l'industria non inferiori a quelli in duopolio.^{6 7}

$$\Pi^M \geq 2\Pi^D \quad (1)$$

Per derivare i SPNE del gioco esteso, ci focalizzeremo prima sui SPNE del solo sottogioco non cooperativo per poi confrontare i suoi payoff con quelli associati al sottogioco cooperativo. La forma normale del sottogioco non cooperativo che ha origine al tempo $t = 1$ è rappresentata nella Figura 1.

3 Equilibri del sottogioco non cooperativo.

Il modello esclude la possibilità di scelte vincolanti al tempo $t = 1$ sui livelli di produzione decisi al tempo $t = 2$. In un simile contesto, utilizzando induzione a ritroso possiamo caratterizzare gli equilibri perfetti nei sottogiochi individuando le decisioni al tempo $t = 1$ dato che quelle

⁵Per semplicità abbiamo assunto per le imprese profitti lordi uguali nel caso di duopolio. Rimuovere tale ipotesi, apparentemente restrittiva, modifica in realtà esclusivamente i valori soglia dei parametri che caratterizzeranno i diversi SPNE del gioco ma non la numerosità e la tipologia degli stessi SPNE.

⁶L'ipotesi, anche se possa apparire piuttosto stringente, è verificata per le specificazioni più comuni utilizzate per analizzare le interazioni oligopolistiche e le decisioni d'investimento in R&D. Vale, per esempio, nel caso di modelli lineari.

⁷Nel caso le imprese già competano nella produzione di un bene che subirà la concorrenza del nuovo prodotto, possiamo considerare i livelli di profitti Π^M e Π^D come la variazione di profitti quando solo una o entrambe le imprese innovano rispetto al caso in cui nessuno innovi.

giocate al tempo $t = 2$ sono indipendenti dalla storia che ha portato a giocare quei sottogiochi.⁸ Lo stesso vale in termini di profitti al tempo $t = 2$, non considerando cioè i costi d'investimento in R&D decisi al tempo $t = 1$, i quali potranno essere nulli se nessuna impresa innova, oppure positivi e di monopolio o di duopolio nel caso almeno un'impresa abbia innovato.

3.1 Incentivo privato ad investire in R&D.

Per la definizione degli equilibri del sottogioco non cooperativo utilizziamo la nozione di "incentivo privato ad innovare" definito come quel livello soglia del costo f che, data la strategia attribuite alla concorrente in equilibrio, rende l'impresa indifferente tra investire e non investire. In questo modo, utilizzando la stessa definizione di equilibrio di Nash, vogliamo misurare la perdita che riceverebbe l'impresa nel caso decidesse di deviare unilateralmente da quello che si candida ad essere un SPNE del sottogioco non cooperativo.

Definition 1 *Indichiamo con f_1 l'incentivo privato di un impresa a investire in R&D quando la concorrente abbia deciso di non farlo. Nel nostro contesto è pari al livello massimo del costo f per cui, date le scelte di massimizzazione dei profitti al tempo $t = 2$, i profitti attesi calcolati al tempo $t = 1$ nel caso solo l'impresa investa siano non negativi e non inferiori ai profitti attesi nel caso nessuna impresa investa.*

$$f_1 = \text{MAX } f : \begin{cases} E\Pi_1(I, NI) \geq 0 \\ E\Pi_1(I, NI) \geq E\Pi_1(NI, NI) \end{cases} \quad (2)$$

da cui

$$f_1 = \rho (\beta\Pi^D + (1 - \beta)\Pi^M) \quad (3)$$

Per l'impresa che investe in R&D, il costo soglia f_1 deve soddisfare due vincoli: uno di partecipazioni per il quale i profitti attesi siano non negativi ed uno incentivo-compatibile per il quale la sua deviazione unilaterale dall'esito $\{I, NI\}$ sia non profittevole. Poiché in questo caso la deviazione dalle azioni $\{I, NI\}$ garantisce profitti attesi nulli, i due vincoli coincidono. Risulta facile verificare che

$$f_1 = f_1|_{\beta=0} - \rho\beta(\Pi^M - \Pi^D) \quad (4)$$

⁸Al tempo $t = 2$ se solo un'impresa ha la possibilità di produrre il bene innovativo questa si comporterà da monopolista sul mercato finale indipendentemente dal fatto che la concorrente abbia o meno deciso di investire in R&D. Analogamente, sempre al tempo $t = 2$, se due imprese, innovando entrambe o copiando una dall'altra che ha innovato, sono in grado di produrre il bene innovativo, entrambe giocheranno un duopolio i cui payoff non sono associati alle scelte di investimento precedenti.

Ne consegue che

$$\frac{\partial f_1}{\partial \beta} = \rho(\Pi^D - \Pi^M) < 0 \quad (5)$$

Definition 2 *Indichiamo con f_2 l'incentivo privato di un'impresa a investire in R&D quando anche la concorrente abbia deciso di farlo. Nel nostro contesto è pari al livello massimo del costo f per cui, date le scelte di massimizzazione dei profitti al tempo $t = 2$, i profitti attesi calcolati al tempo $t = 1$ nel caso entrambe le imprese investano siano non negativi e non inferiori ai profitti attesi nel caso la stessa impresa decida di non investire quando la concorrente continui a farlo.*

$$f_2 = \text{MAX } f : \begin{cases} E\Pi_1(I, I) \geq 0 \\ E\Pi_1(I, I) \geq E\Pi_1(NI, I) \end{cases} \quad (6)$$

da cui

$$f_2 = \rho\Pi^M - \rho^2(\Pi^M - \Pi^D) - \beta(\rho(1 - \rho)(\Pi^M - 2\Pi^D) + \rho\Pi^D) \quad (7)$$

Anche in questo caso il costo soglia f_2 deve soddisfare due vincoli: uno di partecipazioni per il quale i profitti attesi siano non negativi ed uno incentivo-compatibile per il quale la deviazione unilaterale dalle azioni $\{I, I\}$ sia non profittevole. Poiché in questo caso la deviazione dalle azioni $\{I, I\}$ grazie agli spillovers garantisce profitti attesi positivi, per la definizione di f_2 risulta stringente il solo vincolo incentivo-compatibile.

Si verifica facilmente che

$$f_2 = f_2|_{\beta=0} - \beta(\rho(1 - \rho)(\Pi^M - 2\Pi^D) + \rho\Pi^D) \quad (8)$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial \beta} = -(\rho(1 - \rho)(\Pi^M - 2\Pi^D) + \rho\Pi^D) < 0 \quad (9)$$

Inoltre,

$$\Delta f = f_2 - f_1 \quad (10)$$

$$= -\rho^2(1 - \beta)(\Pi^M - \Pi^D) - \beta\rho^2\Pi^D < 0 \quad (11)$$

Sia considerando il caso in cui solo un'impresa investa, sia quando entrambe investano, la presenza di spillovers riduce l'incentivo privato ad innovare. Nel caso entrambe le imprese investano l'incentivo privato è inferiore a quello calcolato quando una sola impresa investa, poiché a parità di investimento iniziale aumenta la probabilità di operare in duopolio.

Proposition 3 *Date le scelte di massimizzazione dei profitti al tempo $t = 2$, il vettore di azioni $\{NI, NI\}$ giocato al tempo $t = 1$ è parte del SPNE del sottogioco non cooperativo se e solo se*

$$f > f_1 \quad (12)$$

Proof. Osserveremo un equilibrio in cui nessuna impresa investe in R&D nel caso in cui ciascuna impresa, dato che l'altra non investe, non ha convenienza a deviare decidendo di investire, $\forall i = 1, 2$, $E\Pi_i(NI, NI) > E\Pi_i(I, NI)$, cioè quando $f > f_1$. ■

Proposition 4 *Date le scelte di massimizzazione dei profitti al tempo $t = 2$, il vettore di azioni $\{I, NI\}$ giocato al tempo $t = 1$ è parte del SPNE del sottogioco non cooperativo se e solo se*

$$f_2 < f \leq f_1 \quad (13)$$

Proof. Osserveremo in equilibrio in cui investe una sola impresa, per esempio la prima, nel caso in cui (i) all'impresa che investe, dato che l'altra non investe, non conviene deviare decidendo di non investire, $E\Pi_1(I, NI) \geq E\Pi_1(NI, NI) \Leftrightarrow f \leq f_1$; (ii) all'impresa che non investe, dato che l'altra investe, non conviene deviare decidendo di investire, $E\Pi_2(I, NI) > E\Pi_2(I, I) \Leftrightarrow f > f_2$. Poiché $\Delta f = f_2 - f_1 < 0$ allora nessuna impresa avrà convenienza a deviare unilateralmente se e solo se $f_2 < f \leq f_1$. ■

Nella *Proposition 4* abbiamo considerato che solo la prima impresa investe. Risultato analogo vale quando consideriamo l'equilibrio per cui sia la seconda impresa l'unica ad investire.⁹

Proposition 5 *Date le scelte di massimizzazione dei profitti al tempo $t = 2$, il vettore di azioni $\{I, I\}$ giocato al tempo $t = 1$ è parte del SPNE del sottogioco non cooperativo se e solo se*

$$f \leq f_2 \quad (14)$$

Proof. Osserveremo un equilibrio in cui entrambe le imprese investono in R&D nel caso in cui nessuna delle due imprese dato che l'altra investe, ha convenienza a deviare decidendo di non investire, $\forall i = 1, 2$, $E\Pi_i(I, I) \geq E\Pi_i(NI, I)$, cioè quando $f \leq f_2$. ■

⁹Chiaramente, avendo in questo caso il sottogioco non cooperativo due equilibri SPNE in strategie pure, ammetterà anche un equilibrio in strategie miste la cui semplice caratterizzazione esula dai fini del presente lavoro. Importante notare che proprio l'equilibrio in strategie miste potrebbe essere l'unico caso in cui ex-post il vincolo di partecipazione non sia rispettato, condannando le imprese a payoff negativi.

3.2 Incentivo pubblico ad investire in R&D.

In questo paragrafo ci chiediamo quale sia l'ordinamento tra i diversi equilibri o scenari del sottogioco non cooperativo dal punto di vista sociale, cioè in termini di welfare atteso. All'uopo utilizziamo una misura utilitaristica di welfare atteso, EW , costruita come la somma del surplus del consumatore e dei profitti attesi. Tale misura di welfare, calcolata al tempo $t = 1$, sarà funzione delle decisioni di investimento e dipenderà parametricamente dal livello di spillovers β , dalla probabilità di successo associata all'investimento in R&D ρ e dal livello di welfare in duopolio e in monopolio, W^D e W^M , calcolati al tempo $t = 2$ al lordo dei costi d'investimento. Questi ultimi, dipenderanno da caratteristiche della domanda e della funzione di costi associate alla produzione del bene innovativo, ma non dalla storia che ha determinato la struttura del mercato. Per mantenere la massima generalità possibile assumiamo che, al lordo dei costi d'investimento, in duopolio non vi sia una perdita secca di welfare rispetto al monopolio $W^D \geq W^M$.

Definition 6 *Indichiamo con w_1 il valore pubblico dell'investimento quando una sola impresa investe. Nel nostro contesto è pari a quel livello massimo del costo f per cui, date le scelte di massimizzazione dei profitti al tempo $t = 2$, il welfare atteso associato alle azioni $\{I, NI\}$ o $\{NI, I\}$ al tempo $t = 1$, sia non negativo¹⁰.*

$$w_1 = \text{MAX } f : EW(I, NI) = EW(NI, I) \geq 0 \quad (15)$$

da cui

$$w_1 = \rho (\beta W^D + (1 - \beta) W^M) \quad (16)$$

Risulta immediato verificare che

$$w_1 = w_1|_{\beta=0} + \beta \rho (W^D - W^M) \quad (17)$$

$$\frac{\partial w_1}{\partial \beta} = \rho (W^D - W^M) > 0 \quad (18)$$

Definition 7 *Indichiamo con w_2 il valore pubblico dell'investimento quando entrambe le imprese investono. Nel nostro contesto è pari a quel livello massimo del costo f per cui, date le scelte di massimizzazione dei profitti al tempo $t = 2$, il welfare atteso associato alle azioni $\{I, I\}$ sia non negativo.*

$$w_2 = \text{MAX } f : EW(I, I) \geq 0 \quad (19)$$

¹⁰Poiché non stiamo cercando il *first best* ma soltanto ragionando in termini di statica comparata, il valore pubblico dell'investimento in R&D soddisfa in modo stringente quello che potrebbe essere il vincolo di partecipazione della collettività.

da cui

$$w_2 = \rho \left(\frac{1}{2} W^D (2\beta + \rho - 2\beta\rho) + W^M (1 - \rho) (1 - \beta) \right) \quad (20)$$

Si verifica facilmente che

$$w_2 = w_2|_{\beta=0} + \beta\rho(1 - \rho) (W^D - W^M) \quad (21)$$

$$\frac{\partial w_2}{\partial \beta} = \rho(1 - \rho) (W^D - W^M) > 0 \quad (22)$$

Contrariamente a quello che riguarda le valutazioni delle imprese, sia considerando l'esito in cui solo un'impresa innova, sia nel caso siano entrambe ad innovare, la presenza di spillovers aumenta il valore pubblico dell'investimento in R&D. Questo dipende dal fatto che, definite le azioni di equilibrio delle imprese, la presenza di spillovers aumenta i casi in cui queste opereranno in duopolio al tempo $t = 2$ aumentando l'efficienza allocativa attesa. Inoltre, dal punto di vista del benessere sociale, a causa della duplicazione dei costi dell'investimento in R&D, quando entrambe le imprese investono per innovare, non è univoco l'ordinamento in termini di welfare tra w_1 e w_2 . Infatti,

$$\Delta w = w_2 - w_1 \quad (23)$$

$$= \left(\rho^2 (1 - \beta) (W^D - W^M) - \frac{\rho^2 W^D}{2} \right) \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} 0 \quad (24)$$

Posto $W^M = \alpha W^D$ con $\alpha \in [0, 1]$ avremo

$$\Delta w = \frac{1}{2} W^D \rho^2 (1 - 2\alpha - 2\beta + 2\alpha\beta) > 0 \quad (25)$$

$$\text{solo se } \beta < \beta^W(\alpha) = \frac{1 - 2\alpha}{2 - 2\alpha} \quad (26)$$

Il segno di Δw dipende dal livello di spillovers β e dal fattore di proporzionalità $\alpha = W^M/W^D$ tra il welfare di monopolio ed il welfare di duopolio, calcolati al tempo $t = 2$. Per proseguire la nostra analisi un aspetto non di secondaria importanza è, quindi, cercare di spiegare cosa determina il valore di α . Esso dipende dalla struttura della domanda e della funzione di costo delle imprese, nonché dal tipo di condotta ipotizzata al tempo $t = 2$.¹¹ Risulta facile verificare che in modelli lineari caratterizzati da concorrenza alla Bertrand o Cournot osserviamo un valore di $\alpha > \frac{1}{2}$, questo è ancora vero quando assumiamo rendimenti di

¹¹Il valore assunto da α dipende da fattori strutturali quali l'elasticità della funzione di domanda o i rendimenti di scala, e da fattori di condotta quali il tipo di concorrenza ipotizzata in duopolio (concorrenza alla Cournot o alla Bertrand, collusione).

scala costanti o crescenti, oppure in presenza di rilevanti costi fissi nella fase di produzione.¹²

Proposition 8 *Nel contesto descritto, date le scelte di massimizzazione dei profitti al tempo $t = 2$, è preferibile in termini di welfare atteso che entrambe le imprese investano in R&D al tempo $t = 1$ se e solo se $\alpha \in [0; \frac{1}{2}]$ e $\beta \leq \frac{2\alpha-1}{2\alpha-2}$.*

Proof. L'esito associato alle azioni {I,I} al tempo $t = 1$ è preferibile in termini di welfare all'esito associato alle azioni {I,NI} o {NI,I} solo se $\Delta w \geq 0$. Risulta facile verificare che: (i) quando $\alpha = 1$, $W^D = W^M$ e, quindi, $\Delta w < 0$; (ii) quando $\alpha \in (1/2, 1)$, $\beta^W(\alpha) < 0$, $\beta > \beta^W(\alpha)$ e, quindi, $\Delta w < 0$; (iii) infine, solo quando $\alpha \in [0, 1/2]$ e $\beta \leq \beta^W(\alpha)$, allora avremo $\Delta w \geq 0$. ■

Dalla *Proposition 8* possiamo dedurre che non è sempre preferibile in termini di welfare che entrambe le imprese investano in R&D. Infatti, la duplicazione dei costi d'investimento associata alle azioni {I,I} al tempo $t = 1$ può non essere compensata dalla variazione di welfare associata alla maggiore probabilità di avere un duopolio (e non un monopolio) al tempo $t = 2$ quando due imprese investono. Le decisioni {I,NI} o {NI,I} sono associate al welfare atteso più alto nel caso in cui la perdita di welfare di monopolio rispetto al duopolio non sia troppo alta, cioè $\alpha > 1/2$, o quando gli spillovers siano sufficientemente alti, $\beta > \frac{2\alpha-1}{2\alpha-2}$.

In modo complementare, una condizione sufficiente sugli spillovers che renda preferibile in termini di welfare che solo un'impresa innovi è che $\beta > 1/2$.¹³ Infatti, nel caso siano sufficientemente alti gli spillovers attraverso l'imitazione si riduce il rischio di inefficienza allocativa al tempo $t = 2$, evitando la duplicazione dei costi d'investimento al tempo $t = 1$.

3.3 Sottogioco non cooperativo: efficienza ed inefficienza nelle decisioni di investimento private.

Proposition 9 *Nel contesto analizzato, date le scelte di massimizzazione dei profitti al tempo $t = 2$, le scelte di investimento private al tempo $t = 1$ (nessuna, solo una o entrambe le imprese investono in R&D), sono quelle preferibili in termini di welfare atteso solo se:*

(a) $f > MAX [f_1; w_1, w_2]$ (nessuna impresa investe in R&D);

¹²Quando $\alpha > \frac{1}{2}$, avremo che $\beta^W(\alpha) < 0$, $\beta > \beta^W(\alpha)$, $\Delta w < 0$ e, quindi, che $w_2 < w_1$.

¹³Poiché $\frac{2\alpha-1}{2\alpha-2}$ nell'intervallo considerato è strettamente decrescente e assume per $\alpha = 0$ un valore massimo pari a $1/2$, consegue che quando $\beta > 1/2$ allora $\forall \alpha \in [0; \frac{1}{2}]$, $\beta > \frac{2\alpha-1}{2\alpha-2}$ e $\Delta f^w(\beta) < 0$.

- (b) $f_1 \geq f > f_2$, e $w_1 > w_2$ (solo una delle due imprese investe in R&D);
(c) $f \leq f_2$ e $w_1 \leq w_2$ (entrambe le imprese investono in R&D).

Proof. La dimostrazione riprende e combina i risultati delle *Propositions* illustrate nei sottoparagrafi precedenti.

(a) In equilibrio nessuna impresa investe in R&D, $\{NI, NI\}$, se il costo associato è tale da rendere negativi i profitti attesi quando anche solo una sola impresa investa, cioè quando $f > f_1$. Tale scelta è quella socialmente preferibile quando $f > w_1$ e $f > w_2$. Da cui, quando $f > \text{MAX}[f_1, w_1, w_2]$ in equilibrio nessuno investe e tale decisione è socialmente ottima.

(b) L'esito nel quale una sola impresa investe in R&D, $\{I, NI\}$ o $\{NI, I\}$, massimizza il welfare atteso solo se $w_1 \geq w_2$. Lo stesso esito è parte di un SPNE del sottogioco non cooperativo solo se $f_1 \geq f > f_2$. Da cui, quando $f_1 \geq f > f_2$ e $w_1 \geq w_2$ in equilibrio solo un'impresa investe e tale decisione è socialmente ottima. Si noti che poiché $w_1 \geq f_1$ e $f_1 \geq f$ allora $w_1 \geq f$ e questo garantisce un welfare netto non negativo in equilibrio.

(c) L'esito nel quale entrambe le imprese investono in R&D, $\{I, I\}$, massimizza il welfare atteso solo se $w_1 \leq w_2$. Lo stesso esito è parte di un SPNE del sottogioco non cooperativo solo se $f \leq f_2$. Da cui, quando $f \leq f_2$ e $w_1 \leq w_2$ in equilibrio entrambe le imprese investono e tale decisione è socialmente ottima. Come prima, poiché $w_2 \geq f_2$ e $f_2 \geq f$ allora $w_2 \geq f$ e questo garantisce di nuovo un welfare netto non negativo in equilibrio. ■

Seppur la precedente *Proposition* già sintetizzi i principali risultati del modello proposto, la casistica di parametri e delle loro combinazioni da considerare è abbastanza complessa. Per offrire una descrizione il più efficace possibile delle nostre conclusioni utilizzeremo l'analisi grafica indicando nel piano cartesiano $\beta O f$, per ogni combinazione dei parametri β e f , quante imprese investiranno in equilibrio e quali sia invece il numero ottimo di imprese che dovrebbero investire in termini di welfare atteso. Tale rappresentazione permetterà di evidenziare immediatamente sia i casi di *underinvestment*, cioè in cui il numero di imprese che investe è minore di quello socialmente ottimo, sia i casi di *overinvestment* cioè in cui il numero di imprese che investe è maggiore di quello socialmente ottimo. Nello specifico presenteremo due diverse rappresentazioni grafiche associate ai possibili valori assunti dal parametro α : in Figura 2 abbiamo il caso in cui $\alpha > 1/2$, mentre in Figura 3 il caso in cui $\alpha \leq \frac{1}{2}$.

Con riferimento alla Figura 2, quando $\alpha > 1/2$, per ogni livello di spillovers $w_1 > w_2$ e $w_1 > f_1 > f_2$: non è mai socialmente preferibile che

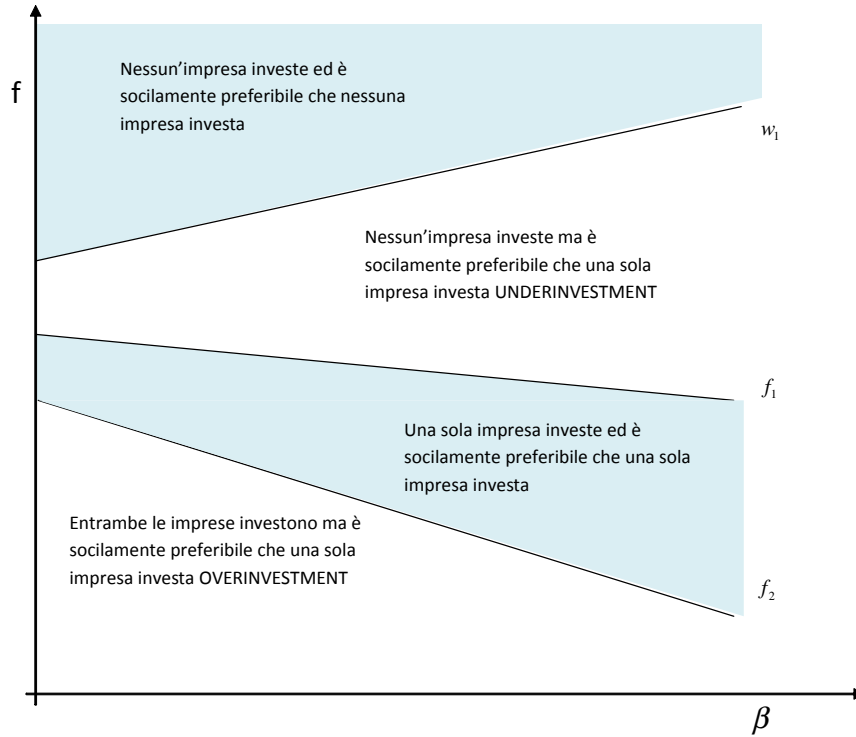


Figure 2: Caratterizzazione degli equilibri del sottogioco non cooperativo quando $\alpha > 1/2$. In azzurro (grigio) le regioni in cui le scelte private sono socialmente efficienti.

entrambe le imprese investano e osserveremo sia casi di scelta privata efficiente (regioni azzurre-grigie), sia casi di *underinvestment*, quando cioè nessuna imprese investe ma sarebbe socialmente efficiente che almeno una lo facesse, o di *overinvestment*, quando cioè due imprese investono ma sarebbe efficiente che lo facesse una sola.

Con riferimento alla Figura 3, quando $\alpha \leq 1/2$ e per livelli di spillovers non troppo alti, cioè quando $\beta \leq \frac{1-2\alpha}{2-2\alpha}$, avremo $w_2 \geq w_1 > f_1 > f_2$ e l'esito in cui solo un'impresa investe non è socialmente preferibile. Quando, invece, $\alpha \leq 1/2$ ma $\beta > \frac{1-2\alpha}{2-2\alpha}$ avremo $w_1 \geq w_2 > f_1 > f_2$: come nel caso illustrato in Figura 2 non è socialmente preferibile che entrambe le imprese investano e al variare dei parametri potremo avere sia casi di *underinvestment* sia di *overinvestment*.

Quando escludiamo la possibilità di accordi cooperativi vincolanti, il gioco esteso coincide col sottogioco non cooperativo. Volendo analizzare in questo caso l'efficienza delle scelte private d'investimento, con riferimento sempre alle Figure 2 e 3, dovremmo affermare che solo le

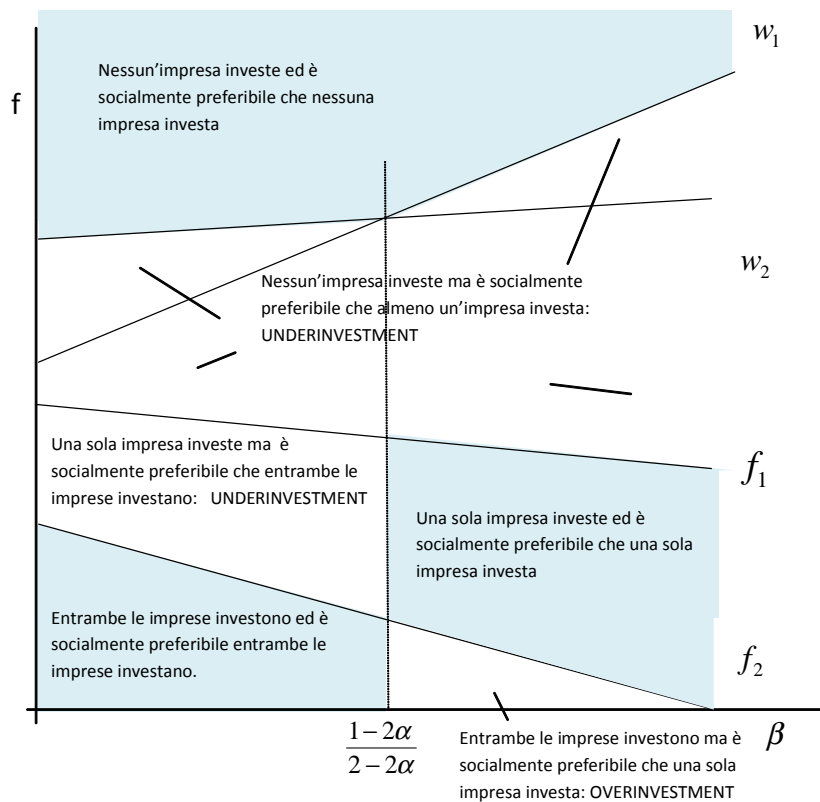


Figure 3: Caratterizzazione degli equilibri del sottogioco non cooperativo quando $\alpha \leq 1/2$. In azzurro (grigio) le regioni in cui le scelte private sono socialmente efficienti.

aree grigio-azzurre non richiedono nessun intervento pubblico poiché il SPNE del sottogioco non cooperativo è anche quello preferibile in termini di welfare atteso. In tutte le altre aree avremmo due forme diverse di inefficienza nelle scelte private: *underinvestment* o *overinvestment*. Nel primo caso, quando cioè il numero di imprese che investe in equilibrio è inferiore a quello socialmente ottimo, attraverso un trasferimento in somma fissa alle imprese è possibile aumentare l'incentivo privato ad investire e, quindi, il numero di imprese che investiranno in equilibrio; nel secondo caso, quando cioè il numero di imprese che investe in equilibrio è superiore a quello socialmente ottimo, è necessario un intervento in direzione opposta che attraverso una tassa in somma fissa riduca l'incentivo privato ad investire.

4 Cooperazione in R&D.

In questo paragrafo analizziamo il cosiddetto sottogioco cooperativo. Se al tempo $t = 0$ le imprese decidono di cooperare stringendo accordi vincolanti nella definizione delle scelte d'investimento in R&D, al tempo $t = 1$ costituiranno una research joint venture, RJV. Se profittevole finanzieranno congiuntamente un'unica linea di ricerca ripartendosi in modo simmetrico il costo f associato, internalizzeranno ogni spillovers e brevetteranno congiuntamente ogni innovazione. Assumiamo che la cooperazione sia formale, le scelte d'investimento siano osservabili e vincolanti (*full commitment*), non siano, quindi, possibili comportamenti opportunistici (*no free riding*). Anche nel caso di cooperazione in R&D assumiamo che le imprese operino in modo non cooperativo al tempo $t = 2$ quando decidono la quantità da produrre. I profitti attesi della singola impresa nel caso di cooperazione sono pari a

$$E\Pi_C = \rho\Pi^D - \frac{f}{2} \quad (27)$$

Definition 10 *Indichiamo con f_C l'incentivo privato a cooperare. Nel nostro contesto è pari a quel livello massimo del costo f per cui i profitti di ogni impresa attesi dalla cooperazione sono non negativi.*

$$f_C = \text{MAX } f : E\Pi_C \geq 0 \quad (28)$$

da cui

$$f_C = 2\rho\Pi^D \quad (29)$$

Condizione necessaria e sufficiente¹⁴ affinché le imprese investano nel sottogioco cooperativo è, quindi, che $f \leq f_C$.

¹⁴Nel sottogioco cooperativo le imprese coordinandosi possono decidere soltanto se investire congiuntamente o non investire affatto. Nel secondo caso i profitti saranno

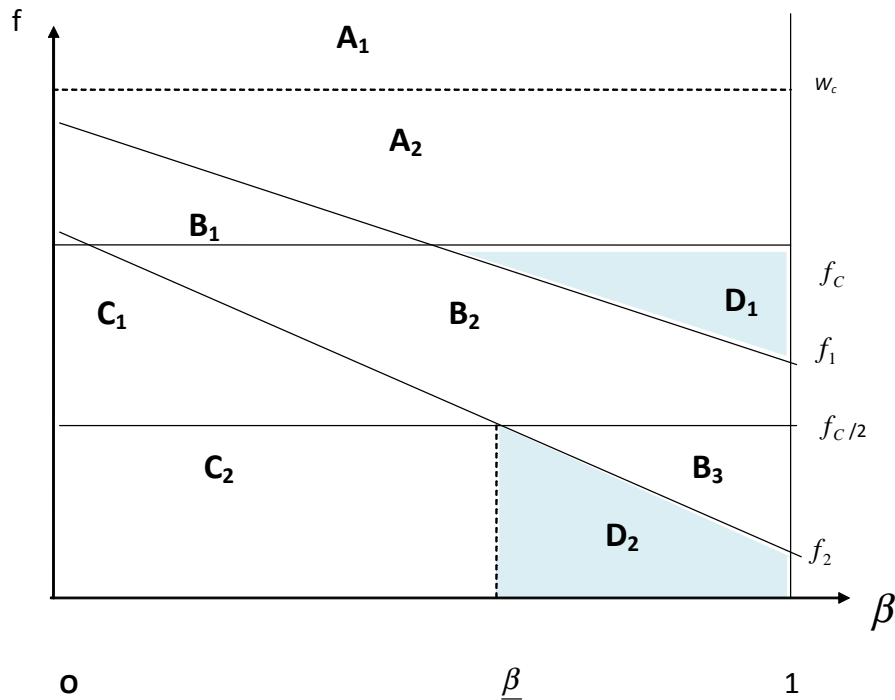


Figure 4: Caratterizzazione degli esiti del gioco esteso quando le imprese possono cooperare. In azzurro (grigio) le combinazioni di parametri per i quali la cooperazione è parte del SPNE del gioco esteso.

Consapevolmente non abbiamo discusso in questa sede il caso di cooperazione in cui le imprese coordinino le loro decisioni ma investano in linee di ricerca indipendenti, noto come *cartello in R&D*, poichè è immediato verificare come tale esito sia caratterizzato da profitti attesi inferiori non solo a quelli associati alle azioni $\{I,NI\}$ o $\{NI,I\}$, ma anche alle azioni $\{I,I\}$ al tempo $t = 1$. Tale opzione risulterebbe, quindi, sempre dominata e mai scelta spontaneamente dalle imprese.

Proposition 11 *Affinché la cooperazione sia parte del SPNE del gioco esteso, per ciascuna impresa i profitti attesi cooperando devono essere non inferiori a quelli associati al SPNE del solo sottogioco non cooperativo.*

Proof. La proposizione ricalca la definizione di SPNE. ■

nulli per entrambe. Ne consegue che la condizione per la quale i profitti attesi di cooperazione quando le imprese investono siano non negativi rappresenta sia il vincolo di partecipazione sia quello incentivo-compatibile rispetto ad un'alternativa, non investire, che dà profitti nulli.

Possiamo derivare le condizioni che caratterizzano i possibili SPNE del gioco esteso, i quali sono definiti dalle seguenti azioni al tempo $t = 0$ e al tempo $t = 1$: (1) le imprese non cooperano e non investono in R&D, (2) le imprese non cooperano e solo una investe in R&D; (3) le imprese non cooperano ma entrambe investono in R&D e (4) le imprese cooperano ed entrambe investono in R&D.

Caso (1). Quando $E\Pi_1(I, NI) < 0$ mentre $E\Pi(NI, NI) \geq 0$, nessuna impresa ha convenienza a investire in R&D in modo non cooperativo. Decideranno di non cooperare e non investire quando nemmeno la RJV assicuri profitti positivi, $E\Pi_C < 0$. Non cooperare e non investire in R&D per entrambe le imprese è, quindi, parte del SPNE del gioco esteso se e solo se $f > f_1$, $f > f_2$ e $f > f_c$ cioè quando $f > \text{MAX}[f_1, f_2, f_c]$ (Regioni A₁ e A₂ della Figura 4).

(Caso 2) Quando $E\Pi_1(I, NI) \geq E\Pi_1(NI, NI)$ e $E\Pi_2(I, NI) > E_2\Pi(I, I)$, cioè quando $f_1 \geq f > f_2$, il SPNE del sottogioco non cooperativo prevede che solo un'impresa investa. In questo caso almeno un'impresa rifiuterà di cooperare se non ottengono entrambe dalla cooperazione profitti non inferiori a quelli non cooperativi. Affinché, quindi, decidano di cooperare dovremo avere che $\forall i = 1, 2, E\Pi_i(I, NI) \leq E\Pi_C$. Si verifica facilmente che entrambe le precedenti condizioni non possono essere soddisfatte quando $\Pi^M > 2\Pi^D$, mentre quando $\Pi^M = 2\Pi^D$ e $f = 2\rho(1 - \beta)\Pi^D$ le condizioni sono soddisfatte in modo stringente. Possiamo affermare, quindi, che quando l'equilibrio del sottogioco non cooperativo prevede che solo un'impresa innovi, la cooperazione non sarà mai strettamente preferita dalle imprese. (Regioni B₁, B₂ e B₃ della Figura 4).

(Caso 3) Quando $E\Pi_1(I, I) \geq E\Pi_1(NI, I)$, il SPNE del sottogioco non cooperativo prevede che entrambe le imprese investano. Le stesse imprese non avranno convenienza a cooperare se $E\Pi_C < E\Pi_1(I, I)$. Da cui, il SPNE del gioco esteso prevede che le imprese non cooperino ma che entrambe investano in modo non cooperativo se e solo se $f < f_2$ quando $f > 2\rho D(1 - \beta)$ e $\beta < \underline{\beta} = \frac{(\Pi^M - \Pi^D)(1 - \rho) - \Pi^D}{(\Pi^M - 2\Pi^D)(1 - \rho) - 2\Pi^D}$ (Regioni C₁ e C₂ della Figura 4).¹⁵

(Caso 4) In tutti gli altri casi cooperare risulterà parte del SPNE del gioco esteso (Regioni D₁ e D₂ della Figura 4).

Valutiamo ora l'efficienza delle scelte private nel gioco esteso. Sia $EW_C = \rho W^D - f$ il welfare atteso nel caso le imprese cooperino, analogamente a quanto fatto analizzando il sottogioco non cooperativo definiamo

¹⁵Quando $\rho < \frac{\Pi^M - 2\Pi^D}{\Pi^M - \Pi^D}$. allora $\underline{\beta} \geq 0$. Altrimenti, quando $\rho \geq \frac{\Pi^M - 2\Pi^D}{\Pi^M - \Pi^D}$ avremo che $\underline{\beta} < 0$ e poiché $\beta > 0$, non osserveremo mai in equilibrio che due imprese investono senza cooperare.

ora il valore pubblico della cooperazione.

Definition 12 *Indichiamo con w_C il valore pubblico della cooperazione. Nel nostro contesto è pari a quel livello massimo del costo f per cui il welfare atteso dalla cooperazione è non negativo.*

$$w_C = \text{MAX } f : EW_C \geq 0 \quad (30)$$

da cui

$$w_C = \rho W^D \quad (31)$$

Proposition 13 *Quando $f \leq w_C$, l'equilibrio del gioco esteso in cui le imprese cooperano ed entrambe investono è quello che garantisce il livello massimo di welfare atteso,*

$$EW_C = \text{MAX } [EW_C, EW(I, NI), EW(I, I), EW(NI, NI)]$$

mentre per $f > w_C$ l'equilibrio in cui nessuna impresa investe in R&D è quello che garantisce il livello massimo di welfare atteso.

$$EW(NI, NI) = \text{MAX } [EW_C, EW(I, NI), EW(I, I), EW(NI, NI)]$$

Proof. Abbiamo ipotizzato che $W^D \geq W^M$. Poiché come è facile verificare la cooperazione è l'unico esito che garantisce con certezza il crearsi di un mercato duopolistico al tempo $t = 2$, la cooperazione assicura anche il livello di welfare atteso maggiore al lordo degli investimenti in R&D. Quando $f \leq w_C$ e, di conseguenza, $EW_C \geq 0$, la cooperazione assicura anche il livello maggiore di welfare atteso al netto degli investimenti in R&D. Quando $f > w_C$ e, di conseguenza, $EW_C < 0$, sarà, invece, socialmente preferibile che nessuna impresa investa. ■

4.1 Sussidi per cooperare.

In termini di welfare atteso la cooperazione è sempre preferibile agli esiti non cooperativi in cui una o entrambe le imprese investono in R&D.

Con riferimento alla Figura 4, nella Regione A_1 il costo fisso f è talmente alto che in nessun caso il welfare atteso è non negativo. Nessuna impresa coopera o investe e tale scelta privata risulta essere quella socialmente preferibile. Nessun intervento pubblico, quindi, risulta necessario quando $f > w_C$.

Nelle Regioni D_1 e D_2 la cooperazione è parte del SPNE del gioco esteso, cioè le imprese cooperano spontaneamente, e nessun incentivo è

necessario. In D_1 ogni esito del gioco non cooperativo garantisce profitti non positivi, mentre quelli associati alla cooperazione sono positivi, per cui la cooperazione sarà parte dell'equilibrio del gioco esteso. Invece, nella regione D_2 sia i profitti di cooperazione che quelli associati all'esito del sottogioco non cooperativo quando entrambe le imprese investono sono positivi ma i primi sono maggiori dei secondi, per cui in equilibrio entrambe le imprese preferiranno investire cooperando. In questi casi la cooperazione, che è socialmente preferibile, è spontanea cioè parte del SPNE del gioco esteso: non sono necessari incentivi esterni affinché le imprese cooperino.

In tutte le altre Regioni, seppur socialmente preferibile, la cooperazione non sarà parte del SPNE del gioco esteso. Infatti, in A_2 , i profitti di cooperazione sarebbero negativi, così come quelli non cooperativi quando una o entrambe le imprese investono; per cui il SPNE del gioco esteso prevede che nessuna impresa cooperi o investa. In B_1 , B_2 e B_3 , l'equilibrio non cooperativo in cui solo un'impresa investe dà ad almeno una delle due imprese profitti positivi e maggiori di quelli che la stessa impresa otterrebbe cooperando; per cui il SPNE del gioco esteso prevede che le imprese non cooperino e solo una di esse investa. In C_1 e C_2 l'equilibrio del sottogioco non cooperativo prevede che entrambe le imprese investano e tale esito garantisce profitti positivi e superiori a quelli ottenuti cooperando; per cui in equilibrio osserveremo due imprese che investono ma in modo non cooperativo. In tutti questi casi la cooperazione seppur socialmente preferibile non emerge spontaneamente quale equilibrio del gioco esteso. Al fine di evitare scelte private d'investimento inefficienti, un meccanismo che potrebbe essere applicato è quello di sussidi in somma fissa s alle imprese che cooperano ed investono al fine di aumentare i profitti attesi dalla cooperazione, $E\Pi_c - \frac{f}{2} + s$. Il livello di tale incentivo dipenderà da quello degli spillovers β e da quello dei profitti attesi garantiti dal SPNE del sottogioco non cooperativo.

Proposition 14 *Per combinazioni dei parametri β e f nelle regioni A_2 , B_1 , B_2 , B_3 , C_1 e C_2 , affinché la cooperazione sia parte del SPNE del gioco esteso è necessario erogare a ciascuna impresa un sussidio in somma fissa s pari alla differenza tra i profitti attesi che caratterizzano il SPNE del sottogioco non cooperativo e i profitti attesi dalla cooperazione. Tale sussidio risulterà decrescente (ma non strettamente) in β .*

Proof. Per dimostrazione la proposizione dobbiamo derivare in tutte le combinazioni dei parametri β e f il livello di sussidio minimo che garantisce che la cooperazione sia parte del SPNE del gioco esteso.

(a) Per le combinazioni dei parametri β e f nella regione A_2 , il SPNE del sottogioco non cooperativo prevede che nessuna impresa investa e

che entrambe ottengano profitti attesi nulli. Poiché in questa regione $\rho\Pi^D - \frac{f}{2} < 0$ e $\Pi_1(NI, NI) = 0$, allora s sarà tale che $\rho\Pi^D - \frac{f}{2} + s = 0$, da cui $s_A = \frac{f}{2} - \rho\Pi^D$ con $\frac{\partial s_A}{\partial \beta} = 0$.

(b) Per le combinazioni dei parametri β e f nelle regioni B_1 , B_2 e B_3 , il SPNE del sottogioco non cooperativo prevede che solo un'impresa investa e ottenga profitti positivi, l'altra non innoverà ottenendo profitti attesi comunque positivi in presenza di spillovers. Poiché $\Pi_1(I, NI) > 0$ e $\Pi_2(I, NI) > 0$, allora quando $\Pi_1(I, NI) \geq \Pi_2(I, NI)$, cioè $f \leq \rho(1 - \beta)\Pi^M < f_1$, s sarà tale che $\rho\Pi^D - \frac{f}{2} + s = \Pi_1(I, NI) > 0$, da cui $s_{B_1} = \rho(1 - \beta)(\Pi^M - \Pi^D) - \frac{1}{2}f$ con $\frac{\partial s_{B_1}}{\partial \beta} < 0$; mentre quando $\Pi_1(I, NI) < \Pi_2(I, NI)$ cioè $\rho(1 - \beta)\Pi^M < f \leq f_1$, allora $s_{B_2} = \rho(1 - \beta)(\Pi^D) + \frac{1}{2}f$ con $\frac{\partial s_{B_2}}{\partial \beta} < 0$.

(c) Per le combinazioni dei parametri β e f nelle regioni C_1 e C_2 , il SPNE del sottogioco non cooperativo prevede che entrambe le imprese investano ma in modo non cooperativo. Poiché in questa regione $\Pi_1(I, I) > 0$, allora il sussidio s_C sarà tale che $\rho\Pi^D - \frac{f}{2} + s_C = \Pi_1(I, I) > 0$, da cui $s_C = \rho((\Pi^M - \Pi^D)(1 - \rho)(1 - \beta) - (\rho - \beta(1 - \rho))\Pi^D + \rho) - \frac{1}{2}f$ con $\frac{\partial s_C}{\partial \beta} < 0$. ■

5 Conclusioni

Abbiamo analizzato l'interazione strategica tra imprese oligopolistiche che investono in R&D per creare un nuovo prodotto in contesti caratterizzati da spillovers di conoscenza post innovazione. Quando ogni decisione dell'impresa è presa in modo non cooperativo, escludendo, quindi, la possibilità di accordi formali anche solo nella fase di R&D, la presenza di spillovers, riducendo gli incentivi privati ad investire, è la principale spiegazione di scelte private d'investimento inefficienti in termini di welfare atteso. Sebbene risulti confermata la necessità di un intervento pubblico, una delle principali conclusioni del modello è che in un simile contesto subsidiare ogni tipo di investimento in R&D può essere inefficiente. Infatti, abbiamo dimostrato come esistano casi in cui sia necessario non tanto incentivare ma addirittura disincentivare l'investimento privato per evitare overinvestment.

Quando alle imprese è consentito di stipulare in modo volontario accordi cooperativi esclusivamente per la fase di R&D, emerge come in termini di welfare atteso tali accordi siano sempre preferibili agli esiti non cooperativi. Al variare dei parametri del modello teorico si evidenziano contesti in cui la cooperazione è spontanea e non si richiedano ulteriori incentivi esterni, e contesti in cui solo l'erogazione di sussidi alle imprese renda profittevole e incentivo-compatibile cooperare. In quest'ultimo caso i sussidi necessari risultano decrescenti rispetto al liv-

ello di spillovers. La ragione è in qualche modo intuitiva considerando che al crescere del livello di spillovers si riduce l'incentivo privato ad investire, questo a causa della ridotta appropriabilità dei risultati del processo innovativo quando la probabilità di essere imitati aumenta. La cooperazione, quando sostenuta da accordi formali, rappresenta non solo un modo per ridurre il costo dell'investimento in R&D a carico della singola impresa ma soprattutto un meccanismo credibile attraverso il quale internalizzare proprio gli spillovers.

Bibliografia.

- Bellflame, P. e M. Peitz, 2010, *Industrial Organization. Markets and Strategies*, Cambridge University Press.
- d'Aspremont, C. e Jacquemine A., 1988, "Cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers", *The American Economic Review*, 78(5), 1133-37.
- Fundenberg, D. e J. Tirole, 1983, "Learning by Doing and Market Performance", *Bell Journal of Economics*, 14, pp. 522-30.
- Fundenberg, D. e J. Tirole. 1984. "The Fat-Cat Effect, the Puppy-Dog Ploy, and the Lean and Hungry Look", *The American Economic Review*, 74, 361-66.
- Goyal, S. e Moraga-Gonzales J., 2001, "R&D networks", *Rand Journal of Economics*, 32 (4), 686-707.
- Griliches, Zvi, 1990. "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey," *Journal of Economic Literature*, American Economic Association, 28(4), 1661-1707.
- Kamien, M. I., Muller E., e Zang I., 1992, "Research joint ventures and R&D cartels", *The American Economic Review*, 82(5), 1293-1306.
- Leahy, D. e Neary P., 1997, "Public policies towards R&D in oligopolistic industries", *The American Economic Review*, 87 (4), 642-62.