

LUCA SANDRINI

EFFETTO DIRETTO E INDIRETTO DELLA COMPETIZIONE SUGLI INCENTIVI PRIVATI AL R&D E VENDITA IN LICENZA DI UNA TECNOLOGIA SUPERIORE¹

Abstract. Questo articolo illustra l'effetto di feedback esercitato dalla competizione sugli incentivi all'innovazione. In primo luogo, in un mercato verticale la competizione a valle aumenta la disponibilità a pagare delle imprese per una tecnologia più efficiente (effetto diretto). In secondo luogo, il possesso di una licenza per una tecnologia superiore garantisce alle imprese un vantaggio strategico; se sufficientemente elevato, tale vantaggio induce i rivali non in possesso della licenza ad abbandonare la competizione e, di conseguenza, incrementa ulteriormente la disponibilità delle imprese a pagare per la licenza (effetto indiretto). Nel dettaglio, se la competizione è particolarmente intensa, anche un'innovazione di poco valore potrebbe esercitare effetti drastici sul mercato. Inoltre, questo articolo illustra che un contratto di licenza basato sul prezzo unitario lineare, come le royalties, non implica necessariamente l'adozione della tecnologia superiore da parte di tutte le imprese. Infatti, un innovatore a monte del mercato potrebbe decidere di concedere meno contratti di licenza per sfruttare l'aumento di disponibilità a pagare esercitato dall'effetto indiretto. Infine, l'articolo dimostra che l'eventuale soppressione della tecnologia più obsoleta, per facilitare la diffusione dell'innovazione, non è una politica ottimale da un punto di vista di welfare.

Keywords. Innovazione, Contratti di Licenza, Oligopolio, Competizione.

1. INTRODUZIONE

I brevetti rappresentano una strategia di protezione della proprietà intellettuale (IP) che garantisce a un inventore i diritti di esclusiva sulla conoscenza che egli ha generato, garantendo allo stesso tempo la completa divulgazione delle informazioni necessarie a far fluire il processo innovativo. A partire dal lavoro di K. Arrow (1962), che enfatizza il ruolo della competizione nel generare incentivi

¹ Desidero ringraziare Fabio Manenti, Luciano Greco, José L. Moraga Gonzalez, Evgenia Motchenkova, Jos Jansen, Paola Valbonesi, Carlo Reggiani e Stefano Comino per gli utili commenti e suggerimenti su versioni precedenti di questo manoscritto. Questo articolo è stato presentato in occasione della ASSET Conference 2019, la conferenza annuale della SIEP 2020, la riunione scientifica annuale della SIE 2020 e la Giorgio Rota Conference 2021. Desidero infine ringraziare il Centro di Ricerca e Documentazione Luigi Einaudi di Torino che ha selezionato il presente lavoro tra i vincitori del "Giorgio Rota Best Paper Award for Young Researchers" sul tema *Main Economic Tendencies in the Contemporary World Economy*. Ogni errore è da imputare esclusivamente all'autore.



per l'innovazione (in misura maggiore rispetto al monopolio), la letteratura ha ampiamente discusso e analizzato sia gli effetti positivi di un mercato competitivo sugli incentivi all'innovazione, sia il valore economico dei brevetti. Aghion *et al.* (2005) dimostrano come la relazione tra competizione e innovazione possa essere a “U rovesciata”, incorporando sia l'idea schumpeteriana della superiorità del monopolio nel generare incentivi all'innovazione, sia l'effetto di rimpiazzo illustrato da Arrow². Recentemente, Delbono e Lambertini (2020) hanno dimostrato che, in determinate ma plausibili condizioni, i modelli di competizione che utilizzano funzioni di domanda lineari sono in grado di identificare tale relazione non monotona tra competizione e incentivi all'innovazione³. Lo scopo di questo articolo è di offrire un contributo all'ampia letteratura esistente, sottolineando un aspetto della relazione tra competizione e innovazione spesso trascurato, ovvero l'effetto di *feedback*, o di rinforzo reciproco. Un mercato più competitivo può al contempo creare incentivi per gli investimenti in nuove tecnologie ed essere più esposto ai mutamenti che tali tecnologie esercitano sulla struttura di mercato. Questo saggio intende rispondere alla seguente domanda di ricerca:

Cosa sono e come sono definiti l'effetto diretto e l'effetto indiretto esercitati dalla competizione tra imprese a valle sul valore, sulla diffusione e sull'impatto sul mercato di un'innovazione prodotta da un innovatore a monte?

Per rispondere a questo quesito, si utilizza un modello di competizione oligopolistica in cui un innovatore a monte, in regime di monopolio, distribuisce in licenza un'innovazione di processo (una tecnologia che riduce i costi marginali di produzione) a diverse imprese operanti a valle del mercato. Per massimizzare i propri profitti, l'innovatore sceglie il tipo di contratto di licenza (prezzo unitario o tariffa fissa), il prezzo della tecnologia, e il livello di investimenti in R&D⁴. In altri termini, questo articolo analizza come l'intensità della competizione negli stadi finali della produzione di un bene (a valle della catena del valore) influisca sugli incentivi a investire in ricerca nelle fasi precedenti (a monte della catena del valore). Come anticipato dalla vasta letteratura sul tema (Shin *et al.*, 2012; Pagano,

² Si rimanda a Aghion *et al.* (2015; 2019) per una dettagliata rassegna della letteratura riguardo all'evidenza empirica della relazione a U-rovesciata.

³ Si veda anche Hermosilla e Wu (2018), che fornisce un'analisi del rapporto tra struttura di mercato e cooperazione tra imprese nella fase di R&D.

⁴ La struttura verticale del modello è utile per incorporare sia l'idea schumpeteriana di superiorità del monopolio (l'innovatore a monte), sia l'effetto di rimpiazzo innescato dalla competizione tra imprese a valle del mercato.



2014; Meng *et al.*, 2020; Shen *et al.*, 2021), quando la competizione si fa più intensa nelle fasi produttive della catena del valore, la distribuzione di surplus tende a divenire più concentrata in favore degli attori operanti delle fasi a monte del processo produttivo (in particolare, i possessori di proprietà intellettuale - IP). Dal momento che questa riorganizzazione comporta o può comportare benefici per il consumatore finale, e dato che gli approcci di valutazione del benessere sociale si concentrano spesso sul consumatore, tralasciando altri attori economici (lavoratori) e sociali (ambiente), risulta spesso complicato dare un giudizio esaustivo dell'impatto di un aumento delle forze competitive a valle della fase produttiva sul benessere della società. Per fare un esempio, se l'innovatore è un'impresa che ha sede in un paese straniero, una maggiore capacità estrattiva di surplus potrebbe avere effetti dannosi sull'industria domestica. Invece, se la catena del valore ha una dimensione nazionale o locale, una redistribuzione del surplus più concentrata a monte potrebbe aumentare gli incentivi ad investire in innovazione, a beneficio della collettività. Nonostante la rilevanza del problema appena menzionato, il presente articolo non affronta direttamente gli squilibri generati dalla dimensione e dalla distribuzione geografica della catena del valore. Invece, l'obiettivo è quello di illustrare gli incentivi all'innovazione generati da una maggiore competizione negli stadi a valle della catena del valore.

Dal punto di vista dell'innovatore, il valore di un brevetto, o della proprietà intellettuale in generale, non consiste solamente della quasi-rendita garantita dal monopolio nel mercato per l'innovazione, ma anche dei ricavi generati dalla vendita in licenza della tecnologia ad altre imprese. Concentrandosi sulla vendita in licenza dell'innovazione, molti ricercatori hanno indagato e analizzato quale fosse la classe di contratti più redditizia per l'innovatore. La concessione in licenza in regime di competizione imperfetta è stata analizzata per la prima volta da Kamien e Tauman (1986), Kamien *et al.* (1992) e Katz e Shapiro (1985). Gli autori hanno dimostrato come, per l'innovatore, la tariffa fissa fosse più redditizia delle royalties, e come la cessione delle licenze tramite asta fosse il meccanismo di vendita più efficiente. Alla luce di questi risultati, le ragioni della preponderanza dei contratti di licenza tramite royalties riscontrata dall'evidenza empirica sono stati motivo di discussione⁵. Una possibile spiegazione è stata avanzata, tra gli altri, da Gallini e Wright (1990), secondo i quali sarebbero le asimmetrie informative a favorire la

⁵ Rostoker (1984) illustra come le royalties (39%) e i contratti che sfruttano una combinazione tra royalties e tariffe fisse (49%) sono molto più comuni delle tariffe fisse "pure" (13%).



diffusione di contratti di licenza basati su royalties⁶. Complessivamente, la letteratura citata ha analizzato il problema di come la struttura di mercato influenzasse le scelte di *licensing* di una tecnologia, prendendo la “dimensione” di quest’ultima (o il suo valore) come data esogenamente. Conseguentemente, sono poche le conclusioni che si possono trarre su come la competizione *ex-ante* alteri non solo gli incentivi a innovare, ma anche l’impatto che la tecnologia ha sulla stessa struttura di mercato. Al contrario, in questo articolo si illustra l’effetto di *feedback* esercitato dalla competizione sugli incentivi all’innovazione. Per prima cosa, la competizione a valle aumenta l’effetto di rimpiazzo e, simultaneamente, la capacità dell’innovatore monopolista di estrarre il surplus attraverso i contratti di licenza. Conseguentemente, i maggiori ricavi generano maggiori incentivi a investire in innovazione (effetto diretto). In secondo luogo, un’innovazione il cui valore è sufficientemente elevato garantisce alle imprese in possesso di una licenza di utilizzo un vantaggio strategico rispetto alle imprese rivali che ne sono prive. Se il beneficio dell’innovazione sui costi è sufficientemente elevato, tale vantaggio forza le imprese sprovviste di licenza ad abbandonare la competizione. La caduta a zero dell’*exit option* incrementa ulteriormente la disponibilità a pagare delle imprese per la nuova tecnologia (effetto indiretto). Inoltre, se la competizione è particolarmente intensa, anche una innovazione di poco valore potrebbe provocare effetti drastici sul mercato. Questo risultato è valido indipendentemente dal contratto di licenza scelto dall’innovatore. Di conseguenza, le innovazioni più marginali hanno un impatto relativamente piccolo in caso di alta concentrazione di mercato, mentre potrebbero risultare innovazioni drastiche se la competizione fosse sufficientemente intensa. Sebbene sia l’effetto diretto, sia l’effetto indiretto siano stati analizzati individualmente in letteratura, questo saggio rappresenta il primo tentativo di organizzare gli incentivi all’innovazione e le forze economiche ad essi sottostanti in modo organico. Da un lato, l’effetto diretto tende ad aumentare il livello di investimento in R&D in equilibrio, mentre dall’altro una tecnologia più avanzata tende maggiormente ad avere effetti drastici sulla struttura di mercato. Se l’innovatore è in grado di interiorizzare entrambe queste forze economiche, anche gli incentivi a cui esso sottostà cambiano forma e intensità.

Oltre alla relazione tra contratti di licenza e incentivi all’innovazione, la letteratura si è concentrata su come la struttura di mercato influisca sulla

⁶ Un’analisi alternativa viene da Sen (2005), che si concentra sui limiti tecnici che regolano la diffusione di una tecnologia all’interno di un mercato.



diffusione di una nuova tecnologia. Che i contratti basati su royalties inducano la maggiore diffusione possibile della nuova tecnologia è un risultato acquisito in letteratura, come dimostrato, tra gli altri da Sen e Tauman (2018) e Kamien *et al.* (2002). Un'eccezione degna di nota è rappresentata dal lavoro di Lapan e Moschini (2000): nel particolare caso di funzione di produzione con diversi input produttivi, i contratti di licenza a prezzo unitario potrebbero indurre l'adozione parziale della nuova tecnologia, qualora l'incremento in efficienza di un fattore produttivo a seguito dell'adozione modificasse la domanda (e i prezzi) degli altri input. Nel loro saggio, Erutku e Richelle (2007) mostrano che è sempre possibile disegnare un contratto di licenza non lineare tale per cui la tecnologia raggiunge una diffusione completa e l'innovatore è in grado di estrarre una quasi-rendita che replicare il profitto di monopolio (si veda a tal proposito anche Sen e Stamatopoulos (2016))⁷. Sen e Tauman (2007, 2018) rappresentano i lavori più vicini al presente articolo. Entrambi i saggi forniscono analisi dettagliate degli incentivi all'innovazione da parte di un innovatore esterno al mercato, analizzando diversi contratti di licenza, in particolare royalties, tariffe fisse, e combinazione delle due. Infine, Marshall e Parra (2019) e Parra (2019) sono anch'essi punti di riferimento vicini al presente articolo. Entrambi utilizzano un modello sequenziale di ricerca e sviluppo, illustrando come la relazione tra competizione nel mercato finale e il *profits gap* tra leader e follower del mercato guidino gli effetti della struttura del mercato sugli incentivi all'innovazione. Tuttavia, entrambi si concentrano sui contratti di licenza e non incorporano l'effetto di *feedback* della competizione sull'innovazione. Inoltre, non pongono la questione di come gli incentivi all'innovazione derivati dalla competizione influiscano sull'effetto che l'innovazione stessa esercita sulla struttura di mercato. Questo saggio si differenzia dai lavori citati e da quelli presenti in letteratura dimostrando che la tipologia contratti di licenza genera sì delle asimmetrie nei livelli di adozione, ma non rappresenta una condizione per avere adozione parziale della tecnologia superiore. Infatti, se la tecnologia è molto avanzata, un innovatore potrebbe voler offrire la licenza a un minor numero di imprese, così da azionare il vantaggio strategico delle aziende *licenziate* nei confronti delle rivali non in possesso di licenza, sia in caso di tariffa fissa, sia in caso di royalties. Tale vantaggio, come detto in precedenza, può in determinate circostanze indurre le rivali meno efficienti ad abbandonare la competizione. Ciò

⁷ Badia *et al.* (2020) analizzano come la competizione tra innovatori possa ritardare la diffusione della tecnologia superiore.



avviene se il beneficio della tecnologia sui costi di produzione è sufficientemente superiore al costo della licenza, così che l'espansione dell'output da parte delle imprese licenziate sia sufficientemente elevato da compensare il costo opportunità di ridurre il numero di contratti.

In altre parole, se la tecnologia è in grado di generare l'effetto indiretto, un mercato più concentrato in termini di numero di imprese attive potrebbe portare ad un'espansione dell'output. Va sottolineato che questo risultato è possibile se l'innovatore è in grado di negare ad alcune imprese l'accesso alla propria tecnologia, sia tramite strumenti di mercato (prezzo), sia tramite strumenti legali (esclusività). Assente questa possibilità, nel caso della licenza tramite prezzo unitario l'innovatore potrebbe dover essere costretto a concedere la licenza a tutte le imprese, pur essendo una strategia sub-ottimale, generando un danno anche per la società. Infatti, se le condizioni lo rendono profittevole, il razionamento delle licenze risulta efficiente sia per l'innovatore, sia per la collettività – le imprese licenziate che sopravvivono nel mercato espandono la propria produzione oltre il livello associato all'adozione completa⁸. In questo articolo si dimostra come, nel caso di licenza con prezzo unitario, un innovatore a monte potrebbe preferire ridurre il prezzo della licenza per garantire un vantaggio strategico alle imprese licenziate, inducendo in questo modo uno *shake-out*. Questo risultato, unico in letteratura, dimostra che un innovatore in grado di recepire gli incentivi provenienti dal mercato (sia effetto diretto, sia effetto indiretto) potrebbe preferire strategie meno intuitive per massimizzare i propri profitti. Invece, se l'innovatore sceglie un contratto di licenza a tariffa fissa, alzando il prezzo della licenza può rendere sconveniente la simultanea adozione della tecnologia da parte di molte o tutte le imprese. Così facendo, l'inventore induce un'adozione parziale che, a seconda delle caratteristiche del mercato, potrebbe forzare l'uscita delle imprese meno efficienti dal mercato oppure permettere ad entrambe le tecnologie, nuova e vecchia, di operare. In quest'ultimo caso, il *policy-maker* si trova di fronte a un problema di allocazione inefficiente della produzione. Infatti, assenti limiti di capacità produttiva individuali, il benessere sociale sarebbe maggiore se tutta la produzione fosse allocata esclusivamente alle imprese più efficienti, in grado di produrre a costi inferiori. Tuttavia, la rimozione forzata della tecnologia obsoleta

⁸ Si noti che il risultato di efficienza sociale è valido solo se si assume che il mercato sia interamente coperto o, più precisamente, se si assume che a nessun consumatore sia negato l'accesso ai beni prodotti con la nuova tecnologia. Altrimenti, se l'innovatore, generando uno *shake out* dell'industria, è in grado di precludere ad alcuni consumatori l'accesso al bene, la sintonia tra incentivi privati e collettivi cessa di esistere.



non costituisce una policy ottimale, dal momento che i benefici derivanti dalla riallocazione più efficiente della produzione non sarebbero sempre sufficienti a compensare i danni di una maggiore concentrazione del mercato⁹.

Il resto del saggio è organizzato come segue: la sezione 2 presenta il modello e illustra le assunzioni principali; la sezione 3 presenta e discute i risultati. Infine, la sezione 4 conclude.

2. IL MODELLO

Si consideri un modello in cui un innovatore a monte (u) produce e fornisce una tecnologia produttiva superiore a n imprese a valle (d), identiche in ogni caratteristica. La competizione a valle del mercato è nelle quantità di un bene omogeneo prodotto da ciascuna impresa (Cournot). Il prezzo del bene è determinato dalla funzione di domanda inversa lineare $P = a - Q$. In aggiunta alla tecnologia superiore prodotta dall'innovatore, le imprese possono decidere di produrre utilizzando una tecnologia *standard* disponibile gratuitamente sul mercato, che permette alle imprese di produrre il bene finale al costo marginale costante $c < a$. Invece, acquistando la licenza di utilizzo della tecnologia superiore dall'innovatore u , il costo di produzione marginale del prodotto finito si riduce da c a $c - x$, dove $x \in (0, c]$ indica l'effetto di riduzione dei costi esercitato dall'innovazione di processo. La nuova tecnologia è prodotta investendo $I(x)$ e poi venduta in licenza alle imprese a valle. Formalmente, l'investimento dell'innovatore a monte è rappresentato dalla funzione di costo convessa $I(x) = \gamma x^2$, dove γ è un parametro positivo che aggiusta la convessità della funzione $I(x)$ e può essere interpretato come il costo dell'equipaggiamento necessario allo sviluppo della tecnologia.

Analogamente a Sen e Tauman (2007), l'analisi in questo articolo confronta gli incentivi incorporati in due differenti schemi di contratto di licenza: prezzo unitario lineare (royalties) e tariffa fissa. Inoltre, la presente analisi illustra gli effetti diretto e indiretto della competizione a valle del mercato sugli incentivi ad investire in innovazione a monte, dato il contratto di licenza utilizzato. Per fare ciò, è necessario definire due macrocategorie di innovazioni: non drastiche e k-dramatiche.

⁹ Infatti, trattandosi di una tecnologia proprietaria ceduta in licenza da un monopolista, l'assenza di alternative produttive disponibili alle imprese a valle dell'industria aprirebbe la strada a un monopolio verticale, amplificando l'inefficienza derivata dall'aumento della concentrazione di mercato.



Definizione 1. *Sen e Tauman (2007). Per $k > 1$, un'innovazione di processo si definisce k -drastica se k è il numero minimo per cui quando k imprese adottano l'innovazione, tutte le altre $n-k$ imprese sono escluse dalla competizione e il mercato diventa un oligopolio naturale composto dalle k imprese licenziate¹⁰.*

Contratti di licenza

Si assuma che l'innovatore sia in grado di offrire la propria tecnologia in licenza attraverso un contratto a prezzo unitario lineare $r > 0$ o a tariffa fissa $F > 0$. Il prezzo lineare r è proporzionale all'effetto di riduzione di costo x garantito dalla tecnologia, indipendentemente dal numero di imprese presenti sul mercato e dal numero di imprese $m < n$ che adottano la tecnologia: $r = \beta x$, dove $0 < \beta < 1$.

Invece, la tariffa fissa F estrae il surplus composto dalla differenza tra i profitti delle imprese *licenziate* post- e pre-adozione della tecnologia e, per questo motivo, dipende dal numero totale di imprese licenziate m . Siano $\pi_A(x, m)$ e $\pi_B(x, m)$ i profitti, rispettivamente, delle imprese licenziate e di quelle non licenziate, dati la dimensione dell'innovazione x e il numero totale di imprese in possesso di contratto di licenza m . La tariffa massima che le m imprese saranno disposte a pagare è uguale alla differenza tra i profitti che otterrebbero acquistando l'innovazione e quelli che otterrebbero non acquistandola, sapendo che $m - 1$ rivali acquisteranno la tecnologia. In altri termini, questa è la tariffa massima che un innovatore può scegliere per evitare che, in un contesto di offerta *take-it-or-leave-it* (TIOLI), le imprese abbiano un incentivo unilaterale alla deviazione. Si definisca dunque $F(x, m)$ come la tariffa scelta dall'innovatore che abbia intenzione di indurre l'adozione della tecnologia x da parte di precisamente m imprese. Si assuma anche che le imprese abbiano una preferenza per l'innovazione, così che, se le due soluzioni (nuova e vecchia tecnologia) garantissero il medesimo livello di profitti, la tecnologia innovativa verrebbe scelta come preferita. Formalmente, perché una tecnologia x sia adottata da esattamente m imprese, è necessario che:

$$\pi_A(x, m) - F(x, m) \geq \pi_B(x, m - 1) \quad (C.1)$$

¹⁰ Traduzione dell'autore. Testo originale: *For $k > 1$, a cost-reducing innovation is k -drastic if k is the minimum number such that if k firms have the innovation, all other firms drop out of the market, and a k -firm natural oligopoly is created.* Sen and Tauman (2007), p. 169.



Il timing del gioco

Il gioco si sviluppa nei seguenti stadi.

t=0 L'innovatore sviluppa la tecnologia x ;

t=1 L'innovatore sceglie il prezzo della licenza (r o F , a seconda del tipo di contratto) e il numero ottimale di contratti m ;

t=2 Dato il prezzo (r o F), le imprese a valle decidono se acquistare la tecnologia superiore (strategia A) o produrre con quella standard (strategia B);

t=3 Le imprese a valle competono nelle quantità e i profitti si realizzano

Il gioco è risolto per induzione a ritroso (SPNE).

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1) Prezzo unitario lineare - Royalties

Innovazioni non drastiche. *In primis*, questo paragrafo si concentrerà sull'analisi del sotto-gioco in cui l'innovatore offre contratti di licenza basati su royalties r . Si noti che il livello di r scelto dall'innovatore non può eccedere il beneficio in termini di costi garantito dall'innovazione x . Tale condizione rappresenta il vincolo di partecipazione (V.P.) a cui sottostà il problema di massimizzazione dell'innovatore ($\beta \leq 1 : r \leq x$).

Sotto V.P., l'innovatore sceglie $r = x$ per massimizzare i propri ricavi dalla vendita in licenza (il prezzo ottimo di monopolio non rispetta il V.P.). Di conseguenza, il prezzo della tecnologia annulla il beneficio in termini di costi e il risultato, quasi paradossale, è che il processo produttivo è tanto efficiente quanto lo sarebbe stato in assenza di una innovazione. Il problema dell'innovatore, dunque, può essere scritto in questi termini:

$$\max_x \pi_u^r = r(x)Q(x, r) - I(x) = \frac{nx(a-c)}{n+1} - \gamma x^2 \quad (1)$$

$$\frac{\partial \pi_u^r}{\partial x} = 0 \Rightarrow x^r = \frac{n(a-c)}{2\gamma(n+1)} \quad (2)$$



dove l'apice r indica che stiamo analizzando il sotto-gioco in cui il contratto di licenza è tramite royalties. Si noti che il livello di equilibrio dell'innovazione è proporzionale al livello della produzione complessivo delle imprese a valle $x^r = Q(n)/(2\gamma)$, ed è quindi una funzione crescente dell'intensità della competizione (risultato ben documentato in letteratura).

Innovazioni k-drastiche. Se l'effetto di riduzione di costi dell'innovazione fosse sufficientemente elevato, l'adozione della tecnologia da parte di un limitato gruppo di imprese potrebbe portare all'uscita dal mercato delle rivali meno efficienti. Come appena dimostrato, se il prezzo della nuova tecnologia fosse pari ai benefici di costo garantiti dall'innovazione, licenziati e non licenziati sarebbero assolutamente indistinguibili dal punto di vista di efficienza della tecnologia. Infatti, i loro costi marginali di produzione sarebbero uguali e pari a c . Si assuma ora che l'innovatore possa scegliere di concedere la tecnologia in licenza ad un ristretto numero di imprese ad un prezzo inferiore $r = \beta x$ con $\beta < 1$. In questo caso, emerge chiaramente un vantaggio strategico per le imprese licenziate, dal momento che i loro costi marginali sono ora inferiori a quanto non sarebbero in caso di non adozione. Naturalmente, a ciò corrisponde uno svantaggio strategico per le imprese non licenziate¹¹. Il gap tecnologico e il vantaggio strategico crescono all'aumentare dell'effetto netto della tecnologia. Inoltre, si noti che all'aumentare del numero di imprese licenziate m , il vantaggio strategico diminuisce (un'impresa efficiente compete con un numero maggiore di rivali ugualmente efficienti), mentre aumenta lo svantaggio competitivo (un'impresa inefficiente compete con un maggior numero di rivali efficienti). Formalmente, un'innovazione si definisce k-drastica se vale la condizione:

$$x \geq \frac{a-c}{m(1-\beta)} \quad \text{con } k < m < n - 1 \quad (C.2)$$

L'innovatore massimizza i profitti scegliendo il numero ottimale di contratti di licenza che intende vendere al prezzo r . I ricavi dalla vendita in licenza sono definiti come:

¹¹ Si veda l'appendice matematica.



$$\pi_u^{Dr} = -I(x) + R_u^{Dr} = -I(x) + \begin{cases} \frac{m \beta x(a - c + (x(1 - \beta)))}{m + 1} & \text{se } m \in [k, n - 1] \\ \frac{n x(a - c)}{n + 1} \equiv R_u^r & \text{se } m = n \end{cases}$$

dove l'apice *Dr* indica che stiamo analizzando lo scenario in cui l'innovazione è **k-Drastica** e il contratto di licenza prevede il pagamento di **royalties**¹².

La scelta dell'innovatore dipende da quale opzione garantisce maggiori profitti. Si può dimostrare che:

$$R_u^{Dr}|_{m < n} \geq R_u^{Dr}|_{m = n} \quad \text{se } x \geq \frac{(a - c)((m + 1)n - \beta m(n + 1))}{\beta(1 - \beta)m(n + 1)} \quad (C.3)$$

Si noti che, qualunque l'innovatore scelga $\beta \in [\beta^*, 1)$, dove $\beta^* = \frac{n}{n+1} < 1$, allora la condizione C.3 è sussunta dalla condizione C.2.

Ridefinendo C.2 relativamente a *m*, e utilizzandola all'interno dei ricavi dell'innovatore, è possibile derivare il livello di innovazione k-drastica di equilibrio e, conseguentemente, il numero di licenze ottimale ad esso corrispondente:

$$\frac{\partial \pi_u^{Dr}}{\partial x} = 0 \Rightarrow x^{Dr}(\beta, \gamma) = \frac{(a - c)\beta}{2\gamma} \Rightarrow m^{Dr} = (\beta, \gamma) = \frac{2\gamma}{\beta(1 - \beta)} \quad (3)$$

Dove $\gamma \leq \gamma^{Dr} \equiv \beta(1 - \beta)(n - 1)/2$ garantisce che la condizione C.2 sia soddisfatta. Come in precedenza, C.3 è sussunta da C.2 quando $\beta \in [\beta^*, 1)$.

Proposizione 1

Si assuma che il contratto di licenza preveda il pagamento di un prezzo unitario lineare e che la condizione $\gamma \leq \gamma^{Dr}$ sia soddisfatta. L'innovatore vende la propria tecnologia in licenza a un limitato sottogruppo di imprese a valle $m^{Dr} < n$ per un prezzo inferiore rispetto ai benefici generati dall'innovazione $r^{Dr} = \beta x^{Dr}$, con $\beta \in [\beta^*, 1)$. Il razionamento delle licenze è socialmente efficiente.

¹² Si noti che, se $m=n$, il problema può essere ricondotto a quello illustrato al precedente paragrafo. Inoltre, in questa sezione non si prende in considerazione il caso in cui $m < k$, dal momento che tale strategia è sempre dominata per l'innovatore. Infatti, se $m < k$, l'innovazione non è drastica e lo svantaggio strategico non è sufficientemente intenso per indurre i rivali non efficienti ad uscire dal mercato.



FIGURA 1

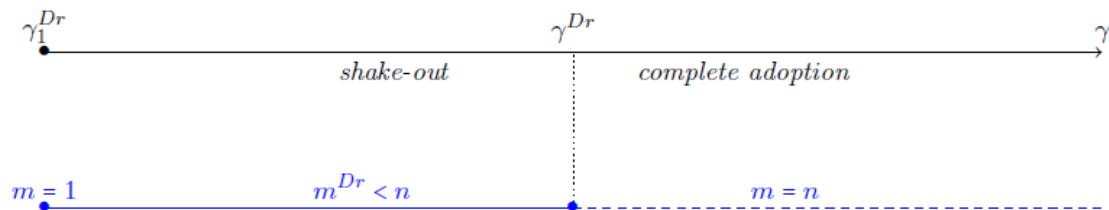


Figura 1: Licenza tramite prezzo unitario costante. L'effetto dell'innovazione sulla struttura di mercato, dato il livello del parametro di costo γ . Si noti che $\gamma_1^{Dr} = \frac{\beta(1-\beta)}{2}$ rappresenta la soglia al di sotto della quale $m^{Dr} = 1$.

Il risultato controintuitivo espresso nella Proposizione 1 stabilisce che l'innovatore a monte del mercato, in determinate condizioni, preferisce vendere la propria tecnologia a un prezzo inferiore e a meno imprese. Per comprenderlo, si supponga che il beneficio in termini di costi x ecceda il prezzo della licenza per unità di bene prodotto r . Intuitivamente, l'impresa licenziata è ora in grado di ridurre i propri costi marginali ed espandere la propria produzione (effetto di *espansione dell'output*, EEO d'ora in avanti). Al contrario, le imprese che non posseggono una licenza producono il bene finale a costi marginali relativamente maggiori e subiscono uno svantaggio strategico. Al ridursi del prezzo r , l'EEO diventa più rilevante, così come il costo opportunità del non possedere una licenza. Quando l'EEO è sufficientemente intenso, le imprese non in possesso di una licenza subiscono una contrazione di mercato eccessiva che le forza ad abbandonare la competizione (il prezzo in equilibrio scende al di sotto del costo marginale c). Quando ciò avviene, le imprese licenziate rimangono le sole ad operare nel mercato, che si trasforma in un oligopolio composto da m^{Dr} imprese. Intuitivamente, il razionamento dei contratti di licenza è profittevole se è in grado di generare uno shake-out dell'industria e se la maggiore efficienza produttiva risultante è sufficiente a dominare le diseconomie derivanti dalla maggiore concentrazione di mercato. Questo risultato aggiorna quanto formulato in Lahiri e Ono (1988). Dal punto di vista del policy-maker, aumentare la concentrazione di mercato escludendo le imprese meno efficienti è positivo per il benessere sociale. Gli autori argomentano che la riallocazione della produzione dalle imprese inefficienti a quelle efficienti sia sufficiente a compensare le perdite derivate da una maggiore concentrazione di mercato. L'analisi in questo articolo suggerisce che un fornitore di una tecnologia superiore è in grado, in determinate condizioni, di



raggiungere un risultato comparabile. Ciò avviene quando i benefici in termini di costo generati dall'innovazione sono sufficientemente elevati. In tal caso, ridurre il prezzo di vendita della licenza e il numero di contratti risulta più efficiente che offrire a tutte le imprese la stessa tecnologia. Si noti che il razionamento dei contratti di licenza è ottimale da un punto di vista del benessere in quanto implica un'espansione del livello di produzione a valle (così come dei ricavi dalla licenza). La principale differenza con il modello presentato in Lahiri e Ono (1988) è che le imprese a valle sono *ex-ante* simmetriche, e che l'asimmetria nella dotazione tecnologica è un risultato della scelta di massimizzazione dell'innovatore.

Infine, si noti che n non influisce direttamente sul livello di innovazione in equilibrio (in caso di innovazione k-drastica). Ciò è dovuto al fatto che il flusso di ricavi dell'innovatore dipende dal numero di contratti di licenza m^{Dr} , dai costi dell'innovazione γ , e dalla quota β di benefici di costo estratta dall'innovatore.

Tuttavia, all'aumentare della competizione, l'intervallo di valori di β per cui il razionamento dei contratti è ottimale si riduce ($\beta_n^* > 0$ e $\lim_{n \rightarrow \infty} \beta^* = 1$). Inoltre, guardando alla condizione sui costi che garantisce che l'innovazione sia k-drastica ($\gamma \leq \gamma^{Dr}$), è facile constatare come tale condizione diventi meno stringente man mano che la competizione aumenta di intensità.

Proposizione 2

Si assuma che il contratto di licenza preveda il pagamento di un prezzo unitario lineare e che la condizione $\gamma \leq \gamma^{Dr}$, sia soddisfatta. L'intensità della competizione n non esercita un effetto **diretto** sulle dimensioni dell'innovazione. Tuttavia, dal momento che $\frac{\partial \gamma^{Dr}}{\partial n} > 0$ e $\frac{\partial \beta^*}{\partial n} > 0$, è possibile affermare che la competizione esercita un effetto **indiretto** positivo sugli incentivi dell'innovatore a sviluppare una innovazione k-drastica.

3.2 Tariffa fissa

La restante parte di questa sezione presenta il sottogioco in cui l'innovatore sceglie un contratto di licenza tramite tariffa fissa $F(x, m)$.

Innovazioni non-drastiche. Si analizzi ora il problema delle imprese a valle durante il terzo stadio del gioco. Le imprese osservano la coppia (F, x) e decidono tra pagare la tariffa F e adottare la nuova tecnologia, riducendo i costi di produzione da c a $c - x$, oppure non acquistare la licenza e produrre al costo c



con la tecnologia standard liberamente disponibile nel mercato. L'innovazione è adottata da m imprese se la condizione *C.1* è soddisfatta.

Risolvendo la condizione *C.1* con l'uguaglianza, si deriva la tariffa massima che l'innovatore può applicare se vuole indurre l'adozione della tecnologia da parte di m imprese.

$$F(m, n, x) = \frac{n x (2(a - c) + x(n - 2m + 2))}{(n + 1)^2}$$

Il valore ottimale dell'innovazione x dato il numero di imprese m si ottiene tramite la semplice massimizzazione dei profitti:

$$\pi_u^F = m F(m, n, x) - I(x) = \frac{n m x (2(a - c) + x(n - 2m + 2))}{(n + 1)^2} - \gamma x^2 \quad (4)$$

$$\frac{\partial \pi_u^F}{\partial x} = 0 \Rightarrow x^F(m) = \frac{m(a - c)n}{\gamma(n + 1)^2 - m(n - 2m + 2)n} \quad \text{con } m \in [1, n] \quad (5)$$

dove l'apice F indica che siamo nel contesto del sotto-gioco in cui l'innovatore vende i contratti di licenza tramite tariffa **Fissa**.

Si noti che il profitto dell'innovatore π_u^F raggiunge il suo massimo quando $m^F = \min\{\bar{m}(n), n\}$, dove $\bar{m}(n) = \frac{2\gamma(n+1)^2}{n(n+2)}$. Dunque, sostituendo questo valore all'interno dell'equazione eq. 5 è possibile derivare il valore di equilibrio dell'innovazione:

$$x^F = \begin{cases} \frac{2n(n+2)(a-c)}{8\gamma(n+1)^2 - n(n+2)^2} & \text{se } \gamma < \gamma^F \\ \frac{n^2(a-c)}{\gamma(n+1)^2 + n^2(n-2)} & \text{altrimenti} \end{cases} \quad (6)$$

dove γ^F s.t. $m^F|_{\gamma=\gamma^F} = n$.

Proposizione 3

Si assuma che il contratto di licenza preveda il pagamento di una tariffa fissa $F > 0$. L'effetto **diretto** della competizione sugli incentivi all'innovazione è composto da due forze di



segno opposto. Da una parte, $n \uparrow$ determina un aumento del vantaggio strategico per le m imprese licenziate, dato il loro numero (effetto strategico). Tuttavia, un aumento della competizione erode i margini di profitto di tutte le imprese a valle, limitando l'estrazione di surplus (effetto competitivo). Questo effetto è mitigato dalla riduzione del numero di contratti ottimali m^F , ma non necessariamente compensato. In sintesi:

$$\frac{\partial x^F}{\partial n} \begin{cases} > 0 & \text{se } \gamma \geq \frac{n^3}{2n+2} \\ < 0 & \text{se } \frac{n^3}{2n+2} > \gamma \geq \gamma^F \\ > 0 & \text{se } \gamma \geq \gamma^F \end{cases}$$

Innovazioni k-drastiche. Si rammenti che un'innovazione è detta k-drastica se soddisfa la condizione $x \geq \frac{(a-c)}{m}$. Dalla letteratura sappiamo che il numero ottimale di contratti data un'innovazione di dimensione $x \geq \frac{(a-c)}{k}$, con $k \leq n-1$, è pari a $m^* = k$ (si veda anche Kamien & Tauman (1986), p. 475, proposizione 2).

L'innovatore vende la licenza a esattamente $m^* = k$ imprese a valle e induce le altre ad abbandonare la competizione. La tariffa scelta dall'innovatore non può, tuttavia, eccedere i benefici complessivi incorporati nell'innovazione. Nel dettaglio, la tariffa deve essere tale da soddisfare la condizione C.1:

$$F^{DF}(m, n, x) = \frac{((a-c)(m+n+2) + x(n+2-m^2))((a-c)(n-m) + x(n+m^2))}{(m+1)^2(n+1)^2}$$

dove l'apice *DF* indica lo scenario in cui l'innovazione è k-**D**rastica e il contratto di licenza prevede una tariffa **F**issa. Si noti che, data la condizione $x \geq \frac{(a-c)}{m}$ con $m \in [k, n-1]$ (innovazione k-drastica), è possibile riscrivere il numero di contratti in funzione di x : $m^* = \frac{(a-c)}{x}$. Utilizzando questo valore, si può facilmente derivare il valore di equilibrio del livello di innovazione:

$$x^{DF} = \begin{cases} \frac{n(n+2)(a-c)}{2\gamma(n+1)^2}, & \text{se } \gamma_1^{DF} < \gamma < \gamma^{DF} \\ \frac{(a-c)}{4\gamma-1}, & \text{se } \gamma < \gamma_1^{DF} \end{cases} \quad (7)$$



dove $\gamma^{DF} = \frac{n(n+2)^2}{4(n+1)^2}$ e $\gamma_1^{DF} = \frac{n(n+2)}{2(n+1)^2}$ sono le soglie che separano, rispettivamente, le innovazioni non drastiche da quelle k-drastiche e le innovazioni k-drastiche da quelle 1-drastiche o, più semplicemente, drastiche. L'equazione 7 può essere utilizzata per determinare il valore di equilibrio del numero di contratti:

$$m^* = k = \frac{a - c}{x^{DF}} = \frac{2\gamma(n+1)^2}{n(n+2)} \equiv m^{DF} \quad (8)$$

È interessante notare come m^{DF} sia una funzione decrescente di n . Inoltre, si noti che il numero di contratti ottimali in caso di innovazioni non-drastiche e k-drastiche coincidono, seppure per intervalli di valori di γ differenti $m^* = m^F$. Intuitivamente, esiste un valore minimo $\bar{m} = 1$ che è raggiunto quando $\gamma < \gamma_1^{DF}$. Non esiste infatti alcuna ragione per cui l'innovatore scelga di non vendere alcuna licenza, poiché ciò comporterebbe l'inattività (profitti nulli). Ne consegue che il numero di contratti ottimali è $m^{DF} = \max\{1, m^*\}$. Inoltre, si può notare che quanto più intensa è la competizione, tanto maggiori i benefici di costo dell'innovazione. Di conseguenza, anche il numero di contratti si riduce, riducendosi il numero minimo di imprese necessario a generare uno shake-out dell'industria. In sintesi, è possibile stabilire che:

Proposizione 4

*Si assuma che il contratto di licenza preveda il pagamento di una tariffa fissa e che la condizione dei costi di innovazione $\gamma < \gamma^{DF}$ sia soddisfatta. La competizione ha un effetto **diretto** non negativo sugli incentivi all'innovazione. Tale effetto è mediato dall'interazione tra effetto strategico (positivo) ed effetto competitivo (negativo). Se il costo dell'innovazione soddisfa $\gamma \in (\gamma_1^{DF}, \gamma^{DF}]$ allora il primo domina il secondo. Invece, se il costo dell'innovazione è $\gamma < \gamma_1^{DF}$, l'effetto è nullo. In sintesi:*

$$\frac{\partial x^{DF}}{\partial n} \begin{cases} > 0, & \text{se } \gamma^{DF} \geq \gamma > \gamma_1^{DF} \\ = 0, & \text{se } \gamma_1^{DF} \geq \gamma \end{cases}$$

Combinando i risultati enunciati nelle proposizioni 3 e 4, si può notare come il numero ottimale di contratti di licenza per l'innovatore a monte è rappresentato da una funzione monotona decrescente del costo di innovazione γ . Si supponga che $\gamma \leq \gamma^{DF}$. In tal caso, l'innovatore è sempre in grado di sviluppare una innovazione



k-drastica. Dunque, $m^{DF} < n$ imprese ottengono il contratto di licenza, mentre le $n - m^{DF}$ imprese rivali sono forzate ad abbandonare la competizione, dato che sarebbe impossibile per loro ottenere margini di profitto non negativi con la tecnologia obsoleta.

FIGURA 2

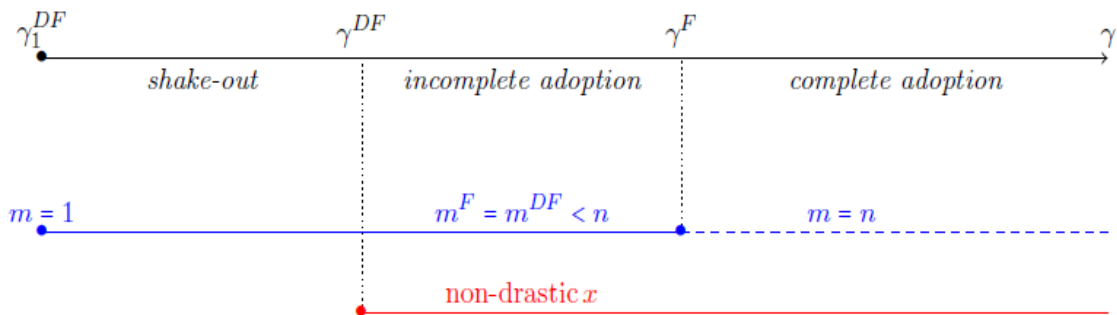


Figura 2: Licenza tramite tariffa fissa. L'effetto dell'innovazione sulla struttura di mercato, dato il livello del parametro di costo γ .

La situazione è meno ovvia se il costo dell'innovazione è $\gamma \in (\gamma^{DF}, \gamma^F]$. Infatti, in questo caso, l'adozione parziale dell'innovazione non crea le condizioni per uno shake-out dell'industria. Entrambi i gruppi di imprese, le licenziate e le non licenziate, pur con diversi livelli di efficienza, sono in grado di operare sul mercato a prezzi non inferiori ai costi marginali. Dunque, la produzione è allocata fra imprese con diversi costi di produzione (e, dunque, diversa efficienza). Infine, se il costo dell'innovazione è molto elevato ($\gamma > \gamma^F$), l'innovatore sviluppa una tecnologia relativamente poco efficiente i cui benefici in termini di costi non sono sufficienti a generare un trade-off tra quantità di contratti e livello della tariffa. Dunque, l'innovazione viene venduta in licenza a tutte le imprese. La figura 2 sintetizza i risultati appena espressi.

Proposizione 5

Si assuma che il contratto di licenza preveda il pagamento di una tariffa fissa. Data l'intensità della competizione n , l'adozione della tecnologia è completa se $\gamma \geq \gamma^F$, mentre è parziale se $\gamma < \gamma^F$. Inoltre, se il costo dell'innovazione è $\gamma < \gamma^{DF} < \gamma^F$, l'adozione parziale induce la fuoriuscita dal mercato di tutte le imprese non in possesso di una licenza.



Corollario

Data l'intensità della competizione n , se il costo della tecnologia è $\gamma \in (\gamma^{DF}, \gamma^F]$, l'adozione parziale della tecnologia risulta in un'allocazione inefficiente della produzione tra i due gruppi di imprese (le imprese non licenziate sono in grado di vendere il bene finale ad un prezzo non inferiore ai propri costi di produzione).

Proposizione 6

Si assuma che il contratto di licenza preveda il pagamento di una tariffa fissa. La competizione esercita sia un effetto **diretto**, sia un effetto **indiretto** sugli incentivi all'innovazione dell'innovatore a monte del mercato. L'effetto **diretto** è descritto nelle proposizioni 3 e 4. Invece, l'effetto **indiretto** è identificato dalla sensibilità del mercato agli effetti drastici dell'innovazione. Nel dettaglio, dato che $\partial \gamma^{DF} / \partial n > 0$ all'aumentare dell'intensità dell'innovazione diventa più semplice per un innovatore sviluppare un'innovazione k -drastica, anche a fronte di costi di innovazione maggiori.

3.3 Policy e benessere sociale

Un potenziale intervento del policy-maker è la soppressione della tecnologia meno efficiente, in modo da accelerare la diffusione di quella migliore. Tuttavia, se la struttura di mercato è come descritta in questo modello (un innovatore monopolista a monte e un oligopolio composto da n imprese identiche a valle), tale intervento non avrebbe un impatto positivo sul benessere sociale. Infatti, escludendo la tecnologia inferiore, si otterrebbe come risultato di rendere la tecnologia superiore un input fondamentale. Di conseguenza, si starebbe offrendo all'innovatore la libertà di organizzare il mercato come un monopolio verticale, indipendentemente dall'efficienza della tecnologia di cui è proprietario. Ciò comporterebbe, in caso di prezzo unitario lineare l'estremizzazione del problema di doppia marginalizzazione e un effetto negativo sul benessere sociale. Similmente, in caso di tariffa fissa, l'unica impresa licenziata produrrebbe le quantità da monopolista efficiente, trasferendo tutto il surplus all'innovatore tramite la tariffa F . Pur risolvendo il problema della doppia marginalizzazione, il risultato rimarrebbe comunque sub-ottimale. Infatti, perché una policy che sospenda l'utilizzo della tecnologia meno efficiente abbia un effetto positivo sul benessere sociale è necessario che:



Luca Sandrini

Effetto diretto e indiretto della competizione
sugli incentivi privati al R&D e vendita
in licenza di una tecnologia superiore

$$Q^{Mon}(x) = \frac{(a-c+x)}{2} \geq \begin{cases} \left(\frac{m(a-c+x(n-m+1))}{n+1} + \frac{(n-m)(a-c-mx)}{n+1} \right) = Q^F(m,x) & \text{se } \gamma > \gamma^{DF} \\ \frac{m(a-c+x)}{m+1} = Q^{DF} & \text{se } \gamma \leq \gamma^{DF} \end{cases}$$

tale condizione è soddisfatta nel modello solo ed esclusivamente nel caso di innovazione 1-drastica, ovvero quando la policy sarebbe del tutto ininfluenza. Si può dunque concludere che, in un mercato verticale in cui un innovatore a monte produce e vende alle imprese a valle una tecnologia produttiva superiore, l'ordine di sospensione della tecnologia produttiva standard non è una policy ottima per il benessere sociale. In particolare, i benefici dalla riallocazione efficiente della produzione non compensano le diseconomie originate dall'aumentata concentrazione di mercato.

4. CONCLUSIONI

L'obiettivo di questo articolo non è quello di fornire risultati originali su quale contratto di licenza sia il più efficiente nel generare incentivi all'innovazione. Invece, l'analisi qui offerta intende illustrare come la competizione di mercato interagisca con gli incentivi privati all'innovazione di un innovatore, a seconda del contratto di licenza. Il maggior contributo di questo articolo risiede nell'identificazione di un effetto di *feedback* (o di rinforzo positivo) della competizione sugli incentivi all'innovazione, *indipendentemente dal contratto di licenza preso in considerazione*. Intuitivamente, poiché la tariffa fissa e il prezzo unitario entrano nella funzione di profitto delle imprese in maniera differente, l'effetto **diretto** della competizione sugli incentivi all'innovazione varia tra le due tipologie contrattuali. Il prezzo unitario implica che i ricavi dalla vendita in licenza della tecnologia sono proporzionali alle unità prodotte, mentre la tariffa fissa rende più semplice all'innovatore sfruttare la disponibilità a pagare delle imprese a valle. Al contrario, l'effetto **indiretto** è simile per entrambe le tipologie contrattuali prese in considerazione. Quando la competizione si intensifica, la struttura di mercato diventa più fragile. Di conseguenza, anche innovazioni più piccole possono, indurre una riorganizzazione del mercato, con alcune imprese (in possesso di contratto di licenza) in grado di continuare la produzione, e altre (sprovviste di licenza) costrette ad abbandonare la competizione. Al limite, $n \rightarrow \infty$, ogni innovazione, anche la più marginale, è un'innovazione drastica. Questo articolo



identifica un effetto di *feedback* della competizione sugli incentivi ad innovare e mostra come l'innovatore incorpori l'effetto **indiretto** aumentando gli investimenti in R&D. Inoltre, è interessante notare che l'analisi presentata in questo articolo suggerisce che le royalties, tradizionalmente associate all'adozione completa della tecnologia, possa condurre il mercato ad un'adozione parziale se l'innovazione è sufficientemente efficace, dato il livello di competizione.

Questo articolo non affronta il tema dell'incertezza legata al processo innovativo. Implicitamente, il modello presentato considera i costi di innovazione come costi di sviluppo di una tecnologia la cui ricerca è già stata completata. In che modo competizione e rischi interagiscano e alterino l'effetto di *feedback* è un tema aperto.

APPENDICE MATEMATICA

Innovazioni non drastiche con prezzo unitario

L'equazione 2 deriva dalla massimizzazione dei profitti dell'innovatore:

$$\max_r \pi_u^r = r Q_d(x, r) - \gamma x^2 \quad (A.1)$$

Sotto vincolo di partecipazione, il prezzo dell'innovazione per unità di bene finale prodotto non può eccedere il beneficio in termini di riduzione di costo marginale x . L'innovatore (che da monopolista sceglierebbe un prezzo superiore a x), è quindi costretto ad applicare il prezzo massimo possibile, $r = x$. Perciò, l'innovazione risulta neutrale dal punto di vista delle imprese a valle, e i loro payoff in questo sotto-gioco sono gli stessi che otterrebbero in un classico gioco alla Cournot con n imprese senza innovazione. Sostituendo prezzi e le conseguenti quantità nella funzione di profitto dell'innovatore si ottiene l'equazione 1. Da questa, tramite massimizzazione standard, si deriva il livello x di equilibrio definito nell'equazione 2.

Innovazioni k-drastiche con prezzo unitario

Si consideri $\beta < 1$. A seconda della strategia adottata (A, adozione della nuova tecnologia, oppure B, utilizzo della tecnologia standard) i *payoff* delle imprese a valle sono i seguenti:



$$\pi_d^A = \frac{(a - c + (n - m + 1)x(1 - \beta))^2}{(n + 1)^2} \quad (A.2)$$

$$\pi_d^B = \frac{(a - c - m x(1 - \beta))^2}{(n + 1)^2} \quad (A.3)$$

L'equazione A.3 mostra chiaramente che, qualora $x > \frac{a-c}{m(1-\beta)}$, con $m \in [k, n - 1]$, le imprese che scelgono la strategia B non sarebbero in grado di operare nel mercato. In altre parole, le imprese non licenziate sono attive nel mercato se e solo se l'innovazione non esercita effetti drastici sul mercato.

Si supponga ora che l'innovazione sia drastica. In tal caso, è possibile riscrivere i *payoff* delle imprese licenziate come segue:

$$\pi_d^A = \frac{(a - c + x(1 - \beta))^2}{(m + 1)^2} \quad (A.4)$$

La condizione C.3 mostra il valore soglia di x al di sopra del quale il razionamento delle licenze è una strategia ottimale per l'innovatore. Si noti che la condizione è derivata dal confronto tra i ricavi dell'innovatore nel caso in cui vendesse la licenza a tutte le imprese o solo ad un gruppo ristretto $m < n$:

$$\frac{m \beta x (a - c + x(1 - \beta))}{m + 1} > \frac{n x (a - c + x)}{n + 1} \quad \text{se C.3 è soddisfatta} \quad (A.5)$$

Inoltre, si noti che:

$$C.2 \equiv \frac{a - c}{m(1 - \beta)} \geq \frac{(a - c)((m + 1)n - \beta m(n + 1))}{(1 - \beta)\beta m(n + 1)} \equiv C.3 \quad \text{se } \beta \in [\beta^*, 1) \quad (A.6)$$

con $\beta^* = \frac{n}{n+1}$. Il valore di equilibrio di x e il numero ottimale di contratti, equazione 3, derivano dalla massimizzazione standard della funzione obiettivo dell'innovatore. Le proposizioni 1 e 2 derivano logicamente dalla statica comparata dei livelli di innovazione in equilibrio e delle soglie γ^{Dr} e β^* .



Innovazioni non drastiche con tariffa fissa

Si consideri ora il sotto-gioco in cui l'innovatore sceglie di vendere la licenza tramite tariffa fissa. In questo caso, il prezzo della licenza non mitiga i benefici in termini di costi marginali di produzione. Tuttavia, l'innovazione deve garantire all'impresa licenziata un livello di profitti minimo, date l'intensità della competizione e la scelta strategica delle imprese rivali, almeno alla tariffa pagata all'innovatore. Le quantità prodotte dalle imprese, sia licenziate, sia con la tecnologia vecchia, sono facilmente derivate tramite massimizzazione simultanea dei profitti. Sostituendo le quantità nelle rispettive funzioni obiettivo si ottiene, per le imprese licenziate:

$$\pi_d^A(x, m) = \frac{(a - c + x(n - m + 1))^2}{(n + 1)^2} - F(x, m) \quad (A.7)$$

mentre per le imprese non licenziate:

$$\pi_d^B(x, m) = \frac{(a - c - m x)^2}{(n + 1)^2} \quad (A.8)$$

Nello stadio $t = 2$, l'innovatore sceglie la tariffa $F(x, m)$ che sollecita l'adozione della tecnologia da parte di un numero di imprese m , tale per cui i ricavi dalla vendita in licenza sono massimizzati. La condizione C.1 stabilisce la condizione sufficiente perché il gioco abbia un unico equilibrio.

Utilizzando le equazioni A.7 e A.8, la condizione C.1 diventa:

$$F(m, n, x) \leq \frac{n x (2(a - c - x(m - 1)) + x n)}{(n + 1)^2} \quad (A.9)$$

L'innovatore massimizza i propri profitti scegliendo m e x , ovvero il numero ottimale di contratti e il livello di innovazione, inteso come l'efficacia della stessa in termine di riduzione dei costi. Il trade-off che l'innovatore deve bilanciare è tra il numero di licenze vendute e il valore di ogni singola licenza. Intuitivamente, riducendo il numero di licenze disponibili, il vantaggio strategico per le imprese licenziate è maggiore, così come il prezzo che esse sono disposte a pagare. Tuttavia, riducendo il prezzo, l'innovatore è in grado di vendere un maggior numero di licenze. La scelta di m e x dipende da qual è il numero massimo di



licenze, oltre il quale un aumento marginale delle non compensa il calo di prezzo necessario ad attuarlo. In altre parole:

$$\max_{m,x} \pi_u^F = m F(m,n,x) - \gamma x^2 \quad (A.10)$$

da cui si ottengono i risultati illustrati nell'equazione 6 e nella proposizione 3.

Innovazioni k-drastiche con tariffa fissa

Si consideri $x = \frac{a-c}{k}$, dove $k \leq n-1$, sappiamo dalla proposizione 2 in Kamien & Tauman (1986) che il numero di contratti in equilibrio è $k = \frac{a-c}{x}$ – ciò significa che l'innovatore applicherà una tariffa fissa $F(x,m)$ tale per cui l'acquisto della licenza sia conveniente per non più di $m = k$ imprese a valle. Utilizzando $m^{DF} = k = \frac{a-c}{x}$, è possibile riformulare le quantità prodotte in equilibrio (e i profitti associati) dalle imprese licenziate, sapendo che le imprese non in possesso di una licenza abbandonano il mercato:

$$q_d^A = \frac{a-c+x}{m+1} = \frac{a-c+x}{\frac{a-c}{x}+1} = x \quad (A.11)$$

$$\pi_d^A = x^2 - F \quad (A.12)$$

La tariffa scelta dall'innovatore, dunque, è:

$$F(x,n) = x^2 - \frac{(a-c-(m-1)x)^2}{(n+1)^2} = \frac{n(2+n)x^2}{(n+1)^2} \quad (A.13)$$

Si ricordi che il numero di contratti firmati dall'innovatore ha un limite inferiore a $m^{DF} = 1$. In tal caso le equazioni da A.11 a A.13 diventano:

$$q_d^A = \frac{a-c+x}{2} \quad (A.14)$$

$$\pi_d^A = \frac{(a-c+x)^2}{4} - F \quad (A.15)$$



$$F^{DF} = \frac{(a - c + x)^2}{4} - \frac{(a - c)^2}{(n + 1)^2} = \frac{((a - c)(n - 1) - (n + 1)x)((a - c)(n + 3) - (n + 1)x)}{4(n + 1)^2} \quad (A.16)$$

I profitti dell'innovatore, di conseguenza, sono:

$$\pi_u^{DF} = \begin{cases} \frac{n(n + 2)x(a - c)}{(n + 1)^2} - \gamma x^2 & \text{se } m > 1 \\ \frac{((a - c)(n - 1) - (n + 1)x)((a - c)(n + 3) - (n + 1)x)}{4(n + 1)^2} & \text{se } m = 1 \end{cases} \quad (A.17)$$

l'equazione 7 deriva dalla massimizzazione dell'equazione A.17 rispetto a x . La proposizione 4 si ottiene tramite semplice statica comparata del livello di equilibrio della tecnologia, al variare di n .

Le proposizioni 5 e 6 derivano logicamente dai risultati illustrati.

BIBLIOGRAFIA

- Aghion P., Akcigit U. e Howitt P. (2015), *Lessons from Schumpeterian Growth Theory*, «American Economic Review», 105, pp. 94-99
- Aghion P., Bergeaud A., Crette G., Lecat R. e Maghin H. (2019), *Coase Lecture - The Inverted-u Relationship between Credit Access and Productivity Growth*, «Economica», 86, 341, pp. 1-31
- Aghion P., Bloom N., Blundell R., Griffith R. e Howitt P. (2005), *Competition and Innovation: An Inverted-u Relationship*, «The Quarterly Journal of Economics», 120, 2, pp. 701-728
- Arrow K. (1962), *Economic Welfare and the Allocation of Resources for Innovation*, in R.R. Nelson (a cura di), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton, Princeton University Press, pp. 609-625
- Badia B., Tauman Y. e Tumendemberel B. (2020), *On the Diffusion of Competing Innovations*, «Mathematical Social Sciences», 108(C), pp. 8-13
- Delbono V. e Lambertini L. (2020), *Innovation and Product Market Concentration: Schumpeter, Arrow, and the Inverted U-shape Curve*, Oxford, Oxford Economic Papers.
- Erutku C. e Richelle Y. (2007), *Optimal Licensing Contracts and the Value of a Patent*, «Journal of Economics, Management & Strategy», 16, 2, pp. 407-436
- Gallini N.T. e Wright B.D. (1990), *Technology Transfer under Asymmetric Information*, «RAND Journal of Economics», 21, 1, pp. 147-160
- Hermosilla M. e Wu Y. (2018), *Market Size and Innovation: The Intermediary Role of Technology Licensing*, «Research Policy», 47, 5, pp. 980-991



- Kamien M.I., Oren S. e Tauman Y. (1986), *Fees Versus Royalties and the Private Value of a Patent*, «Quarterly Journal of Economics», 101, 3, pp. 471-492
- (1992), *Optimal Licensing of Cost Reducing Innovation*, «Journal of Mathematical Economics», 21, pp. 483-508
- (2002), *Patent Licensing: The Inside Story*, «The Manchester School», 70, pp. 7-15
- Katz M.L. e Shapiro C. (1985), *On Licensing of Innovations*, «RAND Journal of Economics», 16, 4, pp. 504-520
- Lahiri S. e Ono Y. (1988), *Helping Minor Firms Reduces Welfare*, «The Economic Journal», 98, 393, pp. 1199-1202
- Lapan H. e Moschini G. (2000), *Incomplete Adoption of a Superior Technology*, «Economica», 67, pp. 525-542
- Marshall G. e Parra A. (2019), *Innovation and Competition: The Role of the Product Market*, «International Journal of Industrial Organization», 65, pp. 221-247
- Meng B., Ye M. e Wei S.-J. (2020), *Measuring Smile Curves in Global Value Chains*, «Oxford Bulletin of Economics and Statistics», 82, pp. 988-1016
- Pagano U. (2014), *The Crisis of Intellectual Monopoly Capitalism*, «Cambridge Journal of Economics», 38, pp. 1409-1431
- Parra A. (2019), *Sequential Innovation, Patent Policy and the Dynamics of the Replacement Effect*, «RAND Journal of Economics», 50, 3, pp. 568-590
- Rostoker M.D. (1984), *A Survey of Corporate Licensing*, «IDEA: Journal of Law and Technology», 24, pp. 59-92
- Sen D. (2005), *Fee versus Royalty Reconsidered*, «Games and Economic Behaviour», 53, pp. 141-147
- Sen D. e Stamatopoulos G. (2016), *Licensing under General Demand and Cost Functions*, «European Journal of Operational Research», 253, 3, pp. 673-680
- Sen D. e Tauman Y. (2007), *General Licensing Scheme for a Cost Reducing Innovation*, «Games and Economic Behaviour», 59, pp. 163-186
- (2018), *Patent Licensing in a Cournot Duopoly: General Results*, «Mathematical Social Sciences», 96, pp. 37-48
- Shen J.H., Deng K. e Tang S. (2021), *Re-evaluating the 'Smile Curve' in Relation to Outsourcing Industrialization*, «Emerging Markets Finance and Trade», 57, 5, pp. 1247-1270
- Shin N., Kraemer K.L. e Dedrick J. (2012), *Value Capture in the Global Electronics Industry: Empirical Evidence for the "Smiling Curve" Concept*, «Industry and Innovation», 19, 2, pp. 89-107