

Teoria dei meccanismi d'asta e assegnazione
delle frequenze per le telecomunicazioni:
il caso degli U.S.A.

Massimo D'Antoni

luglio 1996

Riassunto

Negli Stati Uniti la Federal Communication Commission ha recentemente avviato la vendita di frequenze destinate allo sviluppo del mercato delle telecomunicazioni personali, utilizzando un meccanismo d'asta senza precedenti per complessità e dimensioni. Al fine di offrire dei punti di riferimento adeguati alla comprensione delle scelte relative alle modalità di svolgimento di tale operazione, il presente lavoro passa in rassegna i risultati teorici fondamentali relativi ai meccanismi d'asta. Partendo dal caso più semplice dell'asta per un unico bene e di valutazioni private e indipendenti da parte dei concorrenti, in cui vale il risultato di equivalenza del reddito atteso ottenibile dai diversi meccanismi, si allarga l'attenzione al caso più generale esaminato da Milgrom e Weber (1982), e si considerano i problemi posti dalla vendita simultanea di più unità del bene. Dal puntuale confronto tra teoria e soluzioni concrete adottate dalla Commissione emerge l'impressione di un forte grado di coerenza nelle scelte compiute, che è effetto e causa del grande interesse manifestato dagli economisti per l'intera operazione. In conclusione, a partire dagli esiti delle aste finora svolte, si cerca di dare una prima valutazione sulla loro efficacia in relazione agli obiettivi posti dal governo statunitense, e si evidenziano alcuni aspetti meritevoli di futura riflessione.

1. Introduzione

Il settore delle telecomunicazioni è sempre stato considerato un tipico caso di monopolio naturale.

Una novità di rilievo degli ultimi anni, destinata con tutta probabilità a modificare questa valutazione, è lo sviluppo della comunicazione via etere. Tra le possibilità offerte da questa nuova tecnologia c'è infatti quella di introdurre nel settore la competizione di mercato, con tutto quanto questo comporta in termini di incentivi all'efficienza per le imprese operanti.

La risorsa principale per l'accesso a questo mercato resta però limitata. Si configura dunque come estremamente delicato il momento dell'attribuzione di diritti di proprietà sul bene "etere" agli operatori privati. Tecnicamente, si tratta di assegnare a chi si candida ad operare in questo settore l'utilizzo di una certa banda di frequenza su una determinata porzione del territorio nazionale.

Le modalità di questa assegnazione sono un aspetto di estrema importanza. Innanzitutto, è nell'interesse della collettività che le frequenze siano utilizzate da chi può trarne il massimo valore economico. In astratto l'allocatione iniziale delle frequenze potrebbe essere irrilevante, in quanto la possibilità di una successiva rivendita finirebbe per riallocarle in modo efficiente; un tale esito richiederebbe però la presenza di concorrenza o quantomeno di possibilità di contrattare il prezzo di rivendita delle frequenze a costi ridotti, un'ipotesi che contrasta con quanto possiamo legittimamente attenderci in un mercato in cui il numero di operatori è limitato.

Inoltre, date le dimensioni del settore in questione, e data l'incertezza di ogni valutazione sull'effettivo valore della concessione in un contesto di rapido sviluppo tecnologico e vertiginosa espansione della domanda di questo tipo di servizi, sono in gioco questioni di enorme rilevanza distributiva. Una stima non corretta o l'adozione di una procedura inadeguata nell'allocatione dei diritti di proprietà possono dare per risultato un trasferimento di ricchezza dal governo—e dunque dalla collettività—agli operatori privati, che può risultare socialmente e politicamente non accettabile. Tanto più che è verosimile pensare che tra governo e operatori sia particolarmente rilevante il problema di asimmetria informativa sulle condizioni tecnologiche, e quindi sui costi, e sulle prospettive sul lato della domanda.

L'allocatione iniziale influenzerà infine con tutta probabilità la natura della successiva concorrenza nel mercato delle telecomunicazioni: ancora una volta per via dello sviluppo tecnologico particolarmente rapido, difficilmente per un *late comer* sarà possibile scalzare una posizione di monopolio già consolidata. Dalla pressione esercitata dalla concorrenza deriva l'incentivo a contenere i costi e a investire in R&S, e dunque dall'allocatione iniziale

dipende l'efficienza "dinamica" del settore; ma bisogna tenere conto anche di motivazioni di diversa natura, legate al pluralismo in un settore che è certamente strategico per il prossimo sviluppo dell'intera economia.

L'attribuzione dei diritti di utilizzo delle frequenze deve essere dunque orientata al raggiungimento dei consueti obiettivi di:

efficienza: le concessioni devono essere assegnate ai produttori che possono operare con i minori costi di produzione;

ottima estrazione delle rendite: va evitata una "svendita" della concessione che possa tradursi in un profitto eccessivo per il concessionario a spese della collettività;

tutela della concorrenza: è necessario evitare la concentrazione dei diritti di proprietà sulle frequenze che possano dar luogo a comportamenti monopolistici o a forme di inefficienza "dinamica".

A tali fini è difficile pensare che processi come l'assegnazione amministrativa o il sorteggio, cioè i metodi normalmente utilizzati dai governi, possano dare risultati soddisfacenti.

Oggetto del presente studio sarà il processo di assegnazione delle frequenze recentemente avviato (e tuttora in corso) negli Stati Uniti. Il caso si presenta interessante in primo luogo per le dimensioni e la complessità assunte dall'operazione. Da assegnare erano le licenze d'uso relativi a due tipi di frequenze, entrambe utilizzate per servizi di comunicazione di nuova generazione (*personal communication services, PCS*):

- frequenze a banda ristretta (*narrowband*), porzioni di 12,5-50 KHz ciascuna con frequenza attorno ai 900 MHz, da utilizzarsi per la televisione interattiva e i servizi interattivi di teleavviso (*two-way paging*);
- frequenze a banda larga (*broadband*), da 10 o 30 MHz ciascuna, attorno ad una frequenza di 2 GHz, da utilizzarsi per una grande varietà di servizi in voce e video: la trasmissione dati, la telefonia portatile a tecnologia digitale¹, i fax portatili, le reti di computer senza fili, ecc.

Per quanto riguarda le frequenze *narrowband*, esse erano 10 nazionali (un'ulteriore frequenza è stata invece assegnata come premio alla Mtel

¹ Rispetto alla tecnologia tradizionale, il nuovo sistema di telefonia mobile opera ad una frequenza molto più alta, e richiede cellule più piccole e una potenza in gioco più bassa (consente quindi una maggiore portabilità); esso rende possibile inoltre la gestione di un numero di chiamate molto più alto, ed è destinato quindi a risolvere i problemi di saturazione specialmente nelle zone molto trafficate. In Europa tale sistema è indicato con la sigla PCN (*Personal Communication Network*).

per l'investimento innovativo effettuato da questa impresa) e 30 "regionali" (6 bande di frequenza per ognuna delle 5 regioni in cui era stato diviso il territorio degli U.S.A.).

Molto più numerose le licenze per *broadband*: 120 MHz di frequenza sono stati ripartiti in 3 blocchi da 30 MHz e 3 da 10 MHz. Il territorio nazionale è stato suddiviso in 51 aree ampie (MTAs, *major trading areas*) e 493 aree più ristrette (BTAs, *basic trading areas*). Alle MTAs erano destinate 2 delle bande da 30 MHz, per un totale dunque di 102 licenze (di cui però tre allocate per via amministrativa come compenso a società pioniere nel settore). Per ciascuna delle BTAs erano invece disponibili 4 licenze (una per il blocco da 30 MHz rimanente e tre per i blocchi da 10 MHz): un totale quindi di 1972 licenze. Nel complesso 2071 licenze per frequenze *broadband* da assegnare.

Il Congresso degli U.S.A. il 10 agosto 1993 approvava un emendamento al Communication Act del 1934 in cui disponeva che l'allocazione delle frequenze avvenisse mediante un opportuno meccanismo d'asta. Quanto alla particolare procedura da seguire, la sua determinazione era lasciata alla Federal Communication Commission (F.C.C.). Come mostreremo nel presente lavoro, la scelta di una procedura d'asta piuttosto che un'altra è di estrema rilevanza in relazione al raggiungimento degli obiettivi posti.

La FCC si è mossa con grande circospezione, facendo ricorso alla consulenza di noti economisti esperti in teoria dei giochi²: da questo punto di vista si è trattato di uno dei casi storicamente più significativi di applicazione quasi diretta di risultati della teoria economica alla pratica della politica economica. Il risultato è stata l'adozione di una procedura d'asta innovativa, piuttosto complessa (le regole di partecipazione riempiono un manuale di 130 pagine e lo svolgimento delle aste è controllato da un computer), e l'operazione si protrae ormai da due anni ed è tuttora in corso.

L'assegnazione è stata organizzata in 5 aste distinte: le prime due, relative rispettivamente alle frequenze *narrowband* nazionali e regionali, hanno avuto luogo nei mesi di luglio e ottobre del 1994; la terza, relativa alle licenze per le MTA, si è svolta tra il dicembre 1994 e il marzo 1995; delle ultime due aste, relative alle licenze per le BTA, la prima ha avuto luogo tra il dicembre 1995 e il marzo 1996 e ha assegnato 493 licenze da 30 MHz³, mentre la seconda, che

² Per la FCC lavorava direttamente John McMillan. Ma la fase preparatoria ha inoltre coinvolto direttamente le maggiori imprese interessate alle frequenze, che a loro volta si sono avvalse della consulenza di economisti. Tra di essi R. Preston McAfee per la PacTel, Paul R. Milgrom e Robert B. Wilson per la Pacific Bell, Robert G. Harris e Michael L. Katz per la Nynex, Barry Nalebuff e Jeremy Bulow per la Bell Atlantic Personal Communications, Robert J. Weber per la Telephone and Data Systems.

³ La partecipazione a questa quarta asta era peraltro limitata a imprese di piccola dimensione, con ricavi e patrimonio inferiori rispettivamente a 125 e 500 milioni di dollari.

completerà l'operazione allocando le rimanenti licenze relative a tre bande da 10 MHz per ciascuna BTA, è in corso al momento in cui si scrive.

La procedura scelta, abbiamo detto, è quella di un'asta *simultanea e ascendente*. Il primo termine indica che una pluralità di licenze è posta in vendita contemporaneamente, e l'asta resta aperta finchè su qualcuna delle licenze continuano ad essere avanzate offerte; l'alternativa sarebbe stata la vendita delle licenze in sequenza, una ad una. Il termine *ascendente* evidenzia invece un'analogia con il più celebre e diffuso tra i meccanismi d'asta, l'asta cosiddetta "inglese", in cui i potenziali acquirenti chiamano prezzi al rialzo finchè tutti meno uno abbandonano la corsa. Qui la modalità ascendente è però realizzata in modo particolare, e cioè come una successione di *round* di offerte: al termine di ciascun *round* viene annunciato pubblicamente il prezzo più alto tra quelli proposti dai partecipanti per ciascuna licenza posta in vendita, e il processo continua fino al momento in cui non si hanno più nuove offerte su nessuna licenza.

Con il presente studio ci proponiamo di esaminare le ragioni di ordine teorico che giustificano tale scelta, permettendo di concludere che un'asta simultanea e ascendente è superiore rispetto alle alternative. A questo scopo, la trattazione verrà organizzata nel modo seguente. Nella seconda sezione prenderemo in considerazione alcuni risultati ormai consolidati della teoria dei meccanismi d'asta, riferiti al caso più semplice di un unico bene; l'obiettivo è quello di fornire gli strumenti per esaminare almeno i tratti principali della scelta della procedura d'asta tra quelle più comuni. Nella terza sezione il quadro sarà allargato al caso della vendita simultanea di una pluralità di beni, che pone nuovi interrogativi di particolare rilevanza per l'analisi dell'asta per le frequenze. Nella quarta sezione ci soffermeremo su alcuni aspetti peculiari della procedura adottata dalla FCC, e presenteremo qualche breve riflessione sullo svolgimento dell'asta e sui suoi esiti.

Nel presente lavoro, il tentativo di dare un'interpretazione delle scelte della FCC in termini di teoria economica non si tradurrà nello sviluppo di un singolo modello quanto più possibile aderente alla complessa realtà del caso in esame. Saranno invece presentati una serie di risultati, ciascuno dei quali evidenzia l'intuizione sottostante ad un singolo aspetto del tema in esame, in linea con la filosofia espressa dal seguente brano di McMillan (1996, p. 172):

A lesson from this experience of theorists in policymaking is that the real value of the theory is in developing intuition. The role of theory, in any policy application, is to show how people behave in various circumstances, and to identify the trade-offs involved in altering those circumstances. What the theorists found to be the most useful in designing the auction and advis-

ing the bidders was not complicated models that try to capture a lot of reality at the cost of relying on special functional forms. Such theorizing fails to develop intuition, as it confounds the effects of the functional forms with the essential elements of the model. Instead, a focused model that isolates a particular effect and assumes few or no special functional forms is more helpful in building understanding.

2. La teoria dei meccanismi d'asta: il caso di un unico bene

L'asta è certamente una tra le più antiche istituzioni utilizzate per la vendita di un bene, eppure è solo recentemente che la teorizzazione economica, giovandosi degli sviluppi nello studio del comportamento strategico in condizioni di incertezza, ha reso possibile un'analisi comparata sul piano dell'efficienza dei diversi meccanismi d'asta⁴. Qui di seguito vogliamo fornire, come premessa necessaria all'analisi che segue, e senza la pretesa che ne risulti una rassegna completa, qualche rapido accenno ai principali risultati di questi studi.

La situazione tipo in cui per alienare un bene si fa ricorso ad una procedura d'asta è così descrivibile: su un lato del mercato—diciamo dal lato dell'offerta—un monopolista deve vendere una certa quantità di un bene (nel caso più semplice si tratta di un'unità di un bene indivisibile); sull'altro lato vi sono due o più potenziali acquirenti dello stesso. Si assume implicitamente che il monopolista abbia la capacità di impegnarsi in modo credibile a seguire una determinata procedura di allocazione del bene. Il fatto che il monopolista possa agire da *leader* alla Stackelberg nella scelta della procedura non significa però necessariamente che egli sia in grado di appropriarsi della totalità del surplus, in quanto egli non è a conoscenza del valore del bene per i potenziali acquirenti⁵. Egli potrà però sfruttare la competizione tra gli agenti per estrarre l'informazione privata e quindi ridurre la rendita informativa di questi.

⁴ E' d'obbligo citare come primo importante contributo in tal senso il lavoro di Vickrey (1961).

⁵ E' evidente che senza asimmetria informativa non ci sarebbe difficoltà per il monopolista ad estrarre interamente il surplus dagli acquirenti, assegnando il bene con una proposta del tipo "prendere-o-lasciare" a chi tra di essi lo valuta di più per un prezzo pari alla stessa valutazione.

2.1. Alcune classificazioni dei meccanismi d'asta

E' opportuno fornire innanzitutto una classificazione sommaria delle più comuni tipologie d'asta. Una prima distinzione rilevante a questo proposito è quella tra aste "aperte" e "chiuse".

Le procedure "aperte" sono quelle in cui si ha la chiamata pubblica di un prezzo da parte del banditore o dei partecipanti, ed è quindi possibile per ciascun agente l'osservazione delle mosse degli avversari. La modalità più nota è senz'altro quella ascendente "all'inglese", cioè il classico meccanismo che prevede una successione di offerte al rialzo fino al ritiro di tutti i concorrenti all'acquisto tranne uno. Meno diffusa e tuttavia importante è la versione discendente "olandese", in cui il banditore chiama prezzi via via più bassi finchè qualcuno non lo ferma dichiarandosi disposto all'acquisto, e il bene è venduto al prezzo chiamato.

Le procedure "chiuse" (*sealed-bid*) o "scritte" sono diffuse in special modo per l'attribuzione degli appalti pubblici. Esse prevedono che i concorrenti avanzino delle offerte in busta chiusa — e quindi senza la possibilità di osservare le mosse degli altri concorrenti e rivedere di conseguenza le proprie scelte. Il bene venduto sarà assegnato a coloro tra i partecipanti che hanno scritto le migliori offerte.

Una distinzione nell'ambito delle aste chiuse riguarda la determinazione del prezzo di vendita in relazione alle offerte avanzate: nel caso in cui il prezzo pagato da ciascun acquirente per l'ottenimento del bene sia quello da lui proposto, parliamo di asta *discriminatoria*. Se invece si aliena il bene ai vincitori dell'asta al prezzo della migliore offerta respinta, siamo di fronte ad un'asta *non discriminatoria*. Questa distinzione rende esplicita l'analogia con il caso della politica di prezzo del monopolista. Nel caso più semplice di asta chiusa, in cui viene messo all'asta un unico bene indivisibile, si parla di *first price sealed-bid* (d'ora in poi FPSB) per il caso discriminatorio, in cui chi vince paga quanto aveva offerto, che è appunto il primo prezzo tra quelli proposti, e di *second price sealed-bid* (SPSB) per il caso non discriminatorio in cui il vincitore paga un prezzo pari alla seconda migliore offerta.

Ad un esame più attento, è possibile rilevare che al di là del diverso rituale vi è equivalenza da punto di vista strategico tra l'asta aperta "olandese" e quella di tipo FPSB. Infatti entrambe le procedure, se rappresentate come giochi in forma normale, sono descritte dallo stesso spazio delle strategie e dalla stessa funzione di *payoff*: in entrambi i casi la strategia dell'agente sarà quella di decidere, senza avere informazioni sul comportamento altrui, quale prezzo "chiamare", e in entrambi i casi il prezzo di scambio sarà quello che corrisponde all'offerta più alta. In realtà dunque asta chiusa FPSB e asta olandese sono solo due modalità di realizzazione di una stessa procedura

di allocazione di un bene. Potremo dunque trascurare di considerare l'asta olandese come un caso a sè stante, e concentrarci su tre procedure "di base", cioè le due modalità di asta chiusa e l'asta ascendente all'inglese.

Ogni conclusione teorica sui vantaggi relativi dei diversi meccanismi d'asta dipende in maniera cruciale dalle ipotesi relative alle valutazioni del bene da parte degli agenti che concorrono all'asta. Ad un estremo abbiamo il modello con valutazioni private e indipendenti (*independent private value model*, IPV): esso è definito dall'ipotesi che il valore individuale del bene costituisca informazione privata per ciascun agente, che le aspettative di ciascuno sull'altrui valutazione del bene siano descritte da una distribuzione di probabilità che è la stessa per tutti gli agenti, e che vi sia indipendenza statistica tra le valutazioni individuali. Ciò significa che qualsiasi diversità di valutazione ha a che vedere con caratteristiche individuali degli agenti stessi, tra loro non correlate.

Possiamo meglio comprendere la rilevanza di questa ipotesi confrontando il modello IPV con quello polarmente opposto, e cioè il cosiddetto *common value model*; in questa ipotesi alternativa il bene venduto ha lo stesso valore per tutti i concorrenti, ma ciascuno ha un diverso segnale (che costituisce informazione privata del singolo agente) relativamente a tale valore comune. E' questo il caso ad esempio della vendita di una risorsa pubblica per lo svolgimento di un'attività economica da parte di imprese che condividono una stessa tecnologia e hanno quindi le stesse prospettive di profitto, ma diversi segnali relativi alle condizioni in cui si troveranno ad operare.

Quando valgono le ipotesi del modello IPV, abbiamo per l'asta inglese e quella SPSB un risultato di equivalenza parallelo a quello già evidenziato per l'asta olandese e quella FPSB: l'interazione tra i concorrenti si risolve infatti per entrambe le aste nella selezione di una strategia dominante (cioè ottimale indipendentemente dalla strategia degli avversari). Nel caso dell'asta inglese per ciascun agente sarà conveniente restare in gioco comunque finchè il prezzo chiamato resta al di sotto del valore attribuito al bene. Il bene è quindi assegnato all'agente con la valutazione più alta, che paga un prezzo pari all'offerta necessaria per estromettere tutti gli altri agenti, pari a sua volta alla seconda valutazione più alta.

Nel caso dell'asta chiusa *second price* si può facilmente dimostrare che è strategia dominante scrivere un prezzo pari alla propria valutazione del bene. Chiamando v_i la valutazione dell'agente i e b_i la sua offerta (*bid*), consideriamo l'effetto in termini di *payoff* di una variazione rispetto alla strategia $b_i = v_i$. Visto che il prezzo di acquisto del bene per i non dipende da b_i , un eventuale variazione dipenderà solo da una variazione della probabilità di aggiudicarsi il bene; ciò significa che non trarrà alcun vantaggio da un abbassamento di b_i , in quanto potrebbe tutt'al più rischiare di perdere il bene

e quindi il surplus (non negativo) che da esso deriverebbe. D'altra parte, scegliendo $b_i > v_i$, vi sono due possibilità:

$$b_i > b_j > v_i \quad \text{oppure} \quad b_j > b_i > v_i$$

dove b_j è la migliore offerta concorrente con quella di i ; nel primo caso l'agente i si aggiudica il bene, ma siccome $b_j > v_i$ egli dovrà pagare un prezzo maggiore della sua valutazione del bene, e quindi va incontro ad una perdita di benessere; d'altra parte, nel secondo caso l'esito non cambia rispetto alla strategia $b_i = v_i$.

Anche con questa modalità d'asta vincerà dunque chi ha la valutazione più alta, e ancora una volta — visto che $v_j = b_j$ per ogni j — il vincitore dovrà pagare un prezzo pari alla seconda valutazione in ordine di grandezza. Il ricavo atteso dalla vendita per il monopolista è pari al valore atteso della seconda migliore offerta avanzata.

2.2. Il teorema di equivalenza del reddito

Posto che una procedura d'asta è efficiente, che essa cioè assegna il bene all'agente che vi attribuisce il massimo valore, un problema rilevante è quello di stabilire quale procedura sia in grado di garantire al monopolista il massimo prezzo di vendita. A questo proposito la teoria economica ha evidenziato un risultato per certi versi sorprendente: sotto determinate condizioni vi è una totale equivalenza, dal punto di vista del prezzo atteso di vendita del bene tra tutte le aste appartenenti ad una classe molto ampia di procedure comprendente anche le procedura base sopra descritte. Sebbene la validità di questo risultato, noto tra gli economisti come *teorema di equivalenza del reddito* e formulato per la prima volta da Vickrey (1961), richieda il sussistere di ipotesi particolari sul contesto dell'interazione, un suo esame potrà risultare interessante anche ai nostri fini, come punto di riferimento a partire dal quale è possibile indagare su vantaggi e svantaggi relativi delle varie procedure.

Il teorema di equivalenza stabilisce che, qualora

11. valgano le ipotesi del modello *independent private values (IPV)*;
22. gli agenti che formulano le offerte siano neutrali al rischio;
33. essi siano tra loro simmetrici, non appartengano cioè a classi distinte riconoscibili, rispetto alle quali sia possibile effettuare una qualche discriminazione;

tutti i meccanismi d'asta efficienti (cioè quei meccanismi che assegnano il bene all'agente che attribuisce ad esso il valore massimo) garantiscono al monopolista/venditore uno stesso reddito atteso.

Il risultato, del quale in appendice forniamo una dimostrazione, vale anche nel confronto tra asta SPSB (equivalente all'asta "inglese" perchè siamo nell'ambito delle ipotesi del modello IPV) e asta FPSB. Ciò può apparire sorprendente: nell'asta SPSB il prezzo da pagare è quello della seconda migliore offerta, mentre nell'asta FPSB il vincitore paga il prezzo da lui stesso indicato, e dunque il prezzo più alto tra quelli proposti. Il punto è che, mentre nell'asta SPSB — come abbiamo già visto — ciascuno chiama un prezzo pari alla sua valutazione, nell'asta FPSB gli agenti sono posti di fronte ad un *trade-off*: diminuendo l'offerta diminuisce la probabilità di vittoria, ma anche il prezzo che dovrà essere pagato per il bene in caso di vittoria.

Nell'asta FPSB è ottimale offrire un prezzo pari al valore attribuito al bene meno un opportuno "sconto". Più precisamente, detta $b(v)$ l'offerta dell'agente espressa come funzione del valore del bene v , abbiamo⁶:

$$b(v) = v - \frac{\int_{v_0}^v F^{n-1}(w)dw}{F^{n-1}(v)} \quad (1)$$

dove v_0 è la minima offerta ammissibile e $F(v)$ è la funzione di probabilità cumulata di v . Osserviamo che:

1. l'asta FPSB è efficiente, in quanto $b(v)$ è funzione crescente in v e dunque l'offerta massima sarà quella dell'individuo con la massima valutazione;
2. b sarà tanto più elevata e vicina a v quanto minore è la varianza di v , il che è abbastanza ovvio: quanto più è probabile che le valutazioni siano dissimili, tanto più un agente con una valutazione alta potrà stare tranquillo di non avere concorrenti;
3. conformemente al teorema di equivalenza, $b(v)$ è pari al valore atteso della seconda migliore offerta in un'asta SPSB; lo sconto che l'individuo applica rispetto al valore da lui attribuito al bene nell'asta *first price* compensa esattamente in media il fatto che il prezzo sia fissato in base al primo piuttosto che al secondo prezzo.

Tutte e tre le procedure "di base" da noi considerate sono dunque tra loro equivalenti in termini di reddito nel contesto descritto dalle ipotesi A1-A3. Ma è opportuno sottolineare che il risultato del teorema va oltre il semplice confronto tra tali procedure: l'equivalenza vale infatti per tutte le aste che assegnano il bene all'individuo che vi attribuisce il massimo valore,

⁶ La derivazione di questa funzione è fornita in appendice

ed in questa categoria sono ricomprese forme d'asta che seguono regole anche insolite⁷.

2.3. Estensioni del modello di riferimento

Le condizioni A1-A3 del teorema identificano quello che potremmo chiamare il "modello di riferimento", rispetto al quale per differenza è possibile individuare i casi in cui non vi è indifferenza tra una procedura e l'altra dal punto di vista del reddito atteso per il monopolista. Come avviene in molti altri casi nella teoria economica, tale teorema vale dunque come punto di riferimento teorico, piuttosto che come descrizione attendibile di circostanze ricorrenti nella realtà.

Ci proponiamo ora di illustrare cosa accade rimuovendo una alla volta tali ipotesi.

Discriminazione tra diverse categorie di offerenti. L'assunzione A3 stabilisce che non vi sia la possibilità di suddividere gli offerenti in classi contraddistinte da una diversa distribuzione di probabilità delle valutazioni. Un esempio classico in cui tale assunzione non è verificata si ha nel caso di appalti per forniture di beni e servizi, quando i costi di produzione (da cui dipende il valore dell'appalto per l'impresa) sono diversi per le imprese del paese e per quelle straniere.

Vediamo innanzitutto ciò che accade al risultato di equivalenza quando la A3 è violata ma valgono tutte le altre ipotesi del modello di riferimento. A questo scopo ipotizziamo che vi siano due classi riconoscibili di concorrenti, e che coloro che appartengono alla classe i valutino il bene secondo una funzione di distribuzione di probabilità F_i , $i = 1, 2$.

In questo caso, nulla cambia per l'asta inglese e quella SPSB, che continuano ad operare come prima e garantiscono che il bene vada all'offerente con la massima valutazione.

Con l'asta FPSB, invece, gli agenti devono decidere quale prezzo offrire "stimando" il valore delle offerte degli altri agenti a partire dal proprio a priori probabilistico. Ma è immediato constatare che tale "stima" sarà diversa a seconda della classe di appartenenza dell'agente. In generale, non è possibile dire a priori se il prezzo offerto sarà in media maggiore o minore rispetto al caso in cui gli individui appartengono ad una sola classe.

Una conseguenza importante è che ora non è più sicuro che il bene sia assegnato all'offerente con la valutazione maggiore, e dunque non è più garantita l'efficienza. Ciò accade perchè l'offerta dell'agente con la massima

⁷ Alcuni curiosi esempi di aste che soddisfano i requisiti del teorema sono presentati in Riley e Samuelson (1981).

valutazione in una delle classi offre certamente un prezzo maggiore rispetto a tutti i membri della stessa classe, ma può essere superato dall'offerta dell'agente con la valutazione massima nell'altra classe, anche se questi ha valutazione inferiore rispetto al primo.

Ne deriva inoltre un'indicazione per il monopolista: analogamente al caso classico della discriminazione di prezzo di secondo grado, l'asta ottimale prevede che via sia discriminazione tra classi caratterizzate da una diversa "domanda". Quanto alla natura della discriminazione, è presente un *trade-off*: favorendo la classe con valutazione più bassa, si diminuisce sì la probabilità di assegnare il bene all'agente con valutazione massima (ricevendo dunque un pagamento relativamente contenuto), ma d'altra parte si spingono gli agenti nella classe con valutazione più elevata ad aumentare le loro offerte, ottenendo un aumento in media del prezzo di vendita. E' possibile in particolare concludere che, se la differenza nelle distribuzioni F_1 e F_2 riguarda soltanto la media, l'asta ottimale per il monopolista prevede una condizione di favore per la classe i cui agenti hanno una valutazione in media minore⁸.

Avversione al rischio Un secondo caso in cui cessa di essere valida l'equivalenza tra asta inglese e asta del tipo FPSB è quello di avversione al rischio degli agenti. Il motivo è che ancora una volta niente cambia nel caso dell'asta aperta e ascendente e dell'asta SPSB: la strategia dominante continua ad essere quella di restare in gioco finché il prezzo resta inferiore alla valutazione. Non così per l'asta FPSB: in questo caso, infatti, abbassare il prezzo significa aumentare il rischio di non ottenere il premio; un agente avverso al rischio dà a questa eventualità un peso maggiore rispetto ad un agente neutrale al rischio, e dunque sarà in generale diversa la sua offerta ottimale. La propensione al rischio conta. In particolare, è facile capire che l'agente avverso al rischio preferirà rinunciare ad una quota del surplus in cambio di una maggiore sicurezza di vittoria, e dunque offrirà un prezzo più elevato.

Ma se, rispetto al caso di agenti neutrali, l'asta inglese dà un esito invariato mentre con quella FPSB (che continua ad essere equivalente all'asta olandese) si assiste ad un aumento dei prezzi offerti dai concorrenti, allora sarà in generale conveniente per il monopolista adottare questa seconda modalità, in quanto sarà quella delle due che gli garantisce il massimo ricavo.

Valutazioni correlate e "winner's curse". Una violazione delle ipotesi di indipendenza dei valori privati (IPV) si ha quando per gli agenti è possibile inferire qualcosa sul valore delle valutazioni dei concorrenti a partire dalla propria valutazione. Abbiamo già considerato un caso estremo di violazione

⁸ Cfr. McAfee e McMillan (1987).

dell'ipotesi IPV descrivendo il modello *common value*, in cui il valore del bene è lo stesso per tutti gli agenti, tale valore è ignoto agli agenti *ex ante* e ciascuno può effettuare una stima di questo valore, stima che è naturalmente correlata con la stima di ogni altro agente.

Uno degli esempi citati di solito è quello dell'acquisto all'asta di un'opera d'arte al fine di rivenderla sul mercato (il prezzo di mercato è incerto ma comune a ogni potenziale acquirente), contrapposto al caso di un acquisto finalizzato al godimento personale, che corrisponerebbe invece al caso delle valutazioni indipendenti. O ancora si pensi all'ottenimento di una concessione per operare su un certo mercato in cui l'entità dei profitti dipende dall'andamento (incerto) della domanda, ed è quindi un valore comune a tutti i potenziali operatori. E' chiaro che la realtà il più delle volte è una via di mezzo tra questi due estremi, in cui vi sono componenti comuni e componenti individuali che concorrono a determinare il valore del bene oggetto di vendita.

In presenza di correlazione tra le valutazioni può avere luogo il fenomeno descritto in modo colorito dall'espressione *winner's curse*, "maledizione del vincitore".

Prendiamo il caso puro di *common value*. L'offerente che si basasse per formulare le proprie offerte sulla sua stima *ex ante* del valore del bene, troverebbe che la vittoria nell'asta porta con sé (anche) una cattiva notizia: egli è stato l'agente che ha assegnato la stima più alta al valore comune. Se le stime degli agenti sono non distorte, ciò significa che egli ha con buona probabilità sovrastimato il valore del bene, e questo del resto è il motivo per cui ha vinto.

In termini statistici, il punto è che il valore del bene *condizionatamente al fatto di avere vinto l'asta* è inferiore al valore del bene *ex ante*, al momento in cui l'offerta è formulata. Cioè,

$$E(V|X_i) \geq E(V|X_i, X_i > X_j \text{ per ogni } j \neq i) \quad (2)$$

dove X_i e V sono variabili aleatorie che rappresentano rispettivamente il segnale in possesso dell'agente i e il valore "vero" del bene.

Naturalmente un agente razionale sarà in grado di anticipare il fenomeno della *winner's curse*, e dunque la strategia ottimale prevederà un'opportuna modifica della stima del valore del bene: ogni agente sceglierà la sua strategia di offerta utilizzando la stima della valutazione condizionata all'ipotesi di essere lui il vincitore, e sarà portato dunque ad affrontare la competizione giocando in modo più cauto.

La presenza di correlazione costituisce anch'essa un motivo di fallimento del teorema di equivalenza, visto che diversa per le varie procedure è la capacità di mitigare il fenomeno della *winner's curse*.

Una conclusione importante è che quando le valutazioni sono correlate, diventa preferibile il ricorso all'asta inglese rispetto ai due tipi di asta chiusa di primo e di secondo prezzo (rispetto alla quale cessa di valere il risultato di equivalenza garantito dall'ipotesi di IPV). Il motivo può essere spiegato intuitivamente considerando che nel caso indipendente il susseguirsi delle offerte nell'asta ascendente inglese non fornisce alcuna informazione utile agli agenti, in quanto ciascuno è interessato soltanto alla propria valutazione. Nel caso di correlazione, invece, le offerte hanno l'effetto di rendere in un certo modo pubblica l'informazione in possesso di ciascuno, e di aumentare l'informazione in possesso di colui che alla fine si aggiudica il bene. Il fatto ad esempio che gli altri agenti restino in gioco invece di abbandonare mi convince a insistere, in quanto costituisce una prova del fatto che il valore del bene è elevato. La preferibilità dell'asta inglese deriva dal fatto che, essendo gli agenti più informati nel momento in cui formulano le offerte, essi sono almeno parzialmente immunizzati dalla maledizione del vincitore e possono quindi permettersi di giocare in modo meno cauto.

La possibile rilevanza del problema della correlazione rende necessario il ricorso ad un modello interpretativo più generale, come quello proposto da Milgrom e Weber (1982). Alla sua descrizione è dedicata la sezione che segue.

2.4. Il modello generale di Milgrom e Weber (1982)

Il modello prevede che la valutazione del bene oggetto d'asta da parte degli individui possa essere funzione sia di un vettore X_1, X_2, \dots, X_n (dove X_i è una variabile aleatoria che costituisce informazione privata per l'agente i), che di un vettore S di variabili aleatorie non note agli agenti partecipanti all'asta. Dunque

$$V_i = V_i(X_1, X_2, \dots, X_n, S). \quad (3)$$

Il modello *private value* e quello *common value* sono ottenibili come casi speciali di questa formulazione generale: nel primo caso sarà $V_i = X_i$, mentre nel secondo avremo $V_i = S$.

Milgrom e Weber fanno l'ipotesi che le variabili che influenzano V_i siano tra loro *affiliate*. Dato un vettore di variabili aleatorie Z con funzione di densità congiunta $f(Z)$, la proprietà di affiliazione è espressa da:

$$f(z)f(z') \leq f(z \wedge z')f(z \vee z'). \quad (4)$$

dove l'elemento i -esimo del vettore $z \wedge z'$ è $\min\{z_i, z'_i\}$ e l'elemento i -esimo di $z \vee z'$ è $\max\{z_i, z'_i\}$. Essa rappresenta una forma di correlazione positiva tra le variabili aleatorie in Z , nel senso che in presenza di un valore più elevato di Z_i aumenta la verosimiglianza di un Z_j elevato. Quando la relazione vale come uguaglianza, siamo in presenza di indipendenza statistica.

Infine si ipotizza simmetria tra gli agenti, e cioè

$$V_i = V_i(X_1, X_2, \dots, X_n, S) = V(X_i, X_{-i}, S) \quad (5)$$

dove X_{-i} è il vettore degli X_j con $j \neq i$.

Sotto queste ipotesi, i due autori arrivano ad un risultato che permette loro di effettuare un confronto tra le varie modalità d'asta in un contesto in cui non vige il teorema di equivalenza. Si dimostra che, detto $P^k(z, v)$ il prezzo atteso da un'asta del tipo k quando l'agente ha un segnale $X_i = v$ e gioca la strategia $b = b(z)$, sarà $P^A(v, v) \geq P^B(v, v)$ (e quindi il monopolista preferirà l'adozione della procedura di tipo A) se vale la condizione⁹

$$P^A(v, v) < P^B(v, v) \Rightarrow P_2^A(v, v) \geq P_2^B(v, v) \quad \forall v. \quad (6)$$

$P_2^k(v, v)$ rappresenta la derivata parziale del prezzo atteso rispetto al secondo argomento: se c'è una variabile Y che influisce su P ed è correlata con X_i , una variazione di v influisce su P anche a parità di comportamento dell'agente nell'asta, e tale influenza è espressa appunto da tale derivata parziale. A tale risultato Milgrom e Weber danno il nome di *linkage principle*, in quanto esso permette di confrontare due aste guardando al legame (*linkage*) statistico esistente tra le informazioni private dell'agente e i segnali informativi di qualsiasi natura che influiscono sul prezzo d'asta.

Il *linkage principle* permette di stabilire la superiorità dell'asta SPSB sull'asta FPSB quando le valutazioni degli agenti sono affiliate. Infatti, a parità di strategia adottata dall'agente, un v più elevato comporterà l'aspettativa di una valutazione più elevata, e quindi di una strategia più aggressiva, da parte degli avversari (le valutazioni sono affiliate). Se questo incide per entrambe le procedure d'asta sul prezzo atteso in quanto a parità di strategia diminuisce la probabilità di vittoria per l'agente, nell'asta di secondo prezzo cresce anche il prezzo atteso condizionale alla vittoria da parte dell'agente (visto che tale prezzo dipende direttamente dalle strategie degli avversari): ciò basta a stabilire il risultato del confronto alla luce del principio sopra enunciato¹⁰.

Milgrom e Weber giungono, in relazione alle procedure d'asta standard da noi considerate e in termini di prezzo atteso, al seguente *ranking*:

$$\text{asta inglese} \geq \text{SPSB} \geq \text{FPSB}.$$

Nel caso di indipendenza tra le valutazioni, caso che come abbiamo detto è trattabile all'interno del modello generale, questa diseguaglianza degenera naturalmente nel teorema di equivalenza.

⁹ Per una dimostrazione si rimanda all'appendice.

¹⁰ Per una dimostrazione rigorosa si rimanda direttamente a Milgrom e Weber (1982) o a Milgrom (1987).

Dal *linkage principle* deriva inoltre un criterio di confronto più generale su altri aspetti della procedura d'asta. Di estrema rilevanza è la seguente conclusione, che concerne il caso in cui il monopolista conosce la variabile S della (5) o ha un segnale ad essa correlato:

Il monopolista può aumentare il prezzo atteso di vendita del bene rendendo pubblica qualsiasi informazione in suo possesso relativa al "vero" valore del bene¹¹.

Possiamo comprendere più facilmente questo punto considerando un altro risultato acquisito dalla teoria delle aste: *il profitto di un agente è nullo se l'informazione in suo possesso è accessibile anche ad un altro agente partecipante all'asta*. Più in generale, il profitto di un agente dipende dalla sua capacità di celare l'informazione in suo possesso ai concorrenti. La pubblicazione di un segnale che fornisce a tutti gli agenti informazioni sul valore del bene ha l'effetto di diminuire il peso dell'informazione privata, e quindi di ridurre il profitto atteso, di ciascun agente. Ma in un'asta efficiente e con agenti neutrali al rischio ogni riduzione del profitto atteso degli acquirenti si traduce in un maggiore profitto per il venditore.

2.5. Asta aperta o asta chiusa? Il caso delle frequenze

Il quadro teorico delineato dal contributo fondamentale di Milgrom e Weber sembra in grado di risolvere in modo univoco e per un insieme molto ampio di casi il problema del confronto tra diverse procedure d'asta. In quanto stabilisce la superiorità delle procedure aperte e fornisce un criterio di confronto basato sulla maggiore o minore rilevanza dei *linkages* tra prezzo atteso e informazioni sul valore del bene, esso è in grado sul piano positivo di spiegare la maggior diffusione dell'asta inglese rispetto alle procedure concorrenti, e su quello normativo di offrire una guida per un monopolista che volesse massimizzare il reddito ottenibile dall'asta.

Volendo trarre da quanto finora rilevato qualche utile insegnamento per il contesto che ci apprestiamo ad esaminare, cioè il caso delle frequenze per servizi di telecomunicazione, è opportuno che ci chiediamo innanzitutto a

¹¹ La proposizione consta in realtà di due affermazioni distinte: innanzitutto si può dimostrare che il prezzo atteso è più alto se il del monopolista può impegnarsi in maniera credibile a diffondere ogni informazione a lui disponibile sul valore del bene, e questo è un corollario del *linkage principle*, visto che tale informazione influisce sul prezzo atteso d'asta ed è correlata con le valutazioni degli agenti. In secondo luogo, anche qualora tale impegno non fosse *enforceable* e quindi la diffusione di informazione fosse di fatto discrezionale per il monopolista, sarebbe per lui ottimale diffondere comunque l'informazione in suo possesso, perchè una mancata diffusione sarebbe interpretata dagli agenti come un segnale negativo sul valore del bene, con effetti avversi sulle strategie di offerta. Cfr. Milgrom e Weber (1982) e Milgrom (1987).

quale modello, tra quello IPV e quello *common value*, il nostro caso si avvicini maggiormente. E' chiaro che maggiore sarà la vicinanza al modello IPV, minore la rilevanza del *ranking* evidenziato nella precedente sezione.

L'ipotesi di correlazione può essere giustificata dalla presenza di incertezza sul futuro assetto del mercato delle TLC, e quindi di diverse stime in possesso dei diversi contraenti¹². Allo stesso modo può essere diversa l'informazione in possesso delle diverse imprese relativamente all'evoluzione futura dei costi in questo settore, il tasso di innovazione, e le possibilità future di accesso alle frequenze (ad esempio, nel caso delle frequenze *narrowband* il governo ha riservato un terzo dello spettro disponibile per una futura allocazione: per le imprese è importante prevedere come avverrà questa allocazione, chi potrà accedervi e a quali condizioni).

L'incertezza è certo pervasiva nel caso di un settore dinamico e soggetto a continue innovazioni come quello delle TLC. Possiamo dunque considerare del tutto plausibile l'ipotesi che una diversa percezione del valore delle frequenze possa derivare da una diversa stima di come tale incertezza si risolverà. La valutazione di un'impresa concorrente e quindi il suo comportamento avranno un valore informativo per gli altri partecipanti all'asta; questo giustifica l'ipotesi di correlazione alla base della teorizzazione di Milgrom e Weber, e quindi almeno in prima approssimazione il favore accordato ad una procedura aperta rispetto ad una chiusa di primo prezzo.

Coerentemente con queste osservazioni, la scelta della FCC è caduta su una procedura, quella ascendente a *round* multipli, in cui l'equilibrio è raggiunto attraverso un processo di convergenza durante il quale ciascun agente può osservare le offerte degli avversari, e utilizzare dunque l'informazione che tali offerte trasmettono sul valore del bene posto in vendita. Ciò in analogia con quanto accade nella procedura ascendente "inglese".

In realtà tale scelta non risulterebbe inquadrata correttamente, e sfuggirebbero ad una comprensione adeguata tutta una serie di "dettagli" della procedura predisposta, se non tenessimo conto di alcuni aspetti che sono stati lasciati fuori dall'analisi precedente, e che possono in parte indebolire la forza delle conclusioni raggiunte.

Avversione al rischio. Un aspetto che gioca contro l'adozione di una procedura aperta ha a che vedere con l'avversione al rischio degli agenti. Abbiamo

¹² E' opportuno precisare un aspetto della differenza tra le ipotesi dei due modelli polari: il modello IPV non esclude la presenza di una componente comune nei profitti attesi dei diversi agenti, cosa che sarebbe in palese contrasto con quasi tutti i di un certo interesse; ciò che afferma è che la *diversità* di valutazione tra gli agenti dipende da caratteristiche individuali, non correlate, per cui il comportamento di un agente non modifica in alcun modo la valutazione del bene da parte degli altri agenti.

visto che valendo l'ipotesi di IPV e in presenza di agenti avversi al rischio, la preferenza deve andare all'asta di tipo FPSB.

Si può riconsiderare questo risultato alla luce del *linkage principle*: la presenza di un *linkage* aggiuntivo tra il prezzo d'asta e un segnale informativo correlato con le valutazioni degli agenti, se da un lato può aumentare la variabilità del prezzo stesso, con conseguente perdita di efficienza se gli agenti sono avversi al rischio, dall'altro produce l'effetto illustrato nel modello di Milgrom e Weber e può innalzare il reddito atteso per il venditore. Laddove, come nel caso del modello IPV, quest'ultimo effetto è assente, la presenza del *linkage* aggiuntivo produce certamente una diminuzione del profitto del monopolista. Non è possibile invece dire quale dei due effetti prevalga nel caso più generale in cui c'è correlazione tra le valutazioni e il segnale in questione.

L'avversione al rischio diminuisce comunque la rilevanza dei risultati raggiunti con il modello di Milgrom e Weber, e può spiegare perchè nonostante tali risultati in molti casi si preferisca l'adozione di una modalità d'asta chiusa. Nel caso dell'asta sulle frequenze, in cui sono in gioco valori elevati e l'incertezza sulle prospettive future di profitto è grande, tale problema non dovrebbe essere trascurato. La FCC ha però ritenuto evidentemente che la correlazione tra le valutazioni, e quindi la necessità di limitare la *winner's curse*, fosse un aspetto tale da più che compensare il peso dell'avversione al rischio.

Collusione. Un'ulteriore controindicazione delle aste aperte riguarda la possibilità di collusione tra i partecipanti all'asta.

La presenza di collusione può avere effetti dirompenti sull'efficacia del meccanismo d'asta: gli agenti potrebbero accordarsi in anticipo, limitando la concorrenza reciproca e permettendo ad uno tra loro di ottenere il bene pagando il minimo prezzo ammissibile. Ad essere danneggiato sarebbe evidentemente il venditore.

In termini meno "estremi", l'effetto della collusione è quello di diminuire la concorrenza tra gli acquirenti. In questo caso una possibile contromossa del monopolista è la fissazione di un più elevato *prezzo di riserva*, cioè il livello minimo ammesso per il prezzo di offerta.

In un certo senso il prezzo di riserva costituisce un sostituto della concorrenza (al limite, nel caso in cui c'è un solo agente, la fissazione del prezzo di riserva diventa l'unico aspetto rilevante). A questo proposito, esiste un precedente istruttivo proprio in tema di asta per l'assegnazione di frequenze: nel 1990, il governo neozelandese mise in vendita uno spettro di frequenze da utilizzarsi per TV, telefonia cellulare ecc. utilizzando un'asta chiusa di

tipo SPSB. La procedura non stabiliva però alcun limite inferiore alle offerte; l'errore, se così si può dire, fu di non considerare che in presenza di un numero esiguo di concorrenti potessero risultare offerte eccessivamente basse, al di sotto di quello che il governo e l'opinione pubblica potevano considerare ragionevole¹³. L'asta produsse esiti paradossali e molto imbarazzanti per il governo: un concorrente, avanzando un'offerta di 100.000 dollari neozelandesi, si aggiudicò la licenza per 5 dollari, e un'altro pagò 5.000 dollari avendo offerto 7 miliardi!

Tornando più direttamente al tema della collusione, un problema interessante è quello di valutare la performance relativa delle varie procedure d'asta in rapporto a questo problema; a tale proposito, il giudizio comune degli economisti è che un'asta aperta sia più vulnerabile agli accordi collusivi rispetto ad una modalità chiusa. Il motivo è che, come ogni altro meccanismo collusivo, un accordo tra i concorrenti è intrinsecamente instabile: ciascun agente ha un incentivo alla defezione dall'accordo quando gli altri agenti vi sottostanno; è dunque necessario un meccanismo di sostegno dell'accordo, e normalmente questo meccanismo è dato dalla ripetizione del gioco e quindi dalla possibilità che il *free rider* possa essere punito nelle partite successive.

Cruciale perchè l'accordo sia sostenibile come equilibrio di Nash nel gioco ripetuto è che le azioni di un agente—nella fattispecie le sue offerte nell'asta—risultino osservabili per gli altri agenti. Questo basta a concludere che la collusione sia più facilmente sostenibile con una procedura aperta¹⁴.

Ne deriva inoltre che la collusione sarebbe ostacolata se il venditore potesse in qualche modo impedire l'identificazione dell'agente che ha avanzato una certa offerta da parte dei concorrenti. Come osservava Stigler (1964, p.48) a proposito delle aste per l'assegnazione delle commesse pubbliche "collusion will always be more effective against buyers who report correctly and fully the prices tendered to them". Ancora una volta abbiamo un *trade-off*: per un agente la conoscenza dell'identità del diretto concorrente all'acquisto di una licenza da un lato potrebbe facilitare la collusione, ma dall'altro costituisce un'informazione utile per valutare l'attendibilità dell'informazione che le sue

¹³ E' stato notato che l'adozione di procedure del tipo *second price* da parte del governo soffre comunque di un inconveniente "politico": le aste SPSB spingono infatti gli agenti a dichiarare in modo veritiero la loro valutazione del bene, ma assegnano il bene ad un prezzo inferiore a tale valutazione, un prezzo pari appunto alla seconda migliore offerta; se la differenza tra la prima e la seconda migliore offerta è elevata, tali aste lasciano nell'opinione pubblica l'impressione—spesso ingiustificata—di una svendita del bene da parte del governo.

¹⁴ L'aspetto della collusione e le precedenti considerazioni sull'avversione al rischio possono fornire una giustificazione del perchè il ricorso all'asta chiusa sia prevalente in un settore—quello degli appalti pubblici—in cui ampiezza dei rischi e scarsa numerosità dei concorrenti sono una caratteristica ricorrente.

offerte trasmettono, e dunque potrebbe contribuire ad aumentare l'efficacia dell'asta nel senso indicato dal *linkage principle*.

Per quanto riguarda le scelte della FCC, se da un lato come abbiamo detto l'opzione di fondo è stata per l'adozione di una procedura aperta, dall'altro si è tenuto conto del problema posto dalla collusione prevedendo un meccanismo di pubblicizzazione dell'offerta avanzata in ciascun *round* dell'asta mediante un codice individuale assegnato a ciascun agente iscritto all'asta, il cui scopo evidente era quello di impedire l'identificazione dell'*high bidder* da parte degli altri agenti. Inoltre il problema è stato affrontato in modo diretto, imponendo norme molto severe che proibiscono agli agenti partecipanti all'asta di collaborare, nonché di discutere o rivelare informazioni relative alle offerte effettuate o alla strategia di offerta impiegata fino alla conclusione dell'asta.

2.6. *Royalties*

Un'ulteriore conseguenza del *linkage principle*, evidenziata da Riley (1985), è che, quando il valore del bene per gli agenti può essere osservato successivamente alla vendita per la presenza di segnali ad esso correlati, è ottimale tenere conto di questi segnali nella definizione del pagamento dovuto dall'acquirente. Il caso tipico è quello in cui è possibile osservare i profitti o qualche altra dimensione ad essi correlata (es. la quantità di petrolio estratta nel caso di concessioni per l'estrazione) nei periodi successivi all'ottenimento di un appalto da parte di un'impresa, e la struttura di prezzo applicata al vincitore dell'asta prevede il pagamento di *royalties*.

Lo schema di pagamento offerto all'acquirente sarà in questo caso nella forma

$$p = b + r\hat{v},$$

in cui b è il prezzo pagato per la concessione, r il tasso della *royalty* e \hat{v} è una stima di v . Il monopolista fisserà preliminarmente r e poi metterà all'asta la concessione, assegnandola a chi avanzerà l'offerta più alta su b . McAfee e McMillan (1986) dimostrano che in questo caso qualora sia esogena — cioè non influenzabile da parte dell'acquirente — la distribuzione di probabilità di \hat{v} , il ricavo atteso per il monopolista/venditore è una funzione crescente di r .

Naturalmente il caso più comune è quello in cui il profitto per l'impresa concessionaria (e quindi \hat{v}) risulta dipendente dal comportamento di questa. In questo caso siamo di fronte ad un *trade-off*, in quanto una *royalty* troppo elevata può disincentivare un livello adeguato di sforzo da parte dell'impresa concessionaria successivamente all'ottenimento della concessione, e quindi determinare inefficienza e un ricavo più basso per il monopolista, questa

volta sotto forma di minori *royalties*. In generale l'ottimo valore di r quando è presente un problema di azzardo morale è un valore intermedio tra 0 e 1, e tende a zero quando l'efficacia della concorrenza *ex ante* tra potenziali acquirenti rende superfluo il ricorso all'innalzamento di r per stimolare offerte più elevate.

Un aspetto rilevante nella decisione sul ricorso a schemi di questo genere riguarda ovviamente la possibilità di osservare e distinguere *ex post* la quota di profitto dell'impresa dovuta all'ottenimento del bene. Tale osservazione può rivelarsi particolarmente problematica per il caso delle licenze per le frequenze per telecomunicazioni, visto che le imprese che operano in questo settore sono normalmente multiprodotto, fornendo una grande varietà di servizi di comunicazione. Questo motivo, insieme con il disincentivo ad effettuare investimenti *ex post* (un aspetto—quello dello stimolo ad effettuare investimenti—che rientra tra gli obiettivi esplicitamente posti alla FCC), costituisce la ragione della non applicazione di questo tipo di schema all'asta per le frequenze.

3. Vendita all'asta di unità multiple

I risultati evidenziati nella sezione precedente si riferiscono ad un contesto in cui è posto in vendita un unico bene indivisibile.

Tali risultati sono stati estesi da numerosi studiosi al caso di una molteplicità di beni. Weber (1983) considera ad esempio il caso di più agenti che concorrono all'acquisto di più unità omogenee del bene in questione; si dimostra il sussistere del risultato di equivalenza tra asta discriminatoria (in cui ciascun *bidder* paga un ammontare pari al prezzo della sua offerta) e non discriminatoria (in cui tutte le unità sono vendute ai migliori offerenti al prezzo pari alla migliore offerta non soddisfatta); inoltre in caso di correlazione nelle valutazioni continuerà a valere il *ranking* evidenziato (e quindi la preferibilità dell'asta non discriminatoria), mentre l'asta discriminatoria garantirà un prezzo atteso più elevato in presenza di avversione al rischio.

La presenza di molteplici beni pone però ulteriori interrogativi.

3.1. Asta sequenziale o asta simultanea?

Quando vi sia una pluralità di beni da porre in vendita, fondamentale è la scelta tra l'adozione di una procedura *sequenziale* e quella di una procedura *simultanea*. Nel primo caso la vendita delle unità ha luogo in successione; si procede all'assegnazione dell'unità n quando è stata già assegnata l'unità $n - 1$. Nel secondo caso, tutte le unità (o quantomeno un sottogruppo di

esse) sono attribuite simultaneamente, e ciascun potenziale acquirente può formulare contemporaneamente offerte relative ad una pluralità di unità.

L'asta sequenziale presenta a prima vista alcuni vantaggi. In primo luogo essa è senza ombra di dubbio più semplice da amministrare, in quanto non richiede la gestione simultanea di offerte su un numero elevato di unità.

Inoltre, quando il valore di un'unità è correlato (affiliato) con il valore delle altre unità e le stime di tale valore per i diversi agenti sono anch'esse correlate, l'esito dell'asta su un'unità fornisce informazioni rilevanti sul valore dell'unità successiva, di cui i partecipanti all'asta potranno tenere conto. In questo caso, la superiorità di un'asta sequenziale, in cui gli agenti concorrono all'acquisto di un'unità conoscendo l'esito dell'asta sull'unità precedente, segue in modo immediato del risultato di Milgrom e Weber (1982).

In realtà tale conclusione è solo parzialmente corretta. Essa non tiene conto del fatto che in un'asta sequenziale gli agenti, consapevoli del fatto che l'offerta sulle prime unità del bene modifica la percezione del valore delle unità successive da parte dei concorrenti, potranno mettere in atto comportamenti strategici. In particolare un agente con valutazione elevata del bene, giocando in maniera meno aggressiva sulle prime unità potrà indurre gli avversari a rivedere al ribasso la loro stima su tale valore, inducendo una minore concorrenza sulle unità successive del bene. Questa osservazione è stata avanzata da Hausch (1986), che individua un *trade-off* indotto dalla scelta di una modalità sequenziale tra i due effetti di aumento dell'informazione disponibile e di riduzione strategica della concorrenza nelle fasi iniziali dell'asta. La rilevanza del secondo effetto può in molti casi più che compensare i vantaggi del primo.

Inoltre in molti casi, e tra di essi quello delle frequenze, il valore delle singole unità può essere in qualche modo endogeno rispetto all'esito dell'asta, venendo a dipendere dall'allocazione finale delle unità stesse tra i concorrenti. In un'asta sequenziale, questa circostanza può dar luogo anch'essa a comportamenti strategici da parte dei concorrenti, che possono compromettere l'esito dell'asta in termini di efficienza e di ricavi per il venditore.

Krishna (1993) illustra il punto considerando una situazione semplificata in cui sono poste in vendita due unità omogenee di uno stesso bene e vi sono due agenti partecipanti all'asta. Poniamo che il primo agente attribuisca un valore 10 al possesso di una sola unità e 20 al possesso di entrambe, mentre i valori corrispondenti per il secondo agente siano 9 e 10. Nel contesto delle frequenze per telecomunicazioni, una struttura di *payoff* di questo tipo potrebbe descrivere in modo abbastanza fedele la situazione di un'impresa che opera sull'intero territorio nazionale in concorrenza con un'impresa equipaggiata per operare soltanto sul piano locale.

Consideriamo l'esito dell'asta nel caso in cui le unità siano vendute se-

quenzialmente. Per vincere entrambe le unità del bene il primo agente dovrebbe pagare in ogni *round* dell'asta un prezzo pari al valore attribuito dall'unità dal secondo agente: in ogni *round* dovrebbe offrire dunque 9 per ottenere un valore di 10. Se invece la prima unità fosse assegnata al secondo agente, nel secondo *round* il primo agente potrebbe ottenere il bene (che per lui vale 10) pagandolo soltanto 1 (cioè il valore dell'unità aggiuntiva per il secondo agente).

Anticipando il risultato nel secondo round, il primo agente non ha interesse a pagare un prezzo maggiore di 2 per la prima unità (come è facile verificare, solo in questo caso la somma dei guadagni netti nei due *round* sarebbe per lui superiore acquistando entrambe le unità). Conviene dunque al primo agente lasciare all'avversario la vittoria nella prima mano dell'asta, visto che in questo modo potrà diminuire la concorrenza nella seconda mano.

Nell'equilibrio di Nash il secondo agente acquisterà la prima unità pagandola 2 e il primo agente otterrà la seconda unità ad un prezzo di 1. L'esito è dunque inefficiente: le unità non sono infatti assegnate all'agente che ne ricaverrebbe il massimo valore. E d'altra parte il ricavo del venditore è piuttosto basso: egli otterrà un prezzo complessivo di 3.

Le cose sarebbero ben diverse se le due unità fossero messe in vendita contemporaneamente o congiuntamente. In questo caso infatti entrambe le unità andrebbero al primo agente, che per esse offrirebbe un prezzo complessivo di 10. Un'asta simultanea si rivelerebbe dunque superiore con riguardo sia all'efficienza che al ricavo per il venditore.

Un'argomentazione analoga è quella avanzata da Pitchik e Schotter (1988). Anch'essi considerano l'incentivo di un'impresa partecipante ad un'asta sequenziale a modificare strategicamente il comportamento nei primi *round* al fine di diminuire la concorrenza nei *round* successivi. Nel modello sviluppato da questi autori, tale esito dipende dalla presenza di vincoli di bilancio dei partecipanti all'asta: un agente avrà l'incentivo a spingere verso l'alto il prezzo sulle prime unità con una politica d'offerta aggressiva in modo da mettere fuori gioco i concorrenti nei *round* successivi.

In questo caso, come nel modello di Krishna, l'esito dell'asta sulle prime unità influisce sul prezzo atteso per le unità successive, e quindi il risultato può ancora una volta dare luogo ad inefficienze o contrazioni dei ricavi del venditore. Notiamo che anche l'ipotesi di vincoli di bilancio stringenti è lungi dall'essere inverosimile per il contesto oggetto del nostro studio, date le cifre coinvolte nel mercato delle frequenze.

Da quanto detto emerge una prima giustificazione per la scelta della FCC, che ha preferito la modalità simultanea a quella sequenziale nonostante i costi derivanti dalla maggiore complessità che la prima comporta rispetto alla seconda.

3.2. Favorire l'aggregazione ottimale delle frequenze

La preferibilità di un'asta sequenziale diventa ancora più evidente se consideriamo che nel contesto dell'asta per le frequenze sussistono complesse relazioni di interdipendenza tra le diverse unità del bene posto in vendita: è chiaro ad esempio la rilevanza dei rapporti di sostituibilità esistenti tra due licenze relative a frequenze diverse su una stessa area territoriale sono dei sostituti, o di complementarità tra licenze relative ad aree territorialmente contigue. Ancora, l'utilizzo da parte di una stessa impresa di due bande contigue in termini di frequenza può diminuire il rischio di interferenze e disturbi e permetterne un più efficiente utilizzo.

Una preoccupazione preminente per chi ha il compito di predisporre l'asta per le frequenze è allora senz'altro quella di favorire una corretta aggregazione delle licenze, in modo che i prezzi e l'allocazione finale riflettano correttamente le relazioni di complementarità e sostituibilità, nonché la presenza di economie di scala, di varietà (ad es. economie derivanti dalla gestione congiunta di servizi PCS e servizi telefonici tradizionali) o di densità (maggiore la densità territoriale degli utenti, minore il costo unitario), che possono incidere in vario modo sulla convenienza ad estendere l'area su cui opera una singola impresa.

Il problema è particolarmente rilevante per i 120 MHz di frequenze *broadband*: sia la decisione sul numero di "blocchi" in cui suddividere la banda di frequenza da allocare, che quella sul numero di aste indipendenti da condurre per allocare tali blocchi, non sono senza conseguenze sulle relazioni di interdipendenza di cui si è detto. Dal punto di vista degli operatori—ad esempio—il caso della terza asta, quella in cui per ogni MTA erano poste in vendita due blocchi di 30 MHz (e dunque per ogni licenza ve ne era un'altra diretta sostituta nella stessa asta), e quello dell'ultima asta, che vedrà la vendita contestuale per ogni BTA di tre blocchi da 10 MHz, sarà diverso da quello della quarta asta, in cui per ogni BTA era disponibile un solo blocco da 30 MHz (e dunque tra le licenze in gioco vi erano solo relazioni di complementarità).

Di fronte alla necessità per gli agenti di raggiungere l'aggregazione desiderata di licenze, l'adozione di un'asta sequenziale si presenta particolarmente problematica. Poniamo che per la presenza di complementarità la licenza posta in vendita per prima abbia valore per un agente soltanto se posseduta congiuntamente della licenza successiva: se egli sia aggiudica la licenza nella prima asta e per qualche motivo non è in grado di ottenere la seconda, l'agente non avrà la possibilità di rimediare, essendo ormai chiusa ogni contrattazione sulla prima licenza. L'asta sequenziale manca dunque di flessibilità.

Con riguardo al problema della complementarità tra licenze, è stato ri-

levato che il problema—seppure in misura meno grave—permane in realtà anche nel caso dell'asta simultanea se agli agenti è consentito formulare offerte soltanto su una licenza per volta. Al fine di consentire agli operatori di risolvere in maniera soddisfacente i problemi posti dalle interdipendenze tra le licenze e di arrivare ad un'aggregazione ottimale delle stesse, sarebbe necessario secondo alcuni economisti il ricorso ad un'*asta combinatoria*. Tale modalità prevede che i concorrenti abbiano la possibilità di formulare offerte, oltre che su licenze singole, su combinazioni di più licenze; in pratica l'agente partecipante all'asta si dichiara disponibile a pagare una certa somma per un insieme di licenze condizionatamente al fatto di ottenerle tutte. Se l'asta consente soltanto offerte su singole licenze vi è infatti il rischio per un agente che punta all'ottenimento di un determinato insieme di licenze di non completare l'aggregazione desiderata, e di trovarsi quindi alla fine dell'asta ad aver pagato per le licenze acquistate un prezzo maggiore del valore loro attribuito. Ciò è tanto più vero quanto più è forte la complementarità tra le varie licenze.

Il punto è illustrato con il seguente esempio, in cui ipotizziamo che due licenze (N e S) siano assegnate tramite un'asta cui partecipano tre agenti: B_1 , B_2 e B_3 . Assumiamo poi che le valutazioni sulle singole licenze siano estratte da una distribuzione uniforme sull'intervallo $[0, 5]$; che l'agente B_3 sia in grado di sfruttare le complementarità esistenti tra le due licenze o le eventuali economie di scala (egli assegna cioè alla coppia di licenze un valore complessivo maggiore della somma delle due valutazioni individuali); che le valutazioni effettive (informazione privata degli agenti) siano descritte dalla seguente tabella:

	N	S	$N + S$
B_1	0,9	0	0,9
B_2	0	3,2	3,2
B_3	0	0	4

Poniamo che siano possibili solo offerte su licenze singole e che nell'asta (inglese) per la licenza su N la *high bid* corrente sia 0,9; l'agente B_3 deve decidere se offrire un prezzo maggiore oppure no. Sarà per lui ottimale avanzare un'offerta compresa tra 0,9 e 1 in quanto egli si aspetta di ottenere la licenza S ad un prezzo atteso di 3 (e quindi di ottenere entrambe le licenze ad un prezzo complessivo inferiore a 4)¹⁵

L'asta finirà dunque con l'assegnare entrambe le licenze a B_3 , un esito

¹⁵ Ciò può accadere anche se simultaneamente viene condotta l'asta per la licenza S ; in questo caso l'osservazione delle offerte su S modifica l'aspettativa di B_3 sul prezzo che dovrà pagare per ottenere entrambe le licenze, ma finché la *high bid* su S resta al di sotto il 1 il prezzo atteso è inferiore a 3 e quindi è ottimale offrire 1 per N .

inefficiente; inoltre B_3 pagherà un prezzo superiore al valore ad esse attribuito. Ciò non accadrebbe in presenza di un'asta combinatoria, visto che B_3 potrebbe in questo caso concorrere all'insieme delle licenze, senza esporsi nell'acquisto di una licenza singola.

Un esito alternativo al problema descritto potrebbe essere la rinuncia dell'agente B_3 . Si consideri il caso, analogo al precedente, il cui le valutazioni assumono i seguenti valori:

	N	S	$N + S$
B_1	2	1	3
B_2	1	1,5	2,5
B_3	0	0	4

In questo caso, supponendo che l'asta inglese abbia spinto per entrambe licenze le *high bids* a 1, è ottimale per B_3 abbandonare l'asta: egli infatti potrebbe offrire un prezzo maggiore di 1 ad esempio per N , ma il prezzo atteso complessivo per la coppia di licenze sarebbe in questo caso superiore a 4 (condizionatamente al fatto che l'*high bid* è 1, la distribuzione di probabilità del prezzo atteso di ciascuna licenza è uniforme su $[1, 5]$, e dunque il prezzo atteso è pari a 3). Il risultato efficiente sarebbe stato invece l'assegnazione di entrambe le licenze a B_3 , cioè all'agente in grado di sfruttare la presenza di complementarità tra di esse. Anche in questo caso l'asta combinatoria potrebbe risolvere il problema, permettendo a B_3 di vincere entrambe le licenze con un'offerta complessiva di poco superiore a 3,5.

Diversi meccanismi di asta combinatoria sono stati proposti nel corso del dibattito sollecitato sulla procedura da seguire per l'assegnazione delle frequenze. Alcuni di essi sono descritti in Chakravorti *et al.* (1995), cui dobbiamo anche gli esempi sopra riportati. I meccanismi combinatori sono caratterizzati da una certa complessità, specie dal punto di vista del banditore, e su questo punto si sono concentrate le maggiori obiezioni a questa ipotesi. E' chiaro che consentendo agli agenti di formulare offerte su qualsiasi paniere di licenze, il numero di possibili strategie cresce enormemente, e così la difficoltà per i partecipanti di selezionare la strategia ottimale, e per la FCC di controllare e gestire lo svolgimento dell'asta.

Si obietta da parte dei sostenitori dell'asta combinatoria che le aggregazioni ragionevoli dal punto di vista economico sarebbero in numero molto inferiore rispetto a quelle astrattamente concepibili, ed esse seguirebbero con tutta probabilità un insieme limitato di *pattern*, cosicché le partizioni realmente rilevanti sarebbero in effetti in numero tale da non dover scoraggiare né il banditore né i partecipanti all'asta. Dal punto di vista degli agenti, in particolare, formulare offerte su un paniere definito è probabilmente meno complesso che non aggregare tale paniere conquistando le licenze ad una ad

una nell'asta simultanea.

Un altro serio difetto dell'asta combinatoria è che essa potrebbe dare luogo ad un eccesso di aggregazione, a causa del verificarsi di un fenomeno di *free-riding* che può essere illustrato ancora una volta con l'aiuto di un esempio numerico, proposto in McMillan (1994). Si considerino ancora i tre agenti B_1 , B_2 e B_3 che concorrono all'assegnazione di due frequenze N e S , e le loro valutazioni siano descritte dalla seguente tabella:

	N	S	$N + S$
B_1	2	1	3
B_2	1	2	3
B_3	1,6	1,6	3,3

L'efficienza richiede in questo caso che N vada a B_1 e S a B_2 , e questo è ciò che accade se le licenze sono poste all'asta individualmente (il prezzo di vendita per entrambe le licenze è 1,6). Aggiungiamo però la possibilità di formulare offerte per la coppia di licenze (tali offerte avranno validità a condizione che il prezzo complessivo sia maggiore della somma dei prezzi nell'asta per le licenze individuali): B_3 non avrà allora incentivo a partecipare all'asta per le singole licenze; le offerte individuali registreranno dunque un prezzo di circa 1 per ciascuna licenza, e B_3 sarà in grado di vincere la coppia di licenze con un'offerta globale appena superiore a 3.

L'esito è un'allocazione inefficiente e un reddito inferiore per il venditore. Il fenomeno di *free-riding* consiste nel fatto che per B_1 e B_2 sarebbe vantaggioso che la somma dei prezzi nelle aste individuali fosse maggiore di 3, ma nessuno dei due è disposto ad alzare a la propria offerta in modo adeguato.

Il dibattito sull'opportunità di un'asta combinatoria non ha raggiunto una conclusione unanime. Diversa è la valutazione degli economisti in relazione al peso assegnato ai diversi aspetti che abbiamo considerato: la difficoltà di amministrazione di un'asta di questo tipo; la rilevanza delle economie di scala e dei rapporti di complementarità/sostituibilità tra le licenze¹⁶; la probabilità del verificarsi del fenomeno di *free-riding* di cui abbiamo detto.

La FCC aveva previsto in un primo momento la possibilità di ricorrere ad un'asta combinatoria. La proposta avanzata prevedeva in particolare che per ogni blocco da 30 MHz relativo alle licenze sulle MTA si tenessero due aste; la prima per singole licenze secondo la modalità consueta dell'asta inglese; la seconda relativa all'intero "pacchetto" di 51 licenze secondo la modalità

¹⁶ Banks, Ledyard e Porter (1989) hanno condotto esperimenti per valutare la *performance* di un meccanismo d'asta combinatoria da loro ideato, e i risultati sembrano confermare una maggiore capacità di tale meccanismo di tener conto delle presenza di economie di scala rispetto alla conduzione di aste separate sulle singole licenze; tale superiorità si manifesta in modo particolare quando vi sono rilevanti idiosincrasie nei benefici derivanti dall'aggregazione per i diversi agenti.

dell'asta chiusa di secondo prezzo: il vincitore della seconda asta avrebbe ottenuto la totalità delle frequenze soltanto se il prezzo per il pacchetto avesse ecceduto la somma dei prezzi delle singole licenze registrati nella prima asta. Tale soluzione, se da un lato aggira il problema della complessità di gestione dell'asta combinatoria, presenta però un ulteriore limite: essa produce un risultato distorto a favore di un'aggregazione *nazionale* delle licenze, e questa dimensione potrebbe non coincidere con l'ottima scala operativa dei servizi di telecomunicazione.

Seguendo l'opinione della maggioranza degli economisti coinvolti nel dibattito, si è preferito alla fine escludere il meccanismo della doppia asta e ogni altra modalità combinatoria, ritenendo che fosse sufficiente il grado di flessibilità garantito dall'adozione della modalità simultanea: il fatto che la contrattazione su tutte le licenze resti aperta fino all'ultimo *round*—si argomenta—garantisce la necessaria flessibilità agli agenti nel comporre il paniere desiderato, in quanto consente loro di rimettere in discussione nel *round* successivo un'aggregazione insoddisfacente raggiunta nel *round* corrente. La procedura adottata dalla FCC, in particolare, prevede che al termine di ciascun *round* vi sia un lasso di tempo in cui gli agenti hanno la facoltà di ritirare le offerte avanzate: una possibilità che, insieme con l'accesso successivo al mercato secondario, dovrebbe essere sufficiente a neutralizzare almeno in parte il rischio di perdita di una licenza cruciale per l'aggregazione desiderata, e il verificarsi dunque dei fenomeni descritti dagli esempi sopra esposti.

Tenendo conto dei risultati delle prime tre aste (che escludono però il caso delle BTA), il giudizio di McAfee e McMillan (1996) è che il temuto esito del non completamento di un'aggregazione desiderata in presenza di forti complementarità con conseguente esposizione dell'impresa non si sia verificato; prova ne sia il numero contenuto di rinunce nel corso della aste a seguito della perdita di una licenza cruciale. Probabilmente—essi affermano—le complementarità non erano tali da generare discontinuità nelle valutazioni di entità tale da rendere necessario il ricorso alla modalità combinatoria; e anche il fatto che vi fosse la possibilità di sostituire ad esempio la perdita di una MTA con l'acquisto delle BTA corrispondenti allo stesso territorio ha diminuito tale pericolo.

4. L'asta sulle frequenze negli U.S.A.

Dalle conclusioni raggiunte nelle sezioni precedenti emerge una giustificazione teorica piuttosto solida per l'adozione di una procedura d'asta simultanea ascendente a *round* multipli. In questa sezione vogliamo illustrare con maggiore approfondimento alcuni aspetti rilevanti della procedura d'a-

sta adottata dalla FCC e fornire qualche informazione sullo svolgimento e gli esiti delle aste finora realizzate; è nostra intenzione mettere in luce come le scelte generali di cui si è detto abbiano trovato concreta attuazione in un contesto caratterizzato dalla presenza di un elevato grado di complessità e da dimensioni che probabilmente non hanno precedenti.

4.1. "Stopping rule" e "activity rule"

Proprio in relazione alla complessità del compito, l'interrogativo più pressante è stato quello sulla fattibilità pratica della procedura scelta, sulla capacità di controllare il passo dell'asta da parte della FCC e di farne comprendere il funzionamento da parte dei partecipanti, di far funzionare insomma in modo adeguato un processo che—nel caso delle aste per le frequenze *broadband* sulle BTA—avrebbe dovuto portare all'allocazione simultanea di diverse centinaia di licenze.

L'asta si svolge come una successione di *round* in ciascuno dei quali i partecipanti, in maniera indipendente e analogamente a quanto avviene in un'asta chiusa (ma naturalmente rispetto all'asta chiusa è la presenza di una successione di *round* che fa la differenza), comunicano¹⁷ la propria offerta relativamente alle licenze desiderate. Al termine di ciascun *round* viene reso pubblico per ciascuna licenza il prezzo più alto offerto, e si procede al *round* successivo.

A determinare la natura simultanea dell'asta, con i vantaggi connessi in termini di flessibilità ed efficiente allocazione delle licenze, concorre il fatto che l'assegnazione di tutte le licenze avvenga contemporaneamente, cioè che nessuna licenza sia assegnata finché la contrattazione continua su qualche altra licenza. Cruciale è dunque la scelta di una *stopping rule* adeguata.

Se si optasse per la chiusura individuale delle licenze, l'asta ridiventerebbe in effetti sequenziale negli ultimi *round*. E d'altra parte c'è il rischio che la conclusione simultanea della contrattazione su tutte le licenze possa portare al protrarsi dell'asta oltre ogni ragionevole termine, e ad una riduzione dell'attività di offerta da parte degli agenti, rassicurati dal fatto che la contrattazione su una licenza desiderata potrà essere ripresa in un momento successivo. Proprio la preoccupazione sull'eventualità che un numero elevato di competitori—o quantomeno i più importanti—potessero adottare una strategia di attesa e quindi diminuire la quantità e attendibilità di informazioni trasmesse dall'intero processo (ad es. un basso livello di attività su una licenza significa che il prezzo offerto si avvicina all'equilibrio o soltanto che vi è un basso livello di attività?), ha spinto la FCC a introdurre un meccanismo

¹⁷ Nelle aste più recenti è previsto che tale comunicazione sia effettuata a distanza, tramite telefono o per via telematica.

in grado di sostenere il passo dell'asta. La soluzione adottata è stata quella di affiancare alla chiusura simultanea una *activity rule*¹⁸, così come proposto nel dibattito preliminare da Milgrom e Wilson.

Per partecipare all'asta è previsto che gli agenti dichiarino preliminarmente il loro "livello di eleggibilità", cioè la massima quantità di licenze cui desiderano concorrere. Tale quantità è misurata in termini di ampiezza della licenza quanto a banda di frequenza e popolazione coperta (l'unità è il MHz per unità di popolazione, o MHz-pop). Il livello dichiarato, oltre a porre un limite superiore alle licenze ottenibili da ciascun concorrente, determina il massimo livello di offerta in ciascun *round*: la somma dei MHz-pop corrispondenti alle licenze su cui si formula un'offerta non può eccedere il livello di eleggibilità.

Su tale livello si basa inoltre il funzionamento dell'*activity rule*: per mantenere inalterato il proprio livello di eleggibilità, ciascun agente deve essere attivo come minimo su tante licenze quante concorrono a determinare un livello di MHz-pop definito in percentuale del livello di eleggibilità stesso. Detta $b_{t,k}^i$ l'offerta dell'agente i nel *round* t per la licenza k , e indicata con $\hat{b}_{t,k}$ la *high bid* in t per la stessa licenza, l'agente i in t si considera attivo sulla licenza k se:

$$b_{t-1,k}^i = \hat{b}_{t-1,k} \quad \text{oppure} \quad b_{t,k}^i > \hat{b}_{t-1,k}$$

cioè se egli è titolare della *high bid* del periodo $t - 1$ oppure ha formulato in t un'offerta più alta di tale *high bid*. Il livello di attività di i si calcola sommando i valori di MHz-pop relativi alle licenze su cui il nostro agente è attivo.

E' previsto che l'*activity rule* diventi nel corso dell'asta sempre più stringente, richiedendo livelli di attività via via più elevati (nel caso delle licenze per frequenze *broadband* si parte da $\frac{1}{3}$ del livello di eleggibilità per i primi *round* per arrivare al 100% nei *round* finali). Chi non mantesse il proprio livello di attività al di sopra del minimo richiesto verrebbe penalizzato con una riduzione del suo livello di eleggibilità, e vedrebbe dunque diminuita permanentemente la sua capacità di formulare offerte nei *round* successivi¹⁹.

Quella di garantire una convergenza ragionevolmente veloce al risultato finale è evidentemente una preoccupazione preminente della FCC, visto

¹⁸ Allo stesso scopo è stato introdotto un incremento minimo di offerta, espresso in percentuale della *high bid* corrente e calante nel tempo, in modo da garantire un passo adeguato specie nelle prime fasi dell'asta.

¹⁹ Visto che è interesse della FCC non ridurre eccessivamente la capacità degli agenti di formulare offerte nel corso dell'asta, e visto che in molti casi il mancato rispetto del criterio può derivare da errori o distrazioni, il regolamento concede però agli agenti un certo numero eccezioni (*waivers*).

che essa si è comunque riservata la facoltà di porre termine all'asta in corso di svolgimento fissando a sua discrezione un *round* finale; ha inoltre previsto la possibilità di adottare per l'asta delle BTA una *stopping rule* ibrida, in cui alcune licenze (le più rilevanti quanto a dimensioni) sono concluse simultaneamente mentre sulle altre la contrattazione cessa sequenzialmente.

4.2. *Discriminazione a favore di particolari imprese*

Nel provvedimento che invitava la FCC ad allocare le frequenze utilizzando il meccanismo d'asta, il Congresso ha stabilito che tale allocazione dovesse favorire la partecipazione all'asta di imprese di proprietà di minoranze etniche o di donne, nonché di imprese di piccole dimensioni. Dalle argomentazioni esposte nel paragrafo 2.3 sulla possibilità di discriminare tra diverse categorie di agenti discende che, quando per una certa categoria di concorrenti la disponibilità a pagare per il bene oggetto d'asta è inferiore a quella degli altri concorrenti, la previsione di un vantaggio in termini di prezzo produce un aumento del reddito atteso per il monopolista, in quanto aumenta la spinta concorrenziale e tale aumento più che compensa la diminuzione del reddito atteso derivante dalla possibilità che il bene sia acquisito da un'impresa che ha diritto allo sconto di prezzo.

Rispetto all'alternativa che consiste nella previsione di un'asta separata riservata alla categoria oggetto di discriminazione positiva, il metodo del vantaggio di prezzo è dunque preferibile in quanto permette di ottenere contemporaneamente il favoritismo desiderato e un aumento del reddito per il governo: una sorta di "pasto gratuito". La difficoltà è semmai l'individuazione del livello corretto dello sconto da applicare.

Laddove questa forma di favore è stata applicata dalla FCC, cioè nelle prime due aste²⁰ (quelle relative alle frequenze *narrowband*), si è dovuto procedere per tentativi: nella prima asta un vantaggio del 25% non ha prodotto effetti, mentre nella seconda asta (quella relativa alle licenze "regionali") un vantaggio del 40% ha fatto sì che tutte le frequenze per cui tale vantaggio era previsto andassero a imprese "da favorire"; il dato interessante è che in molti dei casi—come previsto dalla teoria—il prezzo di vendita al netto dello sconto è risultato maggiore di quanto non fosse per frequenze analoghe in assenza di favoritismo²¹.

Va rilevato che in alcune circostanze la FCC ha comunque preferito la soluzione dell'assegnazione separata a imprese con particolari requisiti, come

²⁰ Azioni di discriminazione positiva a favore di donne o minoranze vi sono state soltanto per le prime due aste in quanto l'ambito di applicazione di questo genere di azioni è stato fortemente limitato a seguito di una sentenza della Corte Suprema del giugno 1995.

²¹ Cfr. a questo proposito McAfee e McMillan (1996).

è il caso della quarta asta, relativa alle licenze per BTA e riservata come si è già detto a imprese di piccole dimensioni, o della scelta di ricompensare le imprese pioniere per il loro contributo di investimenti in R&S assegnando loro al di fuori della procedura d'asta alcune frequenze di particolare valore.

4.3. *Lo svolgimento e gli esiti dell'asta*

Come si è detto nell'introduzione, al momento in cui si scrive sono state concluse 4 delle 5 aste previste per le frequenze poste in vendita, mentre l'ultima asta (quella che vede il maggior numero di licenze poste in vendita simultaneamente) ha avuto inizio il 26 agosto 1996 e il suo svolgimento richiederà diversi mesi.

Le prime 3 aste hanno richiesto rispettivamente 47, 105 e 112 *round* per arrivare ad una conclusione (la prima asta doveva assegnare soltanto 10 licenze, contro le 30 della seconda e le 99 della terza; in tutti e tre i casi hanno partecipato una trentina di concorrenti).

Decisamente più lunga la quarta asta, che doveva assegnare 493 licenze per BTA tra 255 imprese concorrenti (potevano partecipare soltanto imprese relativamente piccole) e si è conclusa dopo ben 184 *round* (sono stati necessari quasi 5 mesi, dal 18 dicembre 1995 al 6 maggio 1996). Un dato rilevante è che già attorno al 90° *round* l'attività di offerta fosse ridotta a pochissime licenze e i prezzi fossero già molto prossimi al livello di equilibrio: ciò giustificherebbe forse l'adozione di una *stopping rule* più rapida per le aste per BTA, che potrebbe dimezzare il tempo richiesto per l'asta senza modificare in modo significativo l'allocazione delle licenze e il reddito.

Nel complesso la procedura sembra dunque aver funzionato senza intoppi. La FCC ha rivisto il procedimento solo marginalmente nel tempo, e per lo più al fine di tenere conto delle differenze tra un'asta e l'altra: visto che la Commissione si era riservata ampie possibilità di intervento nel senso della revisione della procedura in risposta a problemi nelle prime aste, ciò costituisce una prova indiretta della soddisfazione per la *performance* della forma d'asta prescelta.

Ovviamente il giudizio non può fermarsi alla funzionalità "meccanica" dell'asta: gli esiti delle aste vanno valutati in relazione agli obiettivi della FCC, che dichiaratamente abbiamo detto essere quelli di efficienza nell'allocazione, concorrenza sul mercato delle TLC e ottima estrazione di rendite dalle imprese che ottengono le licenze.

Purtroppo, troppo poco tempo è trascorso perchè si possa dire qualcosa di men che azzardato relativamente ai primi due aspetti. Per quanto riguarda l'efficienza, un segnale importante potrebbe essere l'attività sul mercato secondario: un elevato livello di scambi rivelerebbe che l'allocazione da essa

emersa non era quella ottimale. Occorre però rinviare una valutazione attendibile del problema a quando sarà stato avviato il mercato dei servizi di comunicazione per il quale le frequenze saranno utilizzate.

Quanto alla tutela della concorrenza, le norme stabilite dalla FCC pongono per le frequenze *broadband* un limite massimo di 40 MHz per un singolo operatore su un determinato territorio: visto che la banda complessiva posta in vendita è di 120 mhz, ciò dovrebbe assicurare la presenza di almeno tre imprese in competizione in ogni cella del territorio nazionale. Inoltre la decisione di riservare 40 MHz sulle BTA a imprese di piccola dimensione dovrebbe consentire l'emergere di un numero elevato di operatori locali.

Nella tabella è riportata la quota di licenze ottenute nella quarta asta dai primi 20 assegnatari sugli 89 complessivi che hanno ottenuto almeno una licenza; tale quota è misurata sia in numero di licenze che in termini di popolazione coperta: ebbene, le prime due imprese da sole hanno ottenuto la metà delle licenze, poche altre imprese hanno ottenuto quote superiori al 5%, mentre 75 imprese hanno ottenuto quote di mercato inferiori all'1%. Quali tra queste saranno in grado di sopravvivere, magari consorziandosi, alla concorrenza degli operatori più grossi? Ci vorrà un po' di tempo per stabilire se l'assetto emergente dall'asta possa conservarsi nel tempo o se debba invece avere luogo un processo di progressiva concentrazione del mercato nelle mani di poche grandi imprese.

Qualcosa di più si può dire dell'obiettivo di massimizzazione del reddito per il governo. McAfee e McMillan (1996) riportano e commentano i dati relativi alle offerte sulle prime tre aste realizzate²². Le cifre sono sorprendenti, e giustificano i commenti entusiastici che parlano dell'operazione come di un successo dal punto di vista dei ricavi per il governo statunitense.

Le prime due aste (relative—lo ricordiamo—alle frequenze *narrowband* rispettivamente nazionali e regionali) hanno totalizzato ricavi rispettivamente per 617 e 392 milioni di dollari. La terza asta, relativa alle frequenze *broadband* sulle MTA, ha richiamato la partecipazioni di colossi delle telecomunicazioni come la Bell e la AT&T, e ha dato ricavi per 7,7 miliardi di dollari²³. Sorprendentemente, ancora più elevato il reddito derivante dalla quarta asta, relativa a licenze per 30 MHz sulle BTA, che ha totalizzato oltre 10,2 miliardi di dollari.

I proventi complessivi che il governo potrà ricavare dall'operazione si pre-

²² I dati completi sulle aste già svolte e quelle in corso sono disponibili su internet all'indirizzo della FCC (<http://www.fcc.gov>).

²³ Interessante il dato rapportato alla popolazione: il prezzo medio di una licenza relativa ad una MTA (30 MHz) per unità di popolazione è risultato essere di 15.51, con la punta massima di quasi 32 raggiunta per l'area di Chicago, che ha visto un prezzo più alto della media per via della concorrenza particolarmente agguerrita durante l'asta.

	<i>licenze assegnate</i>		
	<i>#</i>	<i>pop. × 1000</i>	<i>pop. (%)</i>
NextWave	56	93.792	37,1%
DCR	43	33.551	13,3%
GWI	14	17.946	7,1%
BDPCS	17	15.474	6,1%
Omnipoint	18	12.966	5,1%
PCS2000	15	8.864	3,5%
ChaseTel	11	5.939	2,4%
21Century	17	4.216	1,7%
WirePCS	13	3.211	1,3%
UrbanC	10	3.035	1,2%
Carolina	9	3.002	1,2%
AerForce	12	2.996	1,2%
CookWest	13	2.860	1,1%
R&S	8	2.698	1,1%
MercuryP	6	2.346	0,9%
TriState	8	2.058	0,8%
Americall	9	1.908	0,8%
Meretel	5	1.792	0,7%
Indus	1	1.752	0,7%
Fortunet	4	1.667	0,7%

Tabella 1

annunciano dunque ampiamente superiori rispetto alla stima iniziale di 10 miliardi di dollari, stima che era stata accolta peraltro con scetticismo e perplessità dagli osservatori.

E' chiaro d'altra parte che la massimizzazione del reddito del governo non coincide necessariamente con l'ottima estrazione di rendite, l'obiettivo corretto dal punto di vista del benessere sociale: il prezzo delle concessioni sulle licenze deve essere tale da rispecchiare correttamente il valore economico del bene; l'assegnatario del bene con il prezzo d'asta deve restituire al governo gli extraprofiti derivanti dal fatto di operare con una risorse limitata di proprietà pubblica, ma deve essergli consentito di remunerare in modo adeguato il capitale investito. C'è in altre parole il rischio che le imprese finiscano per pagare *troppo* per l'ottenimento delle licenze, e non siano in grado successivamente di raggiungere il pareggio.

Da questo punto di vista suscita qualche perplessità l'osservazione dei prezzi emersi nella quarta asta: se prendiamo ad esempio l'area di New York, osserviamo che a fronte di un prezzo di 443 milioni di dollari per la MTA nella terza asta, i prezzi per le BTA ad essa corrispondenti nella quarta asta assommano a 1.239 milioni. Una differenza che è difficile spiegare, visto che in entrambi i casi si trattava di una banda di 30 MHz.

Merita dunque qualche riflessione l'ipotesi che all'origine di un risultato

così soddisfacente in termini di reddito e superiore ad ogni previsione della vigilia possa esserci il verificarsi del fenomeno della *winner's curse*. Tale fenomeno è stato del resto osservato in passato in un contesto per certi versi analogo, quello della vendita all'asta da parte del governo U.S.A. a fine anni '60 dei diritti di estrazione sottomarina dei depositi di olio combustibile. La *winner's curse*, in quanto violazione del postulato di razionalità degli agenti, non dovrebbe verificarsi nel caso di concorrenti "sofisticati". La strategia ottimale di un agente in un'asta in cui le valutazioni sono correlate è quella di ridurre il prezzo di offerta in modo da tener conto del fenomeno. Si tratta di un punto che certamente era molto chiaro tra gli economisti che hanno svolto il ruolo di consulenti per l'asta per le frequenze²⁴. Il dubbio potrebbe dunque riguardare le imprese più piccole, che molto probabilmente hanno investito di meno nella fase preparatoria e potrebbero aver partecipato all'asta con un approccio più "ingenuo".

Ma anche in questo caso, un giudizio conclusivo deve essere rimandato a quando saranno disponibili dei dati sulla *performance* degli assegnatari delle licenze BTA sul costituendo mercato per i servizi PCS.

5. Conclusioni

La conduzione dell'asta per la frequenze da parte della FCC segna un passo importante da diversi punti di vista.

Innanzitutto essa individua e sperimenta, dopo le esperienze meno fortunate condotte in altri paesi, un metodo finalmente efficace per la vendita di una risorsa caratterizzata da complesse relazioni di interdipendenza. C'è chi ha evidenziato la possibilità di estendere l'adozione dell'asta simultanea a round multipli ad una grande varietà di casi diversi da quello delle frequenze. Per limitarci agli utilizzi nel settore pubblico, possiamo pensare all'assegnazione di diritti e concessioni di estrazione, oppure l'attribuzione degli *slot* negli aeroporti alle compagnie aeree, fino ad arrivare alla dismissione da parte del governo di società multidivisionali o la vendita di fondi immobiliari di proprietà pubblica.

In linea di principio l'adozione di questa forma d'asta è possibile con un numero anche basso di partecipanti, anche se in questo caso sarebbe opportuna una valutazione che tenesse conto dei costi che l'asta comporta in termini di definizione della procedura, istruzione dei partecipanti ecc., nonché dei maggiori rischi di collusione che potrebbero compromettere il funzionamento

²⁴ Cramton (1995) descrive peraltro come i dirigenti delle imprese partecipanti all'asta per le *narrowband* siano stati istruiti attraverso simulazioni e abbiano sviluppato delle *rules of thumb* atte a tenere conto anche di questo aspetto.

dell'asta stessa. E' probabile ad esempio che un'operazione analoga a quella della FCC realizzata per le frequenze in Italia²⁵ non sarebbe attuabile per la presenza di un numero troppo ridotto di potenziali concorrenti nel settore.

In ogni caso è da auspicare l'attenzione dei governi europei all'esperimento compiuto negli USA, e in generale alla procedura seguita dalla FCC per la definizione del meccanismo d'asta, certamente esemplare sotto il profilo della trasparenza e della capacità di interazione tra *policy making* e mondo della ricerca.

Proprio questa interazione costituisce un secondo motivo di novità e interesse, di cui gli economisti partecipanti al dibattito preparatorio dell'asta sono particolarmente entusiasti. McMillan (1994) definisce l'evento "the biggest use of economic theorists as consultants since the other telephone-industry revolution, the break-up of AT&T ten years earlier". L'ingresso della teoria dei giochi nella politica economica o—per dirla in modo più colorito ancora con le parole di McMillan—la discussione di concetti come l'equilibrio di Bayes-Nash nei corridoi del potere, non può che essere visto con soddisfazione da parte degli economisti, e non solo in quanto soddisfa il loro orgoglio di teorici spesso condannati all'astrattezza.

Un terzo punto, questo squisitamente teorico, è quello del materiale di riflessione che la conduzione dell'asta per le frequenze può fornire agli studiosi. Si tratta da un lato della disponibilità di dati preziosi quanto all'efficacia delle soluzioni prescelte e ai loro effetti sul comportamento degli agenti nell'asta; l'osservazione dell'esito dell'asta non mancherà certo di suscitare nuovi interrogativi: abbiamo accennato nella sezione precedente come il dato della difformità di prezzo tra la terza e la quarta asta sia certamente una questione su cui sarà necessario riflettere. Dall'altro lato è importante lo stimolo che il problema affrontato dalla FCC ha dato negli ultimi due anni alla ricerca sul tema dell'asta per unità multiple in presenza di relazioni di rapporti di complementarità e sostituibilità tra le diverse unità del bene, un aspetto che la pur enorme produzione scientifica degli anni '80 in tema di aste non aveva affrontato²⁶.

²⁵ Anche nel nostro paese è in vista l'attribuzione a privati della banda di frequenza attorno ai 1800 MHz, attualmente in uso alle forze dell'ordine, alle ferrovie ecc. Su tale fascia dovrebbe operare peraltro il terzo soggetto del mercato in concorrenza con Telecom e Omnitel.

²⁶ Cfr. ad esempio Krishna e Rosenthal (1995) e Bosco e Parisio (1996).

APPENDICE

Consideriamo un generico meccanismo d'asta che prevede che ciascun agente avanzi un'offerta b al di sopra di un minimo valore ammissibile e che il bene sia assegnato all'agente che ha avanzato l'offerta più elevata. L'offerta sarà evidentemente una funzione della valutazione individuale $v \in [v_0, v^0]$, dunque scriviamo $b(v)$; restringiamo l'attenzione alle aste per le quali $b(v)$ è una funzione crescente: tali aste garantiscono evidentemente un esito efficiente, in quanto con agenti simmetrici (che giocano dunque la stessa strategia $b(v)$) il bene è allocato all'agente con valutazione più elevata.

Vogliamo dimostrare che, quando valgono le ipotesi A1-A3 che individuano il modello di riferimento, tutte le aste che rientrano nella categoria descritta danno lo stesso reddito al monopolista (*teorema di equivalenza del reddito*)²⁷.

Notiamo innanzitutto che la generica offerta b può essere scritta come $b = b(z)$: la scelta dell'agente può essere dunque interpretata come selezione di un valore z : $b(v)$ sarà una strategia di equilibrio se è ottimale selezionare $z = v$ per un agente con valutazione v . Indichiamo con $\pi(z)$ la probabilità che l'agente che offre $b(z)$ risulti vincitore dell'asta e con $P(z)$ il suo pagamento atteso derivante dalla partecipazione all'asta. Si noti che π e P dipendono da b e quindi da z , ma non da v , e questo in virtù dell'ipotesi di indipendenza tra le valutazioni: la conoscenza di v non modifica infatti la stima dell'agente sulle valutazioni altrui e quindi sulla probabilità di vincere l'asta o sul pagamento atteso. Il payoff atteso dell'agente quando la sua valutazione è v sarà pari a

$$U(z, v) = v\pi(z) - P(z). \quad (7)$$

Visto che $z = v$ è la strategia ottimale, essa deve verificare la condizione del primo ordine

$$P'(v) = v\pi'(v). \quad (8)$$

Risolvendo l'equazione differenziale abbiamo

$$P(v) = \int_{v_0}^v w\pi(w)dw + P(v_0). \quad (9)$$

Infine, integrando per parti e considerando che $U(v_0, v_0) = v_0\pi(v_0) - P(v_0) = 0$ perchè l'agente con valutazione pari al minimo otterrà la sua utilità di riserva, otteniamo un'espressione per il prezzo d'asta atteso:

$$P(v) = v\pi(v) - \int_{v_0}^v \pi(w)dw \quad (10)$$

²⁷ Cfr. Riley e Samuelson (1981), e Milgrom (1989) per una versione semplificata della dimostrazione proposta.

dove $\pi(w)$ altro non è che la probabilità che gli altri agenti abbiano una valutazione inferiore a w , che non dipende dalla particolare forma assunta dall'asta ma solo dal fatto che essa sia efficiente. Da questa conclusione deriva direttamente l'equivalenza, sotto il profilo del reddito del monopolista e del payoff degli agenti acquirenti, tra tutte le aste che rientrano nella categoria considerata.

Tra di esse vi sono anche le aste FPSB e SPSB. Nel caso dell'asta di secondo prezzo, è immediato verificare che la strategia di equilibrio è crescente, essendo in questo caso $b = v$ strategia dominante. Per quanto riguarda l'asta FPSB, supponiamo che esista una strategia di equilibrio $b(v)$ crescente in v e simmetrica. Il prezzo atteso sarà

$$P(v) = \pi(v)b(v). \quad (11)$$

Detta $F(v)$ la funzione di probabilità cumulata relativa alla variabile aleatoria v , indentica per ciascuno degli n agenti, sarà $\pi(v) = F^{n-1}(v)$. Nell'equilibrio di Nash dovrà essere inoltre soddisfatta la (8): sostituendo $P(v)$ dall'equazione (10) otteniamo la (1) del testo:

$$b(v) = v - \frac{\int_{v_0}^v F^{n-1}(w)dw}{F^{n-1}(v)}. \quad (12)$$

E' facile verificare che la $b(v)$ trovata è effettivamente crescente in v : essa costituisce dunque una strategia di equilibrio per l'asta FPSB. E' provata inoltre l'equivalenza in termini di reddito atteso tra FPSB e SPSB.

Forniamo ora una dimostrazione del risultato di Milgrom e Weber (1982). Per maggiore semplicità e per evidenziare il parallelismo con il caso precedente, facciamo riferimento ad un caso particolare, quello in cui gli agenti hanno valutazioni private, seppure non indipendenti²⁸: v continua dunque ad essere la valutazione del nostro agente, mentre indicheremo con $\pi(z, v)$ la probabilità che la sua offerta risulti vincente quando la valutazione è v ed egli si comporta come se essa fosse z (tale variabile parametrizza dunque, come nella precedente dimostrazione, l'offerta dell'agente). Analogamente, $P(z, v)$ sia il prezzo atteso per il nostro agente. Si noti che ora, non essendoci più indipendenza tra le valutazioni, la dipendenza di π e P da v non passa più soltanto per il valore di z selezionato: v è correlato con le valutazioni degli altri agenti, e quindi con il loro comportamento nell'asta.

²⁸ Con riferimento alla formalizzazione generale dei due autori, stiamo cioè considerando il caso in cui $V_i = X_i$ e le X_i dei diversi agenti sono tra loro affiliate. La dimostrazione per il caso generale è del tutto analoga.

Nell'equilibrio di Nash deve essere

$$v \in \arg \max_z \{v\pi(z, v) - P(z, v)\} \quad (13)$$

dunque deve valere la condizione del I ordine per l'ottimizzazione

$$v\pi_1(v, v) - P_1(v, v) = 0 \quad (14)$$

dove il pedice indica la derivata parziale rispetto al primo argomento.

Si noti che anche in questo caso $\pi(v, v)$ è lo stesso per tutte le aste efficienti, in quanto la probabilità di vittoria dipende solo dai valori assunti delle variabili che descrivono le valutazioni degli agenti. Dunque, per la (14), anche il valore di $P_1(v, v)$ sarà lo stesso per questa categoria di meccanismi d'asta.

Detti A e B due meccanismi d'asta appartenenti alla classe da noi considerata, sia

$$\Delta(v) = P^A(v, v) - P^B(v, v) \quad (15)$$

la differenza tra i prezzi di vendita attesi dei due meccanismi. Da quanto abbiamo detto deriva che

$$\Delta'(v) = P_2^A(v, v) - P_2^B(v, v). \quad (16)$$

Dal momento che $\Delta(v_0) = 0$ (le aste in questione garantiscono lo stesso prezzo nel caso in cui l'agente abbia la minima valutazione) discende che

$$\Delta(v) = \Delta(v_0) + \int_{v_0}^v \Delta'(w)dw = \int_{v_0}^v [P_2^A(w, w) - P_2^B(w, w)]dw. \quad (17)$$

E' dunque possibile effettuare un confronto tra i prezzi attesi a partire dal valore assunto da $P_2(v, v)$ per i vari meccanismi d'asta. E' chiaro ad esempio che, se per ogni $v > v_0$ $P_2^A(v, v)$ è maggiore di $P_2^B(v, v)$, sarà $\Delta(v) > 0$, cioè il prezzo atteso sarà maggiore per l'asta A rispetto all'asta B .

Più in generale, si ha $P_2^A(v, v) \geq P_2^B(v, v)$ per ogni $v > v_0$ se vale la condizione²⁹

$$P^A(v, v) < P^B(v, v) \Rightarrow P_2^A(v, v) \geq P_2^B(v, v) \quad \forall v. \quad (18)$$

E' questo il *linkage principle* di Milgrom e Weber. A partire da tale risultato e in presenza di affiliazione tra le valutazioni dei diversi agenti, si giunge al *ranking* tra le varie procedure d'asta riportato nel testo (cfr. Milgrom (1987)).

²⁹ La dimostrazione del risultato è molto semplice. Tornando alla formulazione in termini di $\Delta(v)$, esso afferma che, se possiamo escludere che vi sia un valore v per il quale contemporaneamente $\Delta(v) < 0$ e $\Delta'(v) < 0$, sarà $\Delta(v) \geq 0$ per ogni $v \geq v_0$. Supponiamo infatti che vi sia $\hat{v} > v_0$ tale che $\Delta(\hat{v}) < 0$. Visto che $\Delta(v_0) = 0$, il teorema del valor medio richiederebbe allora l'esistenza di un valore $v \in [v_0, \hat{v}]$ tale che $\Delta(v) < 0$ e $\Delta'(v) < 0$, contro la nostra ipotesi.

Riferimenti bibliografici

- [1] Banks, J. S., Ledyard, J. O. e Porter, D. P. (1989), "Allocating uncertain and unresponsive resources: an experimental approach", *Rand Journal of Economics*, vol. 20, pp. 1–22.
- [2] Bosco, B. e Parisio L. (1996), "Selling spectrum rights by auction mechanisms", mimeo, Università degli Studi di Milano.
- [3] Bulow, J. e Roberts, J. (1989), "The simple economics of optimal auctions", *Journal of Political Economy*, vol. 97, pp. 1060–90.
- [4] Chakravorti, B., Sharkey, W. W., Spiegel, Y. e Wilkie, S. (1995), "Auctioning the airwaves: the contest for broadband PCS spectrum", *Journal of Economics and Management Strategy*, vol. 4, pp. 345–73.
- [5] Cramton, P. C. (1995), "Money out of thin air: the nationwide narrow-band PCS auction", *Journal of Economics and Management Strategy*, vol. 4, pp. 267–343.
- [6] Hausch, D. B. (1986), "Multi-object auctions: sequential vs. simultaneous sales", *Management Science*, vol. 32, pp. 1599–1610.
- [7] Krishna, K. (1993), "Auctions with endogenous valuations: the persistence of monopoly revisited", *American Economic Review*, vol. 83, pp. 147–160.
- [8] Krishna, K. e Rosenthal, W. R. (1995), "Simultaneous auctions with synergies", mimeo, Boston University.
- [9] Kwerel, E. R. e Williams, J. R. (1993), "Moving towards a market for spectrum", *Regulation*, vol. 16, pp. 53–62.
- [10] McAfee, R. P. e McMillan, J. (1987), "Auctions and bidding", *Journal of Economic Literature*, vol. 25, pp. 699–738.
- [11] McAfee, R. P. e McMillan, J. (1996), "Analyzing the airwaves auction", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 10, pp. 159–75.
- [12] McMillan, J. (1994), "Selling spectrum rights", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, pp. 145–162.
- [13] Milgrom, P. (1981), "Good news and bad news: representation theorems and applications", *Bell Journal of Economics*, vol. 12, pp. 380–91.

- [14] Milgrom, P. (1987), "Auction theory", in Bewley, T. (a cura di), *Advances in economic theory*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987.
- [15] Milgrom, P. (1989), "Auction and bidding: a primer", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 3, pp. 3–22.
- [16] Milgrom, P. e Weber, R. J. (1982), "A theory of auctions and competitive bidding", *Econometrica*, vol. 50, pp. 1089–1122.
- [17] Pitchik, C. e Schotter, A. (1988), "Perfect equilibria in budget-constrained sequential auctions: an experimental study", *The Rand Journal of Economics*, vol. 19, pp. 363–88.
- [18] Riley, J. G. (1989), "Expected revenue from open and sealed bid auctions", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 3, pp. 41–50.
- [19] Riley, J. G. e Samuelson, W. F. (1981), "Optimal auctions", *American Economic Review*, vol. 71, pp. 381–92.
- [20] Stigler, G. J. (1964), "A theory of oligopoly", *Journal of Political Economy*, vol. 72, pp. 44–61.
- [21] Vickrey, W. (1961), "Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders", *Journal of Finance*, vol. 16, pp. 8–37.
- [22] Weber, R. J. (1983), "Multiple-object auctions", in Engelbrecht-Wiggans, R., Shubik, M. e Stark, R. (a cura di), *Auctions, bidding and contracting: uses and theory*, New York University press, New York, 1983.