6. Meccanismi e strategie di allocazione delle risorse in assenza e in presenza di beni pubblici

di Nicola Postiglione

1. Introduzione

Negli ultimi venti anni si è manifestata un'interessante convergenza di alcuni aspetti della Teoria della scelta sociale con talune analisi svolte nell'ambito dei meccanismi allocativi. La fertilizzazione incrociata di questi due filoni di ricerca è stata favorita dall'impiego della teoria dei giochi che ha fornito uno schema concettuale, oltre che formale, di comune riferimento analitico.

Scopo di questa comunicazione è di mostrare il contributo che i meccanismi di allocazione delle risorse possono apportare all'analisi di alcuni aspetti essenziali del funzionamento delle economie in presenza di soli beni privati e delle economie nelle quali si producono anche beni pubblici.

Particolare importanza daremo al problema degli incentivi, da sempre punto focale nell'analisi dei sistemi economici, collegandoli – con l'applicazione dei concetti di equilibrio di strategia dominante e di equilibrio secondo Nash – ai meccanismi che studiano l'allocazione delle risorse in differenti contesti.

Nei prossimi due paragrafi, di carattere introduttivo, presenteremo i caratteri essenziali dei meccanismi allocativi; nel quarto paragrafo introdurremo i concetti di compatibilità secondo gli incentivi, di strategie dominanti e di equilibrio secondo Nash. Infine nell'ultimo paragrafo analizzeremo, in rapida sintesi, l'applicazione dei suddetti concetti all'analisi dei meccanismi di allocazione delle risorse, nel contesto delle economie con beni privati e delle economie con beni pubblici.

La trattazione sarà condotta in modo semplice, riducendo al minimo l'impiego del linguaggio formalizzato.

2. I meccanismi di allocazione delle risorse: considerazioni generali

2.1. Premessa

Nell'analisi tradizionale viene, di solito, preso in considerazione un dato meccanismo di allocazione delle risorse (ad esempio il meccanismo concorrenziale), cercando di individuare sotto quali ipotesi ri-

guardanti la tecnologia, le preferenze individuali ed altri elementi esogeni (espressi, nella terminologia anglosassone, col termine «environment») esso possiede determinate proprietà (ad es. esistenza, stabilità ed ottimalità, in senso paretiano, dell'equilibrio).

È noto che il meccanismo concorrenziale, nell'ipotesi di convessità nell'ambito della tecnologia e delle preferenze individuali ed in assenza di esternalità, possiede le suddette proprietà.

È abbastanza naturale chiedersi se possono essere individuati modelli alternativi di allocazione che, oltre a possedere le stesse proprietà del meccanismo concorrenziale, possono essere validi nell'ambito di ipotesi meno restrittive di quelle che condizionano tale meccanismo.

In altri termini, supponendo data una certa classe di «environments», occorre definire i meccanismi di allocazione delle risorse che posseggono delle accettabili caratteristiche di funzionamento e scegliere quello che soddisfa nel modo migliore determinate esigenze. Più precisamente la scelta dovrebbe essere limitata ai meccanismi «efficienti» (in un senso paretiano generalizzato) rispetto alle caratteristiche considerate più importanti. Se scegliamo, per esempio, come caratteristiche rilevanti il grado di decentramento decisionale, di decentramento delle informazioni, e un indicatore globale di successo (ad es. il reddito nazionale), un meccanismo di allocazione si potrà definire «efficiente» se non è possibile aumentare il grado di realizzazione di una data caratteristica senza diminuire quello di un'altra. Quindi se un meccanismo A è caratterizzato da un maggiore decentramento decisionale e delle informazioni ma da un minor livello del reddito nazionale rispetto ad un meccanismo B, entrambi possono essere considerati «efficienti». La scelta del meccanismo ottimale sarà quindi largamente basata su giudizi di valore e sul suo grado di effettiva realizzabilità, con i necessari aggiustamenti ed integrazioni, in una data situazione storica.

Secondo questo approccio, quindi, il tipo di meccanismo viene considerato come un'incognita e l'*environment* come un dato, a differenza quindi dell'analisi tradizionale che considera invece come dato un certo sistema economico.

Naturalmente è necessario precisare la natura astratta, e in una certa misura indipendente da un dato contesto istituzionale, dei meccanismi alternativi di allocazione delle risorse. Secondo Hurwicz essi [...] sono simili ai prodotti sintetici: anche se non possono essere usati per scopi pratici, essi possono essere studiati in una forma pura, contribuendo così alla nostra comprensione delle difficoltà e delle potenzialità di individuazione di sistemi economici alternativi [Hurwicz 1971, 101].

Più precisamente, come chiarisce Lombardini [1977, 440] occorre distinguere un'analisi teorica nelle condizioni ideali (che può, tra l'al-

tro, mettere in evidenza particolari difficoltà e contraddizioni logiche di un dato meccanismo di allocazione, che certamente non scompaiono nelle più complesse circostanze della sua eventuale realizzazione concreta), dall'analisi storica delle condizioni effettive che rendono possibile (e auspicabile) l'attuazione di un dato meccanismo.

2.2. Analisi dei meccanismi di allocazione delle risorse: considerazioni introduttive

Hurwicz ed altri economisti hanno cercato di definire gli aspetti essenziali che caratterizzano i meccanismi allocativi, sia per consentire un utile confronto fra di essi, sia per favorire la ricerca di meccanismi alternativi. Infatti l'individuazione di uno schema abbastanza generale di riferimento consente di indirizzare l'analisi teorica dei meccanismi allocativi verso gli aspetti che assumono maggiore rilevanza ed il cui approfondimento permette di realizzare un reale progresso in tale settore di ricerca.

Come accade in altri settori di indagine, si stabilisce un processo di interazione, di tipo circolare, tra gli schemi di riferimento proposti e la determinazione dei meccanismi allocativi, nel senso che un migliore e più articolato schema di riferimento favorisce una più precisa ed efficace definizione dei meccanismi allocativi, e viceversa l'analisi di questi meccanismi consente di arricchire lo schema di riferimento.

È appena il caso di sottolineare che gli schemi proposti, pur recependo elementi dall'analisi dei sistemi economici realmente esistenti, rappresentano strumenti estremamente semplificati rispetto alla complessità di tali sistemi. Nondimeno essi costituiscono un importante contributo per l'analisi comparativa dei meccanismi di allocazione delle risorse, dato che le loro caratteristiche di generalità ed astrattezza ne garantiscono una sufficiente indipendenza dagli specifici contesti istituzionali.

Meno generali ed astratti sono invece i meccanismi allocativi che si riferiscono ai suddetti schemi: spesso essi vengono infatti formulati con esplicito riferimento a determinati contesti istituzionali, anche se la loro applicazione effettiva è naturalmente condizionata, come abbiamo precisato precedentemente, ad una ulteriore e più complessa analisi delle reali condizioni, di carattere storico-sociologico, delle realtà ambientali interessate a tale applicazione.

D'altro canto esistono numerosi esempi di meccanismi allocativi, come ad esempio il modello walrasiano, la cui validità si estende al di là dello specifico contesto istituzionale per il quale sono stati inizialmente proposti.

2.3. Definizioni delle condizioni ambientali di riferimento («environment»)

Come abbiamo accennato precedentemente, la caratteristica saliente dell'analisi moderna dei meccanismi di allocazione delle risorse consiste, a differenza dell'analisi tradizionale, nel supporre dati gli elementi che costituiscono l'«environment», e cioè le condizioni ambientali di riferimento, e considerare invece variabile, e quindi oggetto di scelta, il meccanismo allocativo più idoneo a soddisfare determinate esigenze ritenute prioritarie.

L'«environment» relativo ad un singolo agente i ($i = 1, \dots, n$) è definito dai seguenti elementi:

R_i è la relazione di preferenza;

w_i è il vettore delle risorse iniziali;

T_i è la tecnologia in suo possesso.

L'«environment» relativo all'intero sistema è il seguente: $R = (R_1, R_2, \dots, R_n)$ è l'insieme delle relazioni di preferenza esistenti nel sistema; ciascun elemento dell'insieme riguarda un dato agente, ad esempio se l'agente è un organo centrale di pianificazione, R_i può essere considerata una funzione del benessere sociale, non necessariamente collegata con le relazioni di preferenza degli altri agenti;

$w = (w_1, \dots, w_n)$ sono le risorse esistenti inizialmente nel sistema economico ed appartenenti agli n agenti;

$T = (T_1, \dots, T_n)$ sono le tecnologie in possesso di ciascun agente.

Per ciascun agente l'«environment» è quindi dato da:

$$e_i = (R_i, w_i, T_i).$$

Per l'intero sistema avremo:

$$e = (e_1, \dots, e_n) = (R, w, T).$$

Nell'ipotesi di convessità nell'ambito della tecnologia e delle preferenze individuali l'«environment» è detto «classico».

3. Alcune caratteristiche essenziali dei meccanismi di allocazione delle risorse

3.1. Considerazioni introduttive sulla struttura dei meccanismi di allocazione

Dobbiamo ora prendere in considerazione le principali caratteristiche dei meccanismi di allocazione delle risorse.

Le caratteristiche a cui faremo riferimento sono indicate nel seguito.

A) Struttura dell'informazione, che è definita essenzialmente dai seguenti elementi: natura e dimensione dei messaggi scambiati fra i vari soggetti economici interessati; origine e destinazione dei flussi di informazione, con i relativi attributi di «privacy», cioè ciascun soggetto conosce inizialmente solo la sua tecnologia, le sue preferenze e la sua dotazione di risorse, e non quelle degli altri soggetti (quindi vi è una dispersione delle informazioni); «anonimità» ovvero la risposta ad un messaggio non dipende dalla sua origine; ad esempio nel modello di tipo walrasiano, formulato da Lange, il centro modifica i prezzi solo in base alle domande ed alle offerte aggregate, senza distinguerle a livello di singolo soggetto richiedente od offerente; autorilevanza (*self-relevance*) ovvero ciascun soggetto specifica solo ciò che riguarda se stesso.

Questi tre attributi sono tutti presenti nel meccanismo concorrenziale e costituiscono, secondo Hurwicz, gli aspetti essenziali del concetto di «decentramento delle informazioni».

B) Struttura dell'autorità, cioè grado di autonomia di cui possono godere i soggetti economici nell'ambito di un dato modello di allocazione.

Da questo punto di vista possiamo distinguere, per quanto concerne l'autonomia delle imprese, tre categorie di modelli:

i) modelli completamente centralizzati, che prevedono la pura esecuzione da parte delle imprese di un dettagliato piano determinato da un organo centrale di pianificazione;

ii) modelli indirettamente centralizzati, che prevedono la partecipazione delle imprese alla formulazione del piano, per la cui realizzazione l'organo centrale indica i criteri di comportamento delle imprese (es. la massimizzazione di un indice di produttività o del profitto) limitando quindi, in modo più o meno rilevante, il loro ambito di autonomia;

iii) modelli che implicano una completa autonomia decisionale.

Fra questi tre tipi di modelli esistono teoricamente innumerevoli soluzioni intermedie.

C) Indicatore di successo (es. ottimalità paretiana o, nelle applicazioni concrete, un indice globale di efficienza, come il reddito nazionale).

D) La classe di «environments» e cioè le ipotesi riguardanti la tecnologia, le preferenze, e la distribuzione iniziale delle risorse che sono prese in considerazione dal meccanismo di allocazione.

E) La compatibilità tra la effettiva realizzazione dell'allocazione ottima delle risorse, a livello globale, e gli interessi di ciascun soggetto economico. Questa compatibilità può essere assicurata da un opportuno sistema di incentivi: in assenza di esso sarà difficile non solo realizzare ma addirittura definire, in modo corretto, la suddetta allo-

cazione, data l'ovvia tendenza dei soggetti economici a fornire informazioni non veritiere ma più confacenti ai propri interessi.

Nel prosieguo della trattazione approfondiremo l'analisi di due delle suindicate caratteristiche.

3.2. Le due accezioni del termine «decentramento»

Come abbiamo già accennato nei punti A e B del paragrafo precedente, è opportuno distinguere in modo preciso, attraverso formali definizioni, due diversi significati che assume il concetto di «decentramento» nell'ambito di un dato meccanismo di allocazione.

Una prima accezione del termine «decentramento» riguarda il grado di autonomia decisionale che caratterizza le singole organizzazioni in un dato sistema economico: l'esempio tipico è quello di un'economia concorrenziale, in cui il sistema dei prezzi, nell'ipotesi che non vi siano rendimenti crescenti, indivisibilità ed esternalità, consente alle imprese ed ai consumatori di decidere, in piena autonomia, i loro programmi di produzione e di consumo in modo ottimale sia per le singole organizzazioni che per l'economia nel suo complesso. Si tratta quindi, in questo caso, di decentramento delle decisioni.

Una seconda accezione del termine «decentramento» riguarda la struttura delle informazioni nell'ambito di un modello di allocazione delle risorse. Tale accezione è connessa all'ipotesi che le informazioni riguardanti la tecnologia, le preferenze e le dotazioni delle singole organizzazioni siano note solo a ciascuna di esse: vi è quindi una iniziale dispersione delle informazioni tra i vari soggetti economici ed esiste un organo centrale (o, nel caso più semplice, un «banditore» per ciascun mercato, nell'accezione walrasiana del termine) con cui tali soggetti scambiano una serie di messaggi attraverso successive iterazioni, al termine delle quali i singoli soggetti prendono le loro decisioni. Si parla, in questo caso, di decentramento delle informazioni.

Possono verificarsi, al riguardo, due casi limite (ed infiniti casi intermedi): i messaggi finali pervenuti alle singole organizzazioni hanno un carattere puramente «informativo» (come nel caso del banditore walrasiano) che consente loro di prendere decisioni ottimali dal punto di vista individuale e collettivo; oppure i messaggi finali inviati dall'organo centrale hanno carattere «precoativo» e non consentono quindi alcuna autonomia decisionale.

Nel primo caso l'iniziale decentramento delle informazioni non esclude il decentramento delle decisioni, anche se quest'ultimo si manifesta non attraverso la «mano invisibile», che determina i prezzi di equilibrio mediante il meccanismo concorrenziale, ma richiede una trasmissione di informazioni tra il «Centro» e la «periferia». Come abbiamo già rilevato il «Centro» può essere costituito, sotto particola-

ri ipotesi, anche da un insieme di banditori, ciascuno responsabile di determinare, per successive approssimazioni, il prezzo di equilibrio fra domanda ed offerta su un dato mercato: in questo caso decentramento delle decisioni e delle informazioni coincidono perfettamente.

In altri casi il grado di autonomia dei soggetti economici, soprattutto delle imprese, tende a ridursi fino ad annullarsi praticamente del tutto nell'ipotesi che, nell'iterazione finale, i messaggi inviati dal Centro siano di carattere precettivo.

3.3. Le interrelazioni fra le principali caratteristiche dei meccanismi di allocazione delle risorse

Uno schema di valutazione comparativo molto ampio e generale è stato proposto da Hurwicz. Secondo questo autorevole economista, il fulcro dell'analisi dei meccanismi di allocazione delle risorse è costituito dalle relazioni che vengono a determinarsi tra la struttura dell'autorità e quella dell'informazione, nell'ambito della classe di «environments» che caratterizza ciascun meccanismo, e tenendo conto dell'indicatore di successo. Egli afferma, in proposito, che

[...] in modo figurato noi possiamo pensare a quattro variabili (assi) che rappresentano rispettivamente la struttura dell'autorità (centralizzazione, autonomia), la struttura dell'informazione (*privacy*, *anonimità*), un indicatore di successo (per es. ottimalità paretiana), la classe degli *environments* (per es. la presenza o meno di esternalità, indivisibilità, convessità, ecc.). Molte delle questioni da analizzare possono essere espresse nel seguente modo: quali punti (cioè combinazioni dei valori delle variabili) di questo spazio a quattro dimensioni sono ottenibili, e fra essi quali sono preferibili in termini di risultato netto (netto nel senso che i costi per il trattamento delle informazioni sono stati dedotti).

Ad esempio il mercato corrisponde a un punto, in questo spazio, caratterizzato da autonomia sull'asse che esprime la struttura dell'autorità, da *privacy*, *anonimità* e *autorilevanza* sull'asse che esprime la struttura dell'informazione e da ottimalità paretiana sull'asse che esprime l'indicatore di successo, mentre l'asse che rappresenta l'*environment* è scelto con le caratteristiche classiche di divisibilità, convessità, assenza di esternalità, e così via. È sperabile stabilire *impossibility theorems* che dimostrino che determinati punti dello spazio non sono occupati, per esempio combinazioni costituite da decentramento delle informazioni, ottimalità paretiana e determinati tipi di economie esterne [Hurwicz 1971, 101].

Hurwicz aggiunge che un quinto «asse» è quello corrispondente al sistema degli incentivi, nell'ambito di ciascun meccanismo di allocazione delle risorse. Egli ritiene, in proposito, che sia impossibile formulare un meccanismo di allocazione che consenta di conseguire sia l'ottimalità paretiana che il decentramento delle informazioni e soddi-

sfi inoltre il concetto di «Nash equilibrium» dal punto di vista del sistema degli incentivi [*ibidem*, 86-87].

Risulta evidente l'estrema difficoltà di poter dimostrare «a priori», attraverso appositi teoremi, l'impossibilità di definire meccanismi di allocazione delle risorse che godano contemporaneamente di determinate proprietà. D'altro canto lo sforzo impiegato in tale ricerca sarebbe largamente compensato dalla notevole utilità, dal punto di vista della teoria economica, di una dimostrazione logico-formale dell'impossibilità di definire modelli di allocazione che abbiano date caratteristiche: infatti ciò costituirebbe «a fortiori» la prova dell'impossibilità di realizzare i sistemi economici di cui i modelli costituiscono un'estrema semplificazione.

A nostro modesto avviso, mentre riteniamo che sia senz'altro possibile rilevare l'inconsistenza logica di un dato meccanismo di allocazione, nutriamo seri dubbi sulla possibilità di dimostrare tale inconsistenza nei confronti di un'intera classe di meccanismi, prima che vengano effettivamente formulati, e quindi solo sulla base della loro «pretesa» di possedere un certo insieme di caratteristiche.

Si tratta di un problema che ha notevoli implicazioni epistemologiche e che si pone naturalmente sul piano della Logica simbolica, scienza in piena evoluzione ma i cui risultati sono spesso oggetto di aspre controversie nell'ambito degli specialisti.

Senza alcuna pretesa di voler esprimere un parere scientificamente motivato in merito a problemi che sono largamente al di fuori della nostra competenza specifica, ci limitiamo a citare, a sostegno delle nostre perplessità, la critica, che lo studioso di logica, Feferman, ha formulato nei confronti di un fondamentale teorema di Gödel (il *secondo teorema di indecidibilità*). Tale critica è stata così sintetizzata da un autorevole studioso:

Siccome in generale esistono più formule di una teoria formale sufficientemente potente che possono esprimere formalmente uno stesso concetto o proprietà metamatematica, egli (Feferman) mostra come alcuni risultati - e in particolare proprio il secondo teorema di Gödel - possono dipendere, per quanto riguarda la loro validità, proprio dalla scelta effettuata, ossia dalla formula che si è assunta per esprimere un dato concetto. [C. Mangione 1973, 595].

Tale critica, a giudizio dell'autore del brano citato, ha una portata di carattere generale e può riguardare quindi, oltre alla validità del teorema di Gödel anche quella di altri risultati di carattere metamatematico, che possono dipendere «[. . .] dalla formula che si è assunta per esprimere un dato concetto».

Mi sembra, alla luce del brano citato, che un teorema che sancisca l'impossibilità di un'intera classe di meccanismi allocativi, e si ponga quindi su un piano metamatematico, debba dipendere anch'esso dal

modo con cui i concetti ad essa attinenti siano stati formulati. Quindi l'inevitabile grado di relatività nella definizione dei concetti stessi, rappresenta un non lieve ostacolo nei confronti della verifica della validità delle conclusioni a cui il teorema è pervenuto.

4. Compatibilità secondo gli incentivi, strategie dominanti, equilibrio secondo Nash

4.1. Premessa

Uno dei punti focali della teoria economica tradizionale è rappresentato dall'ipotesi della presenza, all'interno del sistema economico, di un sistema di incentivi «naturali» atti a conciliare l'interesse individuale con quello generale.

Dal concetto smithiano della «mano invisibile», alle più sofisticate teorie microeconomiche sul comportamento individualistico dei soggetti nell'ambito del sistema economico, la tematica degli incentivi assume un ruolo centrale.

Recentemente questa tematica è stata ripresa dalla teoria dei meccanismi economici di allocazione delle risorse, sui cui fondamenti ci siamo soffermati nelle pagine precedenti, e dalla teoria della scelta sociale.

La teoria dei giochi si è rivelata come un importante schema di collegamento fra questi due filoni di ricerca proprio nell'ottica di una rigorosa trattazione del problema degli incentivi che si presenta nell'ambito di queste due importanti tematiche.

Un modello generale di riferimento che consenta di definire i principali concetti di equilibrio, nel senso della teoria dei giochi, collegati alla nozione di compatibilità mediante gli incentivi (*incentive compatibility*, nel linguaggio anglosassone), sarebbe troppo complesso ed andrebbe largamente al di là dei confini della nostra ricerca. Ci limiteremo pertanto ad esporre il noto modello di Groves [1982] allo scopo di definire, in termini rigorosi, i suddetti concetti di equilibrio.

4.2. Il modello di Groves

Consideriamo un insieme I , $i \in I$, di n agenti che devono risolvere il problema di scegliere un'alternativa $y \in Y$ dall'insieme di Y possibilità. Gli agenti devono anche decidere in quale modo redistribuire al loro interno eventuali quantità di moneta definite dal vettore $t = (t_1, \dots, t_n)$ in cui t_i esprime la quantità di moneta trasferita all'agente i . Se $t_i < 0$ vuol dire che l'agente i trasferisce la quantità t_i agli altri agenti.

Indichiamo con Z l'insieme delle possibili alternative $z = (y, t)$, dove $t \in T$. Avremo pertanto:

$$Z \equiv Y \cdot T$$

$$T \equiv \{t \in R^n \mid \sum_i t_i \leq 0\}.$$

Ipotizziamo ora che ogni agente abbia una relazione di preferenza R_i definita sull'insieme completo delle alternative $z \in Z$. R_i è rappresentabile per mezzo di una funzione di utilità $u_i: Z \rightarrow R$ che soddisfa le seguenti condizioni:

a) $u_i(y, t_i)$ è strettamente crescente in t_i (condizione di non sazietà);

b) l'agente i può essere sempre compensato da un trasferimento addizionale Δt_i , in moneta, se viene scelta un'alternativa y' diversa da quella preferita y . Pertanto

$$u_i(y, t_i) = u_i(y', t_i + \Delta t_i).$$

Si noti che $u_i(y, t_i)$ implica che la funzione di utilità dell'agente i dipende solo dall'alternativa scelta y e dal trasferimento in moneta t_i .

Con $R = (R_1, \dots, R_n)$ indichiamo un «profilo» di preferenza: l'elemento generico R_i esprime evidentemente la relazione di preferenza dell'agente i rappresentata dalla funzione di utilità u_i .

Una «funzione di decisione sociale» (FDS), che indicheremo con F , per ogni dato «profilo» di preferenza R consente di esprimere un giudizio riguardante l'alternativa $z \in Z$. F può anche rappresentare, più semplicemente, il risultato conseguente all'applicazione del meccanismo di allocazione D individuato dagli agenti per determinare le proprie scelte.

Tali scelte dipendono in modo cruciale dalle preferenze degli agenti. Dato che D è un meccanismo di allocazione decentrato, dal punto di vista informazionale, vale per esso la caratteristica della «privacy» e cioè che ogni agente conosce esclusivamente le proprie preferenze. Pertanto la scelta dell'alternativa z richiede uno scambio di informazioni o «messaggi» tra gli agenti: se M è lo spazio dei messaggi m_i che l'agente i può inviare, possiamo esprimere con $m \equiv (m_1, \dots, m_n) \in M^n$ un generico messaggio congiunto inviato dagli n agenti. Quindi il meccanismo di allocazione D è costituito dalla coppia $[M, h, (m)]$ in cui h rappresenta la «funzione risultato» che determina un'alternativa z in corrispondenza del messaggio congiunto m : quindi $z = h(m)$.

Il meccanismo D consente quindi di definire, nell'ambito del modello, un gioco ad n persone caratterizzato da informazione incompleta a causa dell'ipotesi di «privacy». Infatti ogni agente sceglie il proprio messaggio m_i e congiuntamente viene ottenuto il risultato $z = h(m)$ individuato dal meccanismo D .

È evidente che ogni messaggio m_i appare come una strategia scelta dall'agente i in base alla sua funzione di utilità: possiamo quindi

indicare con $S_i = M$ l'insieme delle strategie dell'agente i , e con $S \equiv \prod_i S_i = M^n$ l'insieme delle strategie congiunte degli n agenti.

Il gioco di informazione incompleta, che può essere indicato con G , dipende dal «profilo» di preferenza R e dal meccanismo allocativo $D = [M, b(m)]$.

4.3. Equilibrio di strategia dominante

Siamo ora in grado di definire un equilibrio di strategia dominante come una strategia congiunta $\bar{m} \in M^n$ tale che, per ciascun agente i , si abbia:

$$u_i [b(m/\bar{m}_i)] \geq u_i [b(m/m_i)]$$

in cui $(m/\bar{m}_i) \equiv (m_1, \dots, \bar{m}_i, \dots, m_n)$; $m_i \in S_i \equiv M$, $m \in S \equiv M^n$.

Quanto indicato significa, ovviamente, che un gioco possiede una strategia dominante se ciascun agente può individuare una strategia che è la migliore, dal suo punto di vista, indipendentemente da qualunque combinazione di strategie scelte dagli altri agenti. È immediatamente percepibile che, nell'ambito dei giochi non cooperativi – cui ci riferiremo nel seguito della trattazione – ciascun agente possiede un incentivo straordinariamente forte a mettere in atto la sua strategia dominante.

Dasgupta, Hammond e Maskin [1979] hanno dimostrato che, ad ogni meccanismo allocativo caratterizzato da una strategia dominante, è sempre associabile un corrispondente meccanismo che ha la proprietà che le strategie di ciascun agente siano veridiche, cioè esprimano le vere preferenze dei singoli agenti.

È opportuno osservare che Gibbard [1973] e Satterthwaite [1975] hanno dimostrato, in un ben noto teorema, che, in presenza di determinate ipotesi e se l'insieme Z possiede almeno tre alternative, l'equilibrio di strategia dominante implica che esiste un agente che possiede un completo potere sugli altri e può assumere quindi i connotati di un dittatore.

Un'altra importante implicazione di questo teorema è rappresentata dalla circostanza che la scelta, per ciascun agente, di una strategia veridica non può sempre costituire un equilibrio di strategia dominante.

È possibile superare in parte le conclusioni negative che comportano il teorema di Gibbard-Satterthwaite individuando, nell'ambito del modello di Groves di cui stiamo trattando, meccanismi dotati di particolari profili di preferenza per i quali la scelta di esprimere in modo veridico le proprie preferenze costituisce una strategia dominante per ciascun agente.

Più precisamente Vickrey [1961], Clarke [1971], Groves [1971] hanno provato che, se le preferenze R_i sono quasi-lineari (cioè se, per ciascun i , avremo $u_i(y; t_i) = v_i(y) + t_i$; dove v_i è detta funzione di valutazione dell'agente i) ogni meccanismo di svelamento diretto possiede un equilibrio di strategia dominante. Inoltre Green e Laffont [1977] hanno dimostrato, sempre nell'ipotesi di preferenze quasi-lineari, che, se D è un meccanismo per il quale esiste un equilibrio di strategia dominante e se $y(\bar{m})$ è un'alternativa efficiente per tutti gli equilibri di strategia dominante, allora D è un meccanismo di svelamento diretto. Sebbene ogni meccanismo di svelamento diretto esprima una rivelazione veridica delle preferenze quale strategia dominante in corrispondenza della quale, come abbiamo indicato, $y(\bar{m})$ è un'alternativa efficiente, tuttavia, in generale, la somma dei trasferimenti ($\sum t_i$) anziché annullarsi comporta l'esistenza di un «surplus». Conseguentemente, anche se y è efficiente, ciò preclude il conseguimento di un'alternativa complessiva $z = (y, t)$ efficiente in senso paretiano.

Come vedremo nel paragrafo successivo, quanto qui indicato rappresenta un caso particolare della più generale dimostrazione che non esistono meccanismi di strategia dominante caratterizzati dall'efficienza paretiana.

4.4. Equilibrio secondo Nash

Un altro concetto di equilibrio particolarmente importante è quello secondo Nash.

Dato il gioco di informazione incompleta $G(R, D)$, caratterizzato dal profilo di preferenza $R = (R_1, \dots, R_n)$ e dal meccanismo allocativo $D = M, b(m)$, definiamo la strategia congiunta $m^* \in M^n$ per la quale si abbia, per ogni agente i ,

$$u_i[b(m^*)] \geq u_i[b(m^*/m_i)],$$

in cui $(m^*/m_i) \equiv (m_1^*, \dots, m_i, \dots, m_n^*)$; $m_i \in S_i \equiv M$.

Tale strategia m^* è un equilibrio secondo Nash.

È facile constatare che questo equilibrio è più debole in confronto a quello caratterizzato da una strategia dominante: infatti quest'ultimo tipo di equilibrio richiedeva che, per ciascun agente, la relativa strategia fosse la migliore, indipendentemente da qualunque combinazione di strategie scelte dagli altri agenti. Nel caso invece dell'equilibrio secondo Nash, per ogni agente la strategia di equilibrio dev'essere la migliore nei confronti esclusivamente delle strategie di equilibrio degli altri agenti: essa non è quindi necessariamente migliore rispetto a tutte le loro possibili strategie.

Vedremo, nel prosieguo della trattazione, alcune interessanti applicazioni del concetto di equilibrio secondo Nash all'analisi dei meccanismi di allocazione delle risorse.

5. Meccanismi di allocazione delle risorse in economie con beni pubblici o privati

5.1. Premessa

Nel paragrafo precedente abbiamo precisato i concetti di equilibrio in presenza di strategia dominante e di equilibrio secondo Nash nell'ambito del modello di Groves [1982].

Intendiamo ora applicare i suddetti concetti in un contesto più generale, riguardante i meccanismi allocativi in presenza di soli beni privati e quelli caratterizzati dalla presenza, accanto a questi ultimi, anche di beni pubblici.

Come è noto oltre ai due concetti di equilibrio, da noi esposti, ve ne sono altri applicabili al suddetto contesto. Citiamo, a scopo esemplificativo e senza pretesa di completezza, il principio del massimino, attribuibile a Thomson [1979]; l'equilibrio secondo Bayes, trattato – tra gli altri – da Ledyard [1978, 1979]; le procedure decentralizzate di pianificazione, cui hanno contribuito svariati autori: il lettore interessato potrà avvalersi degli ottimi «survey» di Heal [1986] e di Roberts [1987].

Limiteremo tuttavia la nostra analisi all'equilibrio in presenza di strategia dominante ed a quello secondo Nash sia per ovvi motivi di spazio, sia, soprattutto, perché ci sembrano i più adatti a trarre alcune interessanti considerazioni in merito al confronto tra economie con soli beni privati ed economie in presenza anche di beni pubblici.

Allo scopo di consentire anche ai non specialisti di queste tematiche di seguire la nostra esposizione, limiteremo al minimo la formalizzazione matematica e faremo quindi ampio ricorso all'intuizione del lettore, impiegando un linguaggio semplice. Il lettore interessato ad approfondire in modo rigoroso anche gli aspetti formali della materia trattata, potrà utilizzare, a questo scopo, gli opportuni riferimenti bibliografici.

Limiteremo la nostra trattazione ai meccanismi di allocazione delle risorse non parametrici, caratterizzati dal fatto che la «funzione risultato» h – definita nel precedente paragrafo – dipende solo dall'insieme dei messaggi $m \equiv (m_1, \dots, m_n)$ ed è indipendente da qualunque informazione sulle condizioni ambientali di riferimento («environment»); inoltre lo «spazio dei messaggi» M è lo stesso per qualunque «environment». Pertanto quando useremo il termine «meccanismo» ometteremo di precisare che si tratta di un meccanismo non parametrico.

Precisiamo inoltre che considereremo solo «environments» classici, caratterizzati cioè – come abbiamo precisato nel primo paragrafo – da convessità nell'ambito della tecnologia e delle curve di indifferenza.

5.2. Meccanismi caratterizzati dalla presenza di strategie dominanti

Nel precedente paragrafo abbiamo definito in termini formali il concetto di strategia dominante. Abbiamo allora chiarito che la caratteristica essenziale di un meccanismo dotato di una strategia dominante è la circostanza che ciascun agente individua la sua strategia ottimale, che è tale qualunque sia la combinazione di strategie scelte dagli altri agenti. Abbiamo quindi anche osservato che ogni agente – nell'ambito dei giochi non cooperativi, cui limitiamo la nostra attenzione – ha un notevolissimo incentivo a scegliere la sua strategia dominante.

Consideriamo, in primo luogo, meccanismi caratterizzati dalla presenza di un numero relativamente piccolo di agenti.

Fin dal saggio di Hurwicz [1972] risultò evidente agli studiosi la difficoltà di individuare l'esistenza di meccanismi di strategia dominante che assicurassero l'efficienza, in senso paretiano, nell'allocazione delle risorse.

Da questo punto di vista una classe particolarmente importante di meccanismi di svelamento diretto, in presenza di beni pubblici, sono i meccanismi di Groves [1970], che godono della proprietà che l'indicazione veridica delle preferenze individuali è un equilibrio di strategia dominante, qualora tali preferenze siano esprimibili attraverso funzioni di utilità lineari rispetto al bene privato [Groves 1979] oltre a godere di altre importanti proprietà [Hurwicz 1986].

È stato dimostrato [Green e Laffont 1977; Walker 1978; Holmström 1979] che, sotto certe condizioni, abbastanza plausibili, la ricerca di meccanismi di strategia dominante, che godano della proprietà di essere efficienti in senso paretiano, possa essere limitata ai meccanismi di Groves.

Hurwicz [1972] precisò anche l'importanza, per i meccanismi allocativi, di possedere il requisito della «razionalità individuale». A tale proposito egli sottolineò la circostanza che, in presenza di economie con soli beni privati, nessun meccanismo efficiente, dotato di strategia dominante, soddisfaceva il requisito della «razionalità individuale». Tale requisito implica che ciascun agente non abbia, al termine del processo di allocazione, una dotazione di risorse inferiore a quella iniziale.

Un risultato simile è stato ottenuto, nel caso di economie con beni pubblici, da Ledyard e Roberts [1974] che, impiegando il diagramma

di Kolm, hanno dimostrato che nessun meccanismo efficiente, con strategia dominante, può assicurare la «razionalità individuale».

I suddetti risultati fecero porre in evidenza l'eventuale opportunità di individuare meccanismi di strategia dominante efficienti anche se privi del requisito della «razionalità individuale».

Ma Hurwicz [1975] stesso mostrò a questo riguardo che, anche in presenza di una funzione risultato dotata di particolari caratteristiche, non esistono meccanismi efficienti di strategia dominante.

Una serie di interessanti ricerche, condotte, tra gli altri, da Green e Laffont [1977], Holmström [1979] e Walker [1978, 1980] hanno dimostrato, generalizzando l'analisi condotta nel paragrafo precedente, che, in presenza di beni pubblici, non esistono meccanismi efficienti dotati di strategia dominante. Infatti i meccanismi di Groves, ai quali – come abbiamo indicato precedentemente – può essere limitata la ricerca di meccanismi di strategia dominante che siano anche efficienti in senso paretiano, non rispettano il vincolo di bilancio tra impieghi e disponibilità.

Hurwicz e Walker [1983] hanno infine dimostrato che l'impossibilità di collegare l'efficienza con la presenza di strategie dominanti riguarda sia i meccanismi in presenza di soli beni privati sia quelli con beni pubblici.

Possiamo quindi concludere questa rapida rassegna ponendo in evidenza che, in un'economia con un numero relativamente piccolo di agenti, la suddetta impossibilità riguarda, in egual misura le due suddette categorie di beni.

I risultati negativi sopra riportati riguardano le economie con un numero relativamente piccolo di agenti. In presenza di un numero elevato di agenti sono stati conseguiti risultati di gran lunga migliori.

Consideriamo, in primo luogo, l'ipotesi di un «continuum» di agenti. Le ricerche di Aumann [1966], Hammond [1979] e Champsaur e Laroque [1981] hanno posto in evidenza che, in presenza di beni privati e con un «continuum» di agenti, il meccanismo concorrenziale consente di conseguire un equilibrio di strategia dominante caratterizzato dall'efficienza paretiana.

Questo risultato è pienamente plausibile e perfettamente in linea con la teoria economica della concorrenza perfetta.

È appena il caso di aggiungere che l'operare del meccanismo prevede che i messaggi inviati da ciascun agente siano veridici in quanto eventuali scostamenti dalla verità, a livello di un singolo agente, non influiscono sul prezzo di equilibrio.

Anche nel caso di beni pubblici, in presenza di un «continuum» di agenti è stato dimostrato che, se ogni agente paga un'eguale quota del costo dei beni pubblici, si determina un meccanismo allocativo efficiente e dotato di strategia dominante [Groves e Ledyard 1987].

Occorre osservare che, dato che la quota di contribuzione è pre-determinata, ed eguale, per tutti gli agenti, un eventuale scostamento, da parte di un singolo agente, rispetto al messaggio veridico, oltre a non influenzare il livello di produzione dei beni pubblici rende l'agente indifferente fra l'invio di un messaggio veridico e quello di uno falso [Groves e Ledyard 1987].

In conclusione quest'ultima circostanza rappresenta l'unica differenza – in presenza di un «continuum» di agenti – fra le economie con beni privati e quelle con beni pubblici.

Consideriamo ora economie caratterizzate dalla presenza di un numero elevato, ma finito, di agenti.

In tale situazione si applicano le stesse conclusioni che abbiamo posto in evidenza in relazione ad un numero relativamente piccolo di agenti e cioè che, sia in presenza di beni privati che di beni pubblici, non esiste un meccanismo dotato di strategia dominante e che assicuri l'efficiente allocazione delle risorse. Infatti tale conclusione è legata all'esistenza di un numero comunque finito di agenti, sia esso relativamente piccolo o elevato.

Tuttavia possiamo considerare dei risultati-limite facendo tendere all'infinito il numero degli agenti ed introducendo il concetto di meccanismi «quasi» efficienti, dotati di strategie «quasi» dominanti, che definiremo meccanismi «al limite» compatibili in base agli incentivi.

Riguardo alle economie con beni privati, Roberts e Postlewaite [1976] hanno definito un meccanismo «al limite» compatibile in base agli incentivi se, per $\varepsilon > 0$ facendo tendere all'infinito il numero di agenti il guadagno di un singolo agente, dovuto all'invio di un messaggio non veridico diviene arbitrariamente piccolo (e cioè minore di ε). Questi autori, dopo aver definito il meccanismo concorrenziale «al limite» compatibile in base agli incentivi, dimostrano che tale meccanismo è dotato di strategia «quasi» dominante e consente un'allocazione «quasi» efficiente delle risorse.

Roberts [1976], dopo aver definito, per le economie con beni pubblici, un concetto di meccanismo «al limite» compatibile in base agli incentivi, in analogia con la precedente definizione, giunge alla conclusione che, se si richiede la razionalità individuale – cioè la condizione che nessun agente, al termine del processo, si trovi in una situazione peggiore di quella iniziale – non esiste un meccanismo che «al limite» sia compatibile in base agli incentivi. Se si rimuove l'ipotesi di razionalità individuale è possibile impiegare un meccanismo che prevede che il costo dei beni pubblici sia ripartito in modo eguale tra i vari agenti, come indicato precedentemente. Groves e Ledyard [1978] hanno dimostrato che un tale meccanismo è «al limite» compatibile in base agli incentivi. Ciò è dovuto essenzialmente alla circostanza che, essendo predefinita la quota di contribuzione per cia-

scun agente, il guadagno legato ad un messaggio non veridico, allo scopo di ridurre il costo complessivo dei beni pubblici – e quindi anche il livello di contribuzione – da parte di un singolo agente tende a zero se il numero degli agenti tende all'infinito.

Confrontando i risultati ottenuti in presenza di soli beni privati con quelli riguardanti le economie con beni pubblici è facile constatare che, secondo i risultati esposti nelle varie sezioni di questo paragrafo, le differenze tra i due tipi di economie non appaiono rilevanti. Anche in presenza di un numero elevato di agenti, ad esempio, in entrambi i tipi di economie è possibile definire meccanismi «al limite» compatibili in base agli incentivi e quindi dotati di strategia «quasi» dominante e che consentono un'allocazione delle risorse «quasi» efficiente.

Questa considerazione sembra essere in contrasto con la dottrina tradizionale secondo la quale nelle economie con beni pubblici l'incentivo ad assumere la posizione di «free riders» – influenzando negativamente sull'allocazione delle risorse – è particolarmente forte da parte degli agenti (all'evidente scopo di ridurre la loro quota di partecipazione alle spese sostenute per i beni pubblici) mentre nelle economie con beni privati il meccanismo concorrenziale è compatibile con l'interesse individuale e quindi pienamente efficiente. Ad esempio Samuelson [1954] parla di «impossibilità di una soluzione decentralizzata spontanea» in presenza di beni pubblici.

Un notevole merito dell'analisi dei meccanismi di allocazione delle risorse è quello di aver meglio precisato le differenze tra i due tipi di economie.

Per quanto riguarda i risultati esposti in questa sezione, dobbiamo sottolineare che l'unica differenza che emerge fra tali economie non riguarda l'aspetto degli incentivi e la possibilità di una soluzione decentralizzata ma esclusivamente la circostanza che solo in presenza di beni pubblici è stato necessario rimuovere l'ipotesi di razionalità individuale.

Ricordiamo che in presenza di un numero relativamente piccolo di agenti, non emerge alcuna significativa differenza tra i due tipi di economie. Anche in presenza di un «continuum» di agenti, si nota solo una sottile differenza fra un'economia con beni privati ed un'economia con beni pubblici.

5.3. Meccanismi caratterizzati da equilibri secondo Nash

Nel paragrafo 4 abbiamo presentato il concetto di equilibrio secondo Nash, ponendolo in confronto con l'equilibrio caratterizzato dalla presenza di una strategia dominante.

Nel primo caso la strategia di equilibrio, per ogni agente, è la mi-

gliore nei confronti delle strategie di equilibrio degli altri agenti. Nel secondo caso la strategia scelta da ciascun agente è la migliore, indipendentemente da qualunque possibile combinazione di strategie scelte da tutti gli altri agenti.

È facile constatare che, nel primo caso, per ciascun agente si tratta di una strategia condizionata dalle scelte degli altri mentre, nel secondo caso, la strategia scelta da ciascun agente ha un carattere di assoluta indipendenza rispetto alle scelte altrui.

Quindi l'equilibrio secondo Nash è più debole rispetto a quello caratterizzato da una strategia dominante.

Nondimeno è interessante studiare le caratteristiche di funzionamento dei meccanismi allocativi caratterizzati da equilibri secondo Nash, sia per tentare di risolvere alcuni problemi lasciati aperti, o risolti in modo non soddisfacente, dall'analisi dei meccanismi dotati di strategia dominante, sia per porre sempre meglio a fuoco le analogie e le differenze tra le economie con beni privati e quelle con beni pubblici.

L'equilibrio secondo Nash non si raggiunge in un'unica soluzione ma prevede un processo iterativo nel quale, in ciascuno stadio, ciascun agente annuncia il proprio messaggio m_i . Dopo un certo numero di iterazioni la procedura può convergere verso un equilibrio secondo Nash caratterizzato dalla strategia congiunta m^* . Vari autori hanno dimostrato sotto quali condizioni la procedura converge verso tale posizione di equilibrio.

In presenza di pochi agenti sono stati individuati vari interessanti meccanismi. Uno dei più importanti è quello analizzato da Groves e Ledyard [1977] per l'allocatione dei beni pubblici. Lo spazio dei messaggi è, per ciascun agente, $M_i = R^L$, dove L è il numero dei beni: $M = M_1 \cdot M_2 \cdot M_n$. La «funzione risultato» è $h = [h_1(m), \dots, h_n(m), y(m)]$ in cui $h_i(m)$ è l'ammontare del bene numerario trasferito all'agente i ed $y(m)$ è il livello dei beni pubblici che è stato scelto. Gli autori dimostrano che il meccanismo da loro proposto è efficiente e consente di determinare un equilibrio secondo Nash.

Bergstrom, Simon e Titus [1983] posero in evidenza che tale meccanismo porta al conseguimento di equilibri multipli: in tale situazione ciascun agente può avere interesse a falsificare l'indicazione delle sue preferenze per far determinare, alla procedura allocativa, l'equilibrio da lui prescelto.

Un altro aspetto non positivo di questo meccanismo è l'assenza del requisito della «razionalità individuale»: cioè l'allocatione finale può lasciare qualche agente in una posizione peggiore di quella iniziale.

Walker [1981] ha presentato un meccanismo che possiede, in presenza di beni pubblici, oltre ai requisiti del meccanismo precedente

mente indicato, anche quello della «razionalità individuale». Altri importanti contributi migliorativi del meccanismo di Groves e Ledyard sono stati apportati da Brock [1980].

Il contributo più rilevante è però dovuto ad Hurwicz [1979] che ha presentato un risultato valido sia per le economie con beni privati sia per quelle con beni pubblici. Il meccanismo individuato consente non solo di determinare equilibri secondo Nash, efficienti in senso paretiano, ma presenta l'importante proprietà che la «funzione risultato» h è continua: ciò assicura un processo iterativo particolarmente efficiente anche per l'assenza di rilevanti oscillazioni nel corso della procedura.

È opportuno notare che, secondo l'analisi di Hurwicz, non vi è differenza tra economie con beni privati e quelle con beni pubblici. Ciò ci consente di ribadire la validità di quanto detto in proposito nella sezione precedente.

È appena il caso di sottolineare che i risultati ottenuti in questa sezione sono decisamente migliori di quelli riguardanti la possibilità di definire equilibri efficienti di strategia dominante in presenza di pochi agenti. Ciò è dovuto alla circostanza che le condizioni necessarie per definire un meccanismo allocativo caratterizzato da un equilibrio secondo Nash sono molto meno vincolanti rispetto a quelle concernenti i meccanismi di strategia dominante.

Sono stati studiati anche meccanismi caratterizzati da equilibri secondo Nash in presenza di un numero elevato di agenti. A differenza dei meccanismi di strategia dominante, i cui risultati dipendono moltissimo dall'incremento nel numero degli agenti, nel caso dei meccanismi riguardanti gli equilibri secondo Nash il miglioramento dei risultati è relativamente molto più modesto.

Per questo motivo ometteremo di esporre tali risultati, rimandando il lettore interessato ai saggi di Roberts e Postlewaite [1976] e di Groves e Ledyard [1987].

Riferimenti bibliografici

- Arrow, K.J. e Intriligator, M.D. (1986), *Handbook of Mathematical Economics*, Amsterdam, North-Holland.
- Aumann, R. (1966), *Existence of Competitive Equilibria in Markets with a Continuum of Traders*, in «Econometrica», vol. 34.
- Bergstrom, T., Simon, C. e Titus, J. (1983), *Counting Groves-Ledyard Equilibria via Degree Theory*, in «Journal of Mathematical Economics», vol. 12.
- Brock, W. (1980), *The Design of Mechanisms for Efficient Allocation of Public Goods*, in *Quantitative economics and development*, a cura di Nerlove, M., Klein, L. e Tsiang, S., New York, Academic Press.
- Cagliozzi, R. (1986), *La scelta pubblica nel settore dei trasporti*, Napoli, Liguori Editore.

- (1990), *Oggettività ed intenzione nell'analisi economica*, Napoli, Liguori Editore.
- Champsaur, P. e Laroque, G. (1981), *A Note on Incentives in Large Economies*, in «INSEE Working Paper» n. 8108, Paris.
- Dasgupta, P., Hammond, P. e Maskin, E. (1979), *The Implementation of Social Choice Rules: Some General Results on Incentive Compatibility*, in «Review of Economic Studies», vol. 46.
- Gibbard, A. (1973), *Manipulation of Voting Schemes: A General Result*, in «Econometrica», vol. 41.
- Green, J. e Laffont, J.J. (1977), *Characterization of Satisfactory Mechanisms for the Revelation of the Preferences for Public Goods*, in «Econometrica», vol. 45.
- Groves, T. (1970), *The Allocation of Resources under Uncertainty* (Berkeley), Ph. D. diss. University of California.
- (1979), *Efficient Collective Choice with Compensation*, in *Aggregation and Revelation of Preferences*, a cura di Laffont, J.J., Amsterdam, North-Holland Publishing Co.
- (1982), *On Theories of Incentive Compatible Choice with Compensation*, in *Advances in Economic Theory*, a cura di Hildebrand, W., Cambridge, Cambridge University Press.
- Groves, T. e Ledyard, J. (1977), *Optimal Allocation of Public Goods: A solution to the «Free Rider» problem*, in «Econometrica», vol. 45.
- (1987), *Incentive Compatibility since 1972*, in *Information, Incentives and Economic Mechanisms*, a cura di Groves T., Radner, R. e Reiter S., Oxford, Basil Blackwell.
- Groves, T., Radner, R. e Reiter, S. (1987), *Information, Incentives, and Economic Mechanisms*, Oxford, Basil Blackwell.
- Hammond, P.J. (1979), *Straightforward Individual Incentive Compatibility in Large Economies*, in «Review of Economic Studies», vol. 46.
- (1990), *The Role of Information in Economies*, EUI W.P., Eco n. 90/10.
- Heal, G.M. (1973), *The Theory of Economic Planning*, Amsterdam, North-Holland Publishing Co.
- (1986), *Planning*, in *Handbook of Mathematical Economics*, a cura di Arrow K.J. e Intriligator, M.D., Amsterdam, North Holland.
- Hildebrand, W. (1982), *Advances in Economic Theory*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Holmström, B. (1979), *Groves Schemes on Restricted Domains*, in «Econometrica», vol. 47.
- Hurwicz, L. (1960), *Optimality and Information Efficiency in Resource Allocation Processes*, in *Mathematical Methods in the Social Sciences*, a cura di Arrow, K., Karlin, S. e Suppes, P., Stanford, Stanford University Press.
- (1971), *Centralization and Decentralization in Economic Processes. in Comparison of Economic Systems*, a cura di Eckstein, A., Berkeley, University of California Press.
- (1972), *On Informationally Decentralized Systems*, in *Decision and Organization: A volume in honor of Jacob Marschak*, a cura di Radner, R. e McGuire, C.B., Amsterdam, North-Holland Publishing Co.
- (1975), *On the Existence of Allocation Systems whose manipulative Nash*

- Equilibria are Pareto-Optimal*, Toronto, comunicazione presentata al Third World Congress of the Econometric Society.
- (1979), *On Allocations Attainable through Nash Equilibria*, in *Aggregation and Revelation of Preferences*, a cura di Laffont, J.-J., Amsterdam, North-Holland Publishing Co.
- (1986), *Incentive Aspect of Decentralization*, in *Handbook of Mathematical Economics*, a cura di Arrow, K.I. e Intriligator, M.D., Amsterdam, North Holland.
- Hurwicz, L. e Walker, M. (1983), *On the Generic Non-Optimality of Dominant-Strategy Allocation Mechanisms with an Application to Pure Exchange Economies*, Departments of Economics, University of Minnesota and State University of New York, Stony Brook, dattiloscritto.
- Ledyard, J. (1978), *Incomplete Information and Incentive Compatibility*, in «Journal of Economic Theory», vol. 18.
- (1979), *Dominant Strategy Mechanisms and Incomplete Information*, in *Aggregation and Revelation of Preferences*, a cura di Laffont, J.-J., Amsterdam, North-Holland Publishing Co.
- Ledyard, J. e Roberts, J. (1974), *On the Incentive Problem with Public Goods*, Discussion Paper 116, Center for Mathematical Studies in Economics and Management Science, Northwestern University.
- Lombardini, S. (1977), *I problemi della politica economica*, Torino, UTET.
- Mangione, C. (1973), *La logica nel ventesimo secolo*, in *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, a cura di Geymonat, L., Milano, Garzanti.
- Petretto, A. (1988), *I nuovi indirizzi dell'economia dell'informazione e la teoria generale della finanza pubblica*, in «Rivista di Diritto Finanziario e Scienza delle Finanze», n. 3.
- Postiglione, N. (1974), *Teoria delle decisioni e procedure decentralizzate di pianificazione*, Quaderni dell'Istituto di Economia Politica, Università di Salerno.
- (1979), *L'analisi dei modelli di allocazione delle risorse*, Quaderni dell'Istituto di Economia Politica, Università di Salerno.
- Roberts, J. (1976), *The Incentives for the Correct Revelation of Preferences and the Number of Consumers*, in «Journal of Public Economics», vol. 6.
- (1987), *Incentives, Information, and Iterative Planning*, in *Information, Incentives, and Economic Mechanisms*, a cura di Groves, T., Radner, R. e Reiter, S., Oxford, Basil Blackwell.
- Roberts, J. e Postlewaite, A. (1976), *The Incentives for Price-Taking Behavior in Large Economies*, in «Econometrica», vol. 44.
- Samuelson, P. (1954), *The Pure Theory of Public Expenditure*, in «Review of Economics and Statistics», vol. 36.
- Satterthwaite, M. (1975), *Strategy-Proofness and Arrow's conditions: Existence and Correspondence Theorems for Voting Procedures and Social Welfare Functions*, in «Journal of Economic Theory», vol. 10.
- Thomson, W. (1979), *Maximin Strategies and Elicitation of Preferences*, in *Aggregation and Revelation of Preferences*, a cura di Laffont, J.-J., Amsterdam, North-Holland Publishing Co.
- Walker, M. (1978), *A Note on the Characterization of Mechanisms for the Revelation of Preferences*, in «Econometrica», vol. 46.

- (1980), *On the Impossibility of a Dominant Strategy Mechanism to Optimally Decide Public Questions*, in «Econometrica», vol. 48.
 - (1981), *A Simple Incentive Compatible Scheme for Attaining Lindahl Allocations*, in «Econometrica», vol. 49.
- Zamagni, S. (1986), *Introduzione a A. Sen, in Scelta, benessere, equità*, Bologna, Il Mulino.