

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO

FACOLTA' DI ECONOMIA

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA AZIENDALE

TESI DI LAUREA

Realismo nel modello della concorrenza:
un'esplorazione con Swarm e JAS

Relatore:

Prof. Pietro Terna

Correlatore:

Prof. Sergio Margarita

Candidato:

Alessandro Bena

Anno accademico 2002 – 2003

*L'economia è la scienza che studia la condotta umana come una
relazione tra scopi e mezzi scarsi applicabili ad usi alternativi.*

[Lionel Robbins]

È difficile esprimere con parole adeguate la gratitudine che sento verso le persone che mi hanno arricchito, fatto crescere e sostenuto in questi anni di studio, che hanno condiviso momenti a volte difficili, altre gioiosi, e che mi hanno sostenuto nel cammino fino a questa nuova partenza.

A costo di sembrare retorico vorrei iniziare col ringraziare il Prof. Terna ed il Prof. Margarita, ai quali non avrei potuto chiedere maggiore disponibilità e correttezza.

Vorrei ringraziare Maria, che a suo modo, mi è stata particolarmente vicina.

Voglio ringraziare i miei amici, in particolare Marco, Adriano, Luigi, Beppe, Simone, Lorenzo, Marco, Giuseppe, Andrea e tutti gli altri che sarebbe troppo lungo elencare, per aver occupato un posto nella mia vita che non sarebbe mai potuto essere di qualcun altro.

In ultimo vorrei ringraziare mia madre, che mi ha donato la vita due volte, una mettendomi al mondo e l'altra lottando per far sì che si realizzassero i miei desideri. Grazie.

Prefazione

Affrontare nuovamente un tema tanto vasto come lo studio dei mercati, può suscitare scetticismo per due ragioni fondamentali.

La prima è che questo argomento coinvolge ogni campo della scienza economica, senza aggiungere una nuova definizione di mercato, si può dire che ove vi sono persone che possono soddisfare i propri bisogni contrattando tra loro lo scambio di beni o servizi, a fronte del pagamento di un prezzo, lì possiamo ravvisare la presenza di un mercato. A partire dal commercio di beni, fino a giungere ai mercati finanziari, ognuna di queste attività ha le caratteristiche citate, ma sono le sue dimensioni ed il tipo di prodotti che li differenziano, per cui ha senso cercare relazioni comuni, se gli ambiti sono tanto differenti.

La seconda è riferita a quanto inchiostro sia già stato speso per sviscerare, esplorare e formalizzare le complesse relazioni tra clienti e fornitori, e a come non vi sia la necessità di creare nuove vie per dirigere un settore già ampiamente studiato. Immagino che tali perplessità siano del tutto naturali, poiché le ho sentite anch'io quando ho deciso di iniziare lo studio di quest'argomento. Ma mi sono reso conto, e spero che ciò traspaia dalle prossime pagine, che non è mia intenzione prevaricare il lavoro di studiosi più esperti e titolati di me. Ciò che ho cercato di fare è sfruttare uno strumento foriero di nuove possibilità, per descrivere il mio modo di vedere l'uomo, il suo ambiente e le relazioni che legano gli individui tra loro e con il mondo circostante, per vedere se, in forma semplificata, emergeva la stessa complessità di fondo che lega realmente gli stessi attori.

In questo viaggio incontreremo prima un capitolo che vorrebbe introdurre i concetti che domineranno il resto del componimento; in seguito daremo uno sguardo al panorama delle leggi che formano la teoria standard del mercato, per tuffarci successivamente nei rapporti tra gli uomini e nella continua altalena tra razionalità completa e limitata; infine un piccolo esempio critico di come è evoluto il mio modello di mercato. Alla fine di questa trattazione ci aspettano ancora due appendici, in cui sono descritti gli strumenti usati e usabili per giungere sin qui ed il modello creato sotto il profilo tecnico.

Da qui in poi non posso che augurarmi di essere stato chiaro ed esaustivo.

Alessandro Bena.

Sommario

Capitolo 1.	Introduzione.....	7
1.1	Scienza sociale?.....	7
1.2	Modelli economici.....	11
Capitolo 2.	La visione <i>standard</i> del mercato	15
2.1	Descrizione generale.....	15
2.2	Caratteristiche del modello di mercato.....	16
2.2.1	Le curve di indifferenza del consumatore	17
2.2.2	Il vincolo di bilancio.....	21
2.3	Dalla scelta individuale alla domanda complessiva.	22
2.4	La formazione di un mercato in concorrenza perfetta.....	25
2.4.1	L'entrata di nuovi concorrenti.....	25
2.4.2	Concorrenza perfetta.	28
2.5	Le caratteristiche dei mercati perfettamente concorrenziali.....	29
2.5.1	Come si determina l'output di mercato.	30
2.5.2	La funzione di offerta di breve periodo.....	32
2.5.3	La curva di offerta aggregata.....	34
2.5.4	Prezzo ed equilibrio di breve periodo.....	35
2.5.5	Aziende e costi differenti.....	36
2.5.6	Passando al lungo periodo.	37
2.5.7	Cambiamenti negli equilibri di mercato.....	38
2.6	Caratteristiche di benessere.	39
2.7	Epistemologia economica.....	42
Capitolo 3.	Nuove interpretazioni dei mercati	44
3.1	Reti economiche	44
3.2	Capitale sociale.....	50
3.2.1	Interazioni sociali in economia.....	57
3.2.2	Analisi econometriche dei mercati.	60
3.2.3	Interazioni di comportamento all'interno di un gruppo.....	61
Capitolo 4.	Descrizione e commento della simulazione	64
4.1	Commento al modello	64
4.1.1	I venditori	65
4.1.2	I consumatori	66
4.1.3	L'interazione tra agenti, ovvero lo scambio.....	70

4.1.4	Influenze tra agenti	70
4.1.5	I consumatori e la felicità	72
4.1.6	Il prodotto	75
4.2	I venditori nel mercato.....	77
4.2.1	Piccoli venditori crescono	82
4.2.2	Felicità e domanda aggregata	85
4.2.3	Il prezzo	86
Capitolo 5.	Conclusioni.....	89
Appendice A.	Swarm ed altri tool di simulazione.....	91
A.1	Cenni storici.....	91
A.2	Che cos'è Swarm.....	92
A.3	Funzionamento di Swarm.....	93
A.3.1	La creazione degli oggetti.....	94
A.3.2	L'interfaccia grafica	94
A.3.3	Lo Schedule	95
A.3.4	Le liste	95
A.4	Confronto tra Swarm e JAS.....	96
Appendice B.	Descrizione analitica del modello.....	99
B.1	Come funziona il modello	99
B.2	Dettaglio del programma	101
B.2.1	Lo StartMarket.....	101
B.2.2	Il MarketObserver	102
B.2.3	Il MarketModel.....	112
B.2.4	Il Consumer	122
B.2.5	Il Dealer	131
B.2.6	Lo SwarmUtils.....	137
B.2.7	L'UnitaryCost.....	139

Capitolo 1.

Introduzione

Il cinema è un'invenzione senza futuro.

[Antoine Lumière, 1898]

1.1 Scienza sociale?

La prospettiva che cerca di raccontare l'economia come un organismo vivente, piuttosto che come un'apparecchiatura, sta diffondendo il desiderio di mettersi in dubbio tra alcuni ricercatori. La voglia di scoprire sta sottraendo spazio alla brama di prevedere e dirigere, spostando l'oggetto di studio dalla macchina economica, fatta di pezzi precisi e ben oliati, all'uomo, che qualche volta si permette il lusso di non essere razionale. Lo schizzo di quest'essere non è però sufficiente né a comprenderlo né a descriverne i comportamenti, sarà provando a metterlo a confronto con i suoi simili e con i suoi bisogni, che cercheremo di ritrovare, nei nostri giochi di ruolo, un po' della sua complessità.

Recenti studi antropologici fanno risalire la comparsa dell'Homo Sapiens sulla terra, in un periodo attorno a 50-60.000 anni fa, e sostengono che finora i suoi caratteri tipici, che lo hanno reso la specie dominante sul nostro pianeta, non sono cambiati. Nel corso del tempo, la nostra specie ha impegnato gran parte delle proprie energie nel cercare di soddisfare i propri bisogni, partendo da quelli primari fino ad esaudire le sue necessità artistiche e di socialità, fino a cambiare l'ambiente in cui viveva ed addirittura, in tempi recenti, a sottrarsi alla selezione naturale.

Le particolarità che hanno permesso l'inizio di un'avventura così stupefacente e pericolosa non sono da cercare tra i nostri attributi fisici, ma in alcune cose che, pur sforzandoci, sono così sfuggenti da stentare a classificarle e quantificarle, darle un'unità di misura, sarebbe molto rassicurante, ma perderebbero il loro fascino. Ciò che ci ha permesso di diventare la specie dominante sul nostro pianeta non sono i muscoli, ma la fantasia, l'intuito creativo e la curiosità. È con mezzi come questi che, in ogni stagione dell'uomo, sono state ideate opere che ci hanno permesso di sopravvivere, sono queste abilità inclassificabili che ci hanno consentito, e ci consentono tuttora, di sviluppare la nostra conoscenza, a cui diamo molti nomi come filosofia, scienza e tecnologia. Un esempio di creatività, risalente ad età preistorica, è la

città antica di Matera¹. Durante l'età del bronzo, circa 7000 anni a.c., in un luogo privo di una risorsa naturale come l'acqua, gli uomini del tempo hanno sfruttato le loro conoscenze per sopravvivere, costruendo un sistema di canali e cisterne per raccogliere l'acqua piovana, utilizzabile a tutt'oggi. Inoltre, le caverne scavate nel tufo, sono realizzate in modo che i raggi solari filtrino all'interno nella stagione invernale, quando il tragitto del sole nel cielo disegna un orizzonte più basso, ma che rimangano a picco sull'uscio nel periodo estivo, per ottimizzare l'esposizione al sole. Da un periodo così lontano dal nostro mondo da definirlo "pre-istoria", riceviamo un inconsueto esempio di applicazioni paleo-tecnologiche. La storia non potrà che essere generica su quale popolazione fu a concepire a quel modo un insediamento umano. Anche se la loro tecnica era pregevole, non li si può chiamare ingegneri, architetti, scienziati o economisti, ma artisti, poiché, in un'epoca in cui la soddisfazione dei bisogni primari non era garantita, ogni individuo doveva saper fare di tutto per sopravvivere, individui che osservando la natura concepivano simili meccanismi non potevano che possedere una sensibilità da artista.

Oggi, nel nostro periodo moderno, in cui il soddisfacimento dei bisogni primari è garantito, anche se solo per il 20% della popolazione mondiale, la suddivisione del lavoro ha portato anche alla suddivisione della conoscenza. La specializzazione delle carriere, che ne è il corollario, ha reso necessario coniare nuove definizioni, per le nuove categorie di studiosi, che impegnano i loro sforzi nei campi più diversi, guidati dalla medesima curiosità e creatività. Prerogative queste che trasformano gli scienziati in investigatori del sapere, i quali osservano in modo diretto la realtà nelle sue evidenze empiriche, cercando di comprenderne le cause per ricrearle in ambienti controllati, così da poter disporre del fenomeno a piacimento.

Ed è proprio per questo che una considerevole parte del tempo che lo scienziato impiega nei suoi studi è rivolta alla descrizione, alla misurazione, all'osservazione della realtà. L'analisi che lo studioso esegue, deve essere diretta, cioè percepita con i propri sensi, cercando di evitare che interpretazioni o racconti mal riportati, distorcano la raccolta dei dati sul fenomeno. Spesso gli occhi non bastano all'uomo per indagare la natura delle cose, così la scienza si autoalimenta creando protesi che rivelano cose che ad occhio nudo potremmo solo immaginare, basti pensare all'altro infinito della materia che ci fanno vedere i microscopi, o, all'opposto, ai telescopi, utilizzati per le scienze spaziali, e molti altri ancora. Altre volte lo studio si concentra non direttamente sui fenomeni che si vuole analizzare, ma sulle conseguenze, sui resti di questi, come accade in paleontologia, in archeologia ed in generale in tutte le scienze storiche. Tuttavia quale che sia la situazione di quelle citate sopra, il

¹ Questo l'esempio italiano, Matera dall'ebraico ma-tara, il luogo delle acque. Datati e da ricondurre allo stesso periodo anche Petra in Giordania, e le canalizzazioni delle piene del Nilo nei regni dell'Alto e Basso Egitto.

soggetto compie osservazioni, analisi, studi in prima persona. La motivazione che spinge gli scienziati a dedicare tanto del loro tempo alla ricerca di testimonianze empiriche, risiede nel fatto che l'osservazione della realtà è la prova della veridicità o meno delle loro teorie.

Diversamente accade per le scienze che studiano l'uomo non nei suoi aspetti materiali, ma in ciò che non si può misurare. Questi studi, contrariamente alle scienze della natura, si indirizzano principalmente verso la formulazione di teorie dimostrabili solo in sede di dissertazione e di ragionamento, poiché soffrono la grande complessità del loro soggetto di studio, senza poter offrire dati empirici a prova delle stesse. Sarebbe quindi arduo tentare di dimostrare una teoria filosofica con prove materiali e fatti empirici, poiché tali riscontri non esistono. A differenza di una teoria Fisica, in cui sono le manifestazioni dei fenomeni ad essere protagonisti. Si potrebbe obiettare allora che, chiunque nella vita di tutti i giorni osserva la realtà per farsi proprie idee di questa e per comportarsi conseguentemente ad esse; ciò è fuorviante, infatti, lo scienziato è caratterizzato dalla sistematicità, dalla metodicità, dalla accuratezza e dalla professionalità delle sue osservazioni ed analisi.

Per Lazear (1999), l'economia non può essere considerata una scienza sociale, ma una scienza vera e propria, poiché ricerca le prove per le sue ipotesi in modo rigoroso e formula le proprie teorie generali, cercando di sfuggire dalle peculiarità del singolo esempio, in modo che possano essere usate per prevedere lo sviluppo dei sistemi economici. Anche se come osserva Terna (2003), "...Come sappiamo, i modelli degli economisti producono previsioni spesso sbagliate nel segno della variazione...", i criteri di rigore ed il linguaggio economico sono propri del corredo di strumenti di uno scienziato.

Infatti lo scienziato cerca:

- Di evitare di trarre conclusioni generali da osservazioni singole che potrebbero non essere correttamente rappresentative.
- Di controllare le condizioni ambientali in cui si svolgono le osservazioni, al fine di escludere l'influenza di fattori estranei.
- Di utilizzare una descrizione dei fatti di tipo quantitativo cosicché i risultati delle osservazioni risultino il più possibile oggettive e precise.
- Di assicurarsi dell'oggettività delle sue osservazioni, cioè, si accerta del fatto che, se al suo posto ci fosse stato un altro scienziato, questi avrebbe verosimilmente tratto le sue stesse conclusioni.

Tuttavia, per quanto tale aspetto empirico risulti essere di primaria importanza nel definire cosa sia la scienza, non sono da meno le teorie stesse, che dopo ripetute analisi di fenomeni, ne spiegano la dinamica, l'essenza, le cause che li generano, li prevedono e cercano di

controllarli. Così il semplice osservare e descrivere accuratamente ed oggettivamente i fatti risulta essere conoscenza della realtà, non comprensione di questa; soltanto scoprendo cosa genera il fenomeno, lo scienziato, può essere in grado di dare una vera spiegazione della realtà. Vengono così formulate teorie scientifiche, insiemi di regole, concetti, idee, attraverso le quali si tenta di comprendere la realtà, oltre che conoscerla, individuando le motivazioni per cui si verifica un evento piuttosto che un altro.

Il miglior frutto che si può chiedere ad una teoria, è che sia possibile estrapolarne delle previsioni sugli andamenti futuri del fenomeno che dovrebbe descrivere, dati determinati presupposti. Ciò differenzia decisamente le scienze ed i suoi teoremi, da altri studi, come quelli filosofici, religiosi, i quali non danno precise previsioni sulla realtà e nemmeno si adoperano nel valutarla empiricamente o nel sottoporre ad analisi le teorie, come accade in ambito scientifico. I letterati spesso dicono che gli scienziati si arrampicano sul monte delle dimostrazioni, per arrivare dove i filosofi li stanno già aspettando; ma, visto che non è tanto importante la meta quanto il viaggio, l'aspetto empirico è da considerare come elemento di giunzione tra la realtà e le teorie che la spiegano: la realtà è compresa attraverso lo studio di essa ed i risultati dei modelli si verificano quando si traducono in eventi.

L'attività di osservazione della realtà e di creazione di una teoria, sono due parti indissolubili di un unico procedimento, la cui esistenza è legata alla presenza di entrambe. Ma non si deve pensare a tali attività come obiettive e spassionate in assoluto, infatti: "la scienza non è necessariamente oggettiva. Tuttavia la scienza per chiamarsi scienza deve necessariamente cercare di essere oggettiva", Parisi (2001). Così, è la sensibilità del ricercatore a dare il via al progetto, e la speranza di ottenere dei risultati a mantenere l'interesse, ma tale entusiasmo non dovrebbe far perdere il senso critico verso i propri risultati. Quest'aspetto può essere un problema serio se sottovalutato, poiché rischia di far incorrere in errori lo scienziato, il quale determinate regole di condotta per prevenirli.

Esso assumerà:

- Che la ricerca scientifica è un'impresa collettiva, nel senso che ogni scienziato ha la possibilità di poter verificare egli stesso la robustezza di qualsiasi teoria proposta da altri colleghi.
- Che elemento basilare di una teoria è la formulazione quantitativa della teoria e non solo quella qualitativa o descrittiva; questo permette di avere una visione più nitida, oggettiva e scevra da influenze del linguaggio.

- Che si utilizzano esperimenti in laboratorio, così lo scienziato può controllare le condizioni nelle quali i fenomeni avvengono ed anzi li provoca, comprendendo bene quali sono gli elementi e le concomitanze di essi che ne causano il verificarsi.

Ciò che contraddistingue e caratterizza il sapere scientifico è il legame tra le teorie elaborate ed i fatti empirici a cui si riferiscono. Così non è scienza l'elaborazione di teorie priva di analisi dei fatti empirici ed altrettanto non è sufficiente a far sì che si parli di scienza, l'osservazione dei fatti empirici, senza che essi vengano poi elaborati in teorie che ne possano dare una spiegazione e una comprensione.

1.2 Modelli economici

Non è il caso di dare una definizione univoca e certa di cosa sia la complessità nello studio dei fenomeni reali, ma è necessario chiarire cosa intendiamo qui quando ci riferiamo ad un fenomeno economico complesso. Per complessità intendiamo l'insieme di relazioni e di collegamenti che si instaurano in un sistema popolato da individui che svolgono azioni semplici. Il termine “complesso” non deve essere confuso con “complicato”, da Terna (2003), se prendiamo ad esempio un motore a scoppio, è certamente molto complicato, ma smontandolo riusciamo a comprendere il funzionamento di ogni sua parte, e quale sia il suo contributo al funzionamento del sistema. Un formicaio, invece, è un sistema complesso, difficile da comprendere, pur osservando il suo funzionamento, poiché attuando un approfondito esame delle sue diverse componenti (i diversi tipi di formiche), le informazioni che possiamo trarre non spiegano nulla, né dei meccanismi con cui agiscono le diverse parti, né sulla meccanica del sistema. Per comprendere il formicaio, ma si può estendere il concetto all'economia ed ai suoi sub-sistemi come ad esempio i consumatori ed il mercato, occorre studiare contemporaneamente le componenti (le formiche, differenziate per funzioni, o i “semplici” agenti economici) ed il sistema aggregato che ne deriva (formicaio o mercato).

La teoria sulla complessità tenta di cambiare la visione classica che si ha dell'economia, concentrando l'attenzione non sulla spiegazione del fenomeno economico, ma sulla comprensione della natura dello stesso. L'analisi proposta dagli studiosi prende il via dall'assunzione di complessità, ed intorno a tale concetto fa ruotare più che una teoria, una tecnica di avvicinamento all'economia. Non si vuole spiegare un particolare evento, con un definito modello teorico; piuttosto si cerca di vedere i fatti da un punto di vista diverso. Gli studiosi di complessità non cercano una definizione del concetto, ma solo la sua esemplificazione. Definire la complessità implicherebbe perdere il significato intrinseco del

termine, se definita diverrebbe non più complessa, ma solo complicata. Il concetto di complessità va quindi ribaltato nella modellizzazione, obiettivo dell'economista sarà quello di spiegare i fenomeni senza definire, capire e controllare ogni singola variabile, ma cercando di comprendere, avvalendosi di modelli anche solo descrittivi, i significati dei singoli fatti.

Ma l'osservazione empirica dei fenomeni sociali è la base da cui iniziare, per formulare qualsiasi teoria. Per Durlauff (2003), il principale obiettivo della ricerca sulla complessità economica è stata la determinazione dei modi nei quali i sistemi complessi rappresentano un'alternativa da opporre al consueto approccio alla teoria economica. Parallelamente, lo studio della complessità in economia è stato sostenuto dal desiderio di spiegare i fenomeni sociali e le dinamiche tra gli agenti economici. Pressoché dal suo inizio, la ricerca empirica è stata parte del programma di ricerca sulla complessità, ma restando disgiunta dalla letteratura teorica. Attualmente, vi sono tre principali aree di lavoro sull'argomento. La prima raccoglie gli studi storici, poiché originariamente l'attenzione sulla complessità economica fu espressa in gran parte da storici economici, nell'ambito di studi empirici sulla dipendenza storica dell'attività economica da particolari eventi che ne hanno segnato l'evoluzione. La seconda è dedicata all'individuazione di insiemi di dati significativi correlati con alcune delle caratteristiche e dei possibili sviluppi di ambienti complessi. La principale difficoltà di questo approccio, è l'identificazione delle leggi influenti, che rappresentano una classe particolare di distribuzione di probabilità, e leggi scalari, le quali descrivono relazioni tra variabili che sembrano essere indipendenti dall'unità di misura, che emergono in varie serie di dati economici. Questo metodo è sostanzialmente un'estensione fisicalista tratta dallo studio dei fenomeni naturali in cui esiste un'ampia gamma di modelli complessi, nei quali tali leggi sono comuni. Una terza area di ricerca ha concentrato i suoi studi sulle interazioni sociali. Per larga parte, questo lavoro ha evitato un'esplicita connessione con la complessità, tuttavia alcuni di tali modelli di interazioni sociali, possiedono strutture matematicamente equivalenti a certi sistemi complessi. Maggior interesse risiede invece nel lavoro empirico sulle interazioni sociali, concentrato sull'analisi dei tipi di interdipendenze tra gli attori individuali, che rappresentano il cuore della microstruttura dei modelli basati sulla complessità.

Le tracce di tale impostazione si possono leggere, risalendo ad argomenti contenuti nel pensiero di Adam Smith, in particolare quando descrive l'economia come il risultato dell'azione umana, ma non di un progetto degli uomini.

Lo sviluppo di modelli che ci consentano di descrivere e interpretare meglio la realtà economica è lo scopo che si prefigge il Santa Fe Institute, nel New Mexico, dedicato agli studi sulla complessità, in cui si tenta di percorrere la terza via nella costruzione dei modelli.

Gli approcci citati sopra, concretizzano i loro lavori in una ulteriore tecnica di indagine ed esposizione rispetto a quelle consolidate dei modelli verbali e dei modelli statistico matematici. Un libro di storia è un esempio di modello verbale, in quanto riporta una descrizione del passato che certo non è redatta in scala uno a uno. I modelli verbali sono infinitamente flessibili, ma non computabili. Un modello matematico statistico è invece intrinsecamente adatto al calcolo, ma paga il prezzo dell'adozione di semplificazioni e astrazioni spesso indispensabili per rendere possibili le applicazioni interpretative, previsionali e decisionali.

La terza via (Parisi, 2001; Gilbert e Terna, 2000) è quella dei modelli di simulazione fondati su agenti, realizzati con un computer, descrivendo il comportamento di agenti economici costruiti con regole plausibili di comportamento, semplici o difficili che siano. La complessità emergerà, se emergerà, dalla loro interazione, Terna (2003).

I limiti di una visione meccanica dei rapporti tra gli esseri umani, fanno apparire le imprese come affette da una cronica incapacità di prevederne i comportamenti, Ormerod (2003). I mercati di beni come quello cinematografico mettono la teoria economica standard di fronte ad una certa difficoltà. Secondo questa teoria i gusti e le preferenze degli individui sono fissi, poiché la scelta ottima è unica, ed i prezzi si assestano in modo meccanico al livello che assicura l'equilibrio tra domanda e offerta. Ma nel caso dell'industria della celluloide, i consumatori non fanno in anticipo se un nuovo film sarà di loro gradimento. La gente deve infatti capire le proprie preferenze, e le scelte di ciascun individuo sono fortemente influenzate dalle opinioni e dalle azioni degli altri. Proprio perché sono popolari, certi film diventano ancora più popolari. Da qui le enormi differenze di incasso tra il film più visto e quello meno visto. Altri esempi di questo tipo di fenomeni, spesso non razionali, per cui prodotti oggettivamente migliori di altri, alle volte, sono scartati dal mercato. Questi lock-in-effects si sono verificati in svariati momenti, per fare alcuni esempi possiamo fare riferimento agli orologi delle cattedrali medievali, i quali non giravano tutti da sinistra verso destra (l'attuale senso orario), alla sconfitta del Betamax rispetto al VHS. L'accesso per comprendere tali fenomeni può essere l'ipotesi che il comportamento di un individuo possa influire direttamente su quello degli altri, che i consumatori formano le proprie aspettative basandosi sui comportamenti e sul benessere apparente dei loro compagni. Per quanto possa apparire ovvia, quest'ipotesi porta a situazioni di grande complessità analitica.

Osservando le politiche di intervento economico, ci pare che ogni mezzo per modificare il corso dell'economia sia dannoso o al più vano. All'azione dei governi è spesso applicabile la legge delle conseguenze involontarie: il risultato ottenuto è l'opposto di ciò che si voleva,

oppure, anche se l'obiettivo viene raggiunto si verificano effetti imprevisti in altre parti del sistema. Ciò non significa affatto che i governi siano impotenti, o che l'economia e la società siano anarchiche. La regolarità e l'auto-organizzazione esistono, ma non nel modo postulato dalla teoria convenzionale. Aniché sforzarsi di correggere ogni piccolo sobbalzo, potrebbe valere la pena di osservare le cose da una prospettiva più ampia. Non sempre fare A, B e C, conduce invariabilmente ad X. Ciò che ha a che fare con l'insieme delle azioni umane, non dovrebbe sorvolare sulla descrizione degli aspetti salienti del protagonista fondamentale dei temi analizzati, l'uomo.

Capitolo 2.

La visione *standard* del mercato

2.1 Descrizione generale

Per mercato spesso si intende quel luogo, fisico o astratto che sia, in cui si realizza l'incontro delle imprese, produttrici di beni e servizi, con i loro possibili acquirenti. La teoria descrive varie forme organizzative di questo meccanismo, studiandolo sotto la prospettiva del numero di imprese che vi operano. Per cui si possono specificare tre grandi tipologie di mercato, a seconda della predominanza delle aziende su di esso, il monopolio, l'oligopolio e la concorrenza perfetta.

L'ideazione di un nuovo prodotto fa in modo che, il proprietario della tecnologia necessaria a produrlo, diventi l'unico soggetto in grado di iniziarne la distribuzione presso i clienti. Essere il primo a poter soddisfare un bisogno non ancora esaudito, permette di dominare il nascente mercato ed attribuisce al produttore il ruolo monopolista per quel particolare segmento². Se tale situazione di dominanza riesce ad essere difesa efficacemente, o meglio, se si tratta di un monopolio naturale, Schotter (1996), la posizione può essere mantenuta indefinitamente; viceversa, l'estro creativo dei possibili concorrenti non tarderà a manifestarsi, con tecnologie analoghe o sviluppando metodi di produzione meno costosi, e l'entrata sul mercato di almeno un secondo produttore sarà inevitabile, inizia a delinearsi una situazione di oligopolio. Infine, nel caso in cui le imprese che trattano un bene, ad ogni livello della filiera produttiva, siano in numero tale da non consentire l'uso dell'aggettivo "pochi"³, ci troviamo in presenza di una situazione di mercato perfettamente concorrenziale. È proprio la concorrenza tra aziende e l'interazione con i possibili acquirenti, uno dei campi in cui una scienza sociale come l'economia meglio si esprime.

La rigorosa impostazione dello studioso di economia, non si sottrae alla sfida della descrizione di un mercato concorrenziale. Secondo Lazear (1999), la forza della teoria

² Quest'esempio è così semplicistico da non considerare nessuno degli aspetti finanziari di un inizio di produzione industriale e da presupporre che lo sviluppatore del know-how sia anche interessato alla sua commercializzazione. Forse tale discorso sarebbe stato più reale in passato, ma la profonda specializzazione e la diffusione dell'informazione che contraddistinguono il tessuto produttivo odierno, lo rendono anacronistico.

³ Per le caratteristiche che delineano la definizione di concorrenza perfetta si rimanda successivamente lungo la trattazione.

economica è che utilizza metodi rigorosi e considera ogni attore⁴ del processo in studio, come un individuo che agisce in modo razionale, ed è spinto verso la massimizzazione dell'utilità del suo comportamento. Nel modello di concorrenza perfetta l'aspetto da considerare è duplice, ciò significa che, i singoli consumatori scelgono i prodotti da acquistare sapendo in modo chiaro quali combinazioni di beni possono acquisire con il loro bilancio, e quale tra di esse darà loro maggior soddisfazione. Mentre i venditori massimizzano il loro profitto calcolando la quantità che sarà venduta, in base alle curve di domanda aggregate tipiche di quel mercato, poiché per loro il prezzo è un dato esogeno (*price taker*), che corrisponde al prezzo medio di mercato.

Un ulteriore punto di forza degli economisti sta nella ricerca di un punto di equilibrio, in cui le forze in contrapposizione in determinate fasi del processo, si stabilizzano per un periodo significativo. Il mercato con molti produttori è pensato come la progressiva addizione di nuove imprese ad un mercato monopolistico, per cui è lecito pensare che vi sia stata una fase, nel passaggio da oligopolio a concorrenza, in cui i consumatori, tenendo conto della perfetta sostituibilità della merce di un produttore rispetto ad un altro, erano spinti a preferirne uno in particolare unicamente in base al prezzo. Quest'aspetto, unito all'assenza di costi di ricerca di nuovi fornitori, scatenano il meccanismo della concorrenza, ciò comporta che i venditori, uno dopo l'altro, abbassino il prezzo, che si approssima al costo marginale man mano che cresce il numero di concorrenti, di conseguenza l'ulteriore ingresso di nuove aziende le costringe ad uniformarsi all'offerta già presente. Tale situazione rende il prezzo una variabile esogena, che non può essere influenzata dai venditori presenti sul mercato.

L'ultimo aspetto saliente dell'osservazione del fenomeno è la sua efficienza. Nel modello classico il mercato segue la sua evoluzione fino al punto di equilibrio, in tale situazione un'analisi più accurata dei protagonisti dello scambio, rivela che la somma dei surplus dei consumatori e dei venditori è la più alta rispetto alle altre forme organizzative di mercato. A ciò è da ricondurre la stima che gli economisti ripongono nel meccanismo della concorrenza perfetta, nella sua capacità di massimizzare l'utile per l'economia e nella caratteristica di distribuire il surplus tra consumatori e produttori.

2.2 Caratteristiche del modello di mercato

Nel modello matematico che descrive il comportamento che si dovrebbe verificare in caso di concorrenza perfetta, per rendere calcolabile l'esito di un evento e quindi anticipare

⁴ Inteso come colui che agisce.

l'evoluzione delle dinamiche interne di un determinato settore, si sono dovute introdurre delle ipotesi semplificatrici, le quali eliminano dei comportamenti ritenuti di disturbo e permettono una maggiore generalità del modello. Le caratteristiche di un mercato perfettamente concorrenziale sono: la presenza di un gran numero di imprese, la libertà di entrata di nuovi produttori, l'omogeneità del prodotto, la mobilità dei fattori di produzione ed un'informazione perfetta. Ogni singola impresa possiede una quota infinitamente piccola del mercato, perciò con il suo comportamento non può influenzare il prezzo che in esso si determina.

Gli strumenti con cui si definisce il modello sono le equazioni di bilancio, le curve di indifferenza (intese come combinazioni di panieri di beni che sono equivalenti in termini di utilità per il consumatore) e delle sottostanti caratteristiche di perfetta razionalità, conoscenza completa dei prezzi, capacità illimitata di calcolo; il tutto, fondato su una funzione di utilità dei consumatori più o meno complicata.

2.2.1 Le curve di indifferenza del consumatore

Alla base delle equazioni che descrivono il modello di mercato concorrenziale vi è la curva di domanda aggregata dei consumatori, che è la somma lineare delle singole curve di domanda che a loro volta si basano sui criteri di Scelta del consumatore. Tale modello si pone l'obiettivo di spiegare il comportamento delle persone durante i loro consumi e di prevederne i cambiamenti al variare delle condizioni iniziali. Le semplificazioni introdotte nella formulazione della teoria escludono che i soggetti possano contemplare delle stime sui redditi futuri in base a quelli passati (assenza di dinamicità intertemporale), che le loro preferenze non mutino nel tempo, che tutti i consumatori scelgano il paniere ottimo, quella combinazione di beni disponibili che ne massimizza l'utilità e che la scelta sia limitata ad un paniere composto da due beni. Le altre condizioni coinvolgono le preferenze dei consumatori, sono enunciate sotto forma di assiomi. Il soggetto non limita i consumi, ma esaurisce il proprio reddito tra i beni disponibili, non sazieta⁵. Tra due panieri composti da beni "normali"⁶, l'attore preferirà quello che garantisce un consumo, perciò un utilità, maggiore. Il consumatore può in ogni momento confrontare in modo certo i panieri possibili, così da riconoscere quello migliore. Si forma in questo modo un ordine di preferenza su cui il soggetto si basa per scegliere. Seguendo la scala di scelta, si considera che un qualsiasi paniere sia desiderabile almeno quanto se stesso, parallelamente, se una combinazione di beni garantisce un'utilità maggiore o uguale ad un'altra, e a sua volta la seconda ha un'utilità

⁵ Si può considerare come se la scelta fosse tra un bene ed il resto dei consumi presi complessivamente.

⁶ Tra virgolette per differenziarli dai beni perfetti sostituti, perfetti complementi, mali e di Giffen.

maggiore o uguale di una terza, si assume che la prima abbia un'utilità maggiore o uguale alla terza; discorso analogo se minore. Riassumendo:

Esaurimento	Il reddito del consumatore è sempre speso interamente.
Non sazietà	Una quantità maggiore di bene è sempre preferita ad una minore.
Completezza	$(x_1, y_1) > (x_2, y_2)$; $(x_1, y_1) \approx (x_2, y_2)$; $(x_1, y_1) < (x_2, y_2)$
Riflessività	$(x_1, y_1) \approx (x_1, y_1)$
Transitività	$\Rightarrow (x_1, y_1) \geq (x_2, y_2) \wedge (x_2, y_2) \geq (x_3, y_3) \rightarrow (x_1, y_1) \geq (x_3, y_3)$ $\Rightarrow (x_1, y_1) \leq (x_2, y_2) \wedge (x_2, y_2) \leq (x_3, y_3) \rightarrow (x_1, y_1) \leq (x_3, y_3)$

Queste osservazioni introducono la necessità di definire quanto un paniere di beni sia preferito ad un altro. Per delineare una classifica di preferenze occorre attribuire un valore numerico a questa scelta, tale quantificazione è chiamata Utilità. Tale concetto racchiude dentro di sé l'ipotesi di benessere complessivo, traducendo in un valore numerico la felicità della persona. Di conseguenza sembra naturale pensare che il consumatore compia delle decisioni per massimizzare la propria utilità. Ma stabilire quanto un oggetto sia utile rispetto ad un altro, o quanto la combinazione di due o più beni lo sia rispetto ad un'altra, in termini assoluti e rigorosi, non relativi, è inverosimile anche assumendo che le preferenze non cambino nel corso del tempo. A causa di tali problemi concettuali, si è affermata la teoria comportamentale del consumatore, formulata in termini di preferenze e l'utilità è interpretata come un modo per descrivere le preferenze stesse.

I modelli di scelta attuali utilizzano l'utilità sotto forma di funzione per ricavare una mappa di curve di indifferenza, su cui giacciono i panieri di beni che danno la medesima utilità al consumatore. La relazione fra la quantità dei beni nel paniere e la gratificazione che se ne può trarre è la funzione di l'utilità. Nel caso di due beni X e Y, l'utilità U si può formalizzare con: $U(X, Y)$, la sua rappresentazione grafica potrebbe essere:

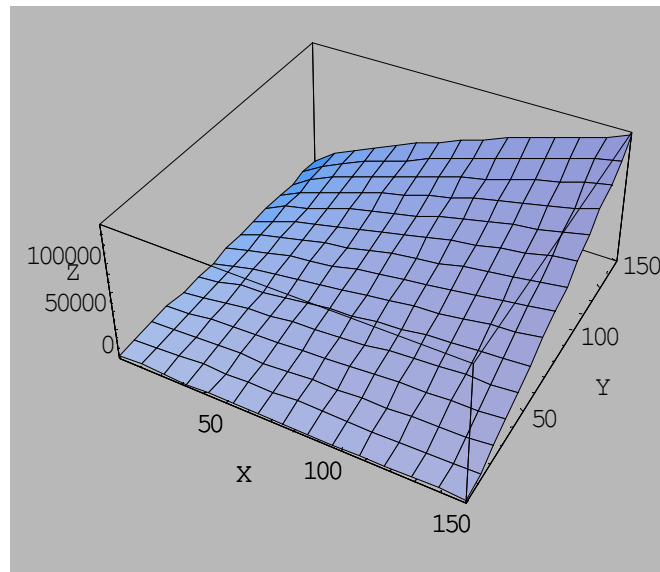


Figura 1. Rappresentazione grafica di una funzione di Utilità.

La Figura 1 mostra la riproduzione di una semplice funzione di utilità, il valore sull'asse verticale sintetizza la gratificazione che il consumatore trarrebbe da quella combinazione di beni, le osservazioni che si possono fare non devono essere interpretate in modo cardinale, un paniere con utilità 100.000 è dieci volte meglio di uno con utilità 10.000, ma in modo ordinale 100.000 è sicuramente meglio di 10.000 anche se non sappiamo quanto. Lo stesso principio ci seguirà nel continuare a descrivere il processo di scelta del consumatore.

Per utilizzare meglio i dati forniti dalla rappresentazione di Figura 1 ci si giova della proiezione di alcuni livelli di utilità sul piano di base X, Y. Ad ogni curva è associato un differente valore di utilità.

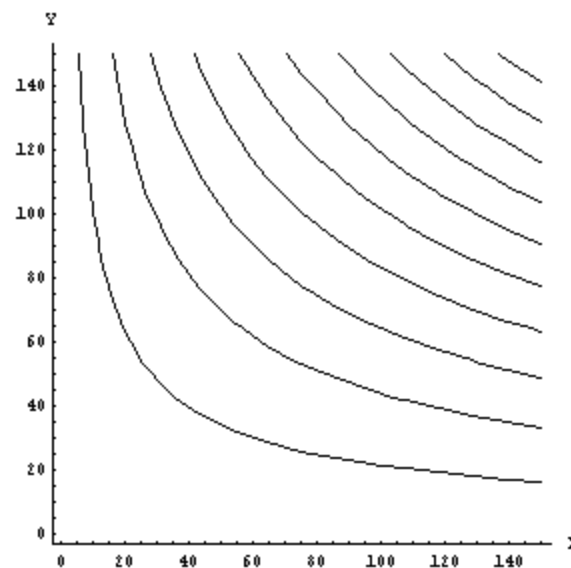


Figura 2. Fascio di curve di indifferenza della funzione precedente.

Le curve di indifferenza sono la proiezione sul piano dei beni X ed Y dei panieri che possiedono la medesima Utilità. Ognuna di quelle linee rappresenta un'infinità di combinazioni, tra il bene X ed Y, equivalenti tra loro per quanto riguarda la preferenza del consumatore. Partendo dalla curva più vicina all'origine, man mano che ci spostiamo verso l'estremo opposto del grafico, passiamo a valori di Utilità sempre maggiori.

Rispettando le condizioni precedentemente elencate, possiamo riscontrare alcune proprietà che caratterizzano le curve di indifferenza dei beni con preferenze regolari (well-behaved), sono monotone, strettamente convesse e hanno pendenza negativa.

Innanzitutto si impone il rispetto dei vincoli posti dalla teoria assiomatica, che comporta una serie di semplificazioni. Trattare esclusivamente beni rispondenti al principio di non sazietà, implica l'avere curve di indifferenza monotone. Sempre l'assioma di non sazietà garantisce che, tra due panieri indifferenti, quantitativi maggiori di un determinato bene comportino un livello maggiore di soddisfazione a parità di quantità dell'altro bene: $(x_1 + \Delta x_1, y_1) > (x_2, y_2)$

Figura 3. Dall'ipotesi di monotonicità deriva che le curve di indifferenza hanno inclinazione sempre negativa, per esempio se si prende un paniere qualsiasi e si aumenta la quantità di uno dei due beni, ci si trova su un livello di utilità maggiore, per tornare sulla precedente curva di indifferenza è necessario diminuire la quantità dell'altro bene. Ulteriore conseguenza delle precedenti ipotesi è che presi due panieri, collocati su di una medesima curva di indifferenza, il paniere medio tra i due, sarà su una curva di indifferenza superiore alla precedente, ciò implica che l'insieme dei panieri preferibili è convesso Figura 4.

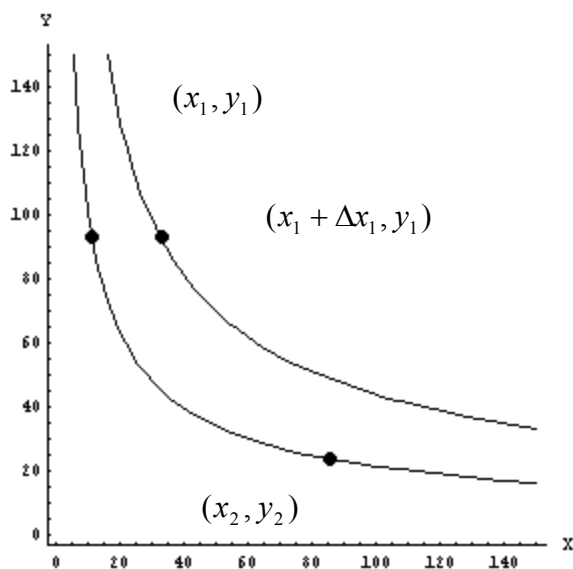


Figura 3. Curve di indifferenza monotone.

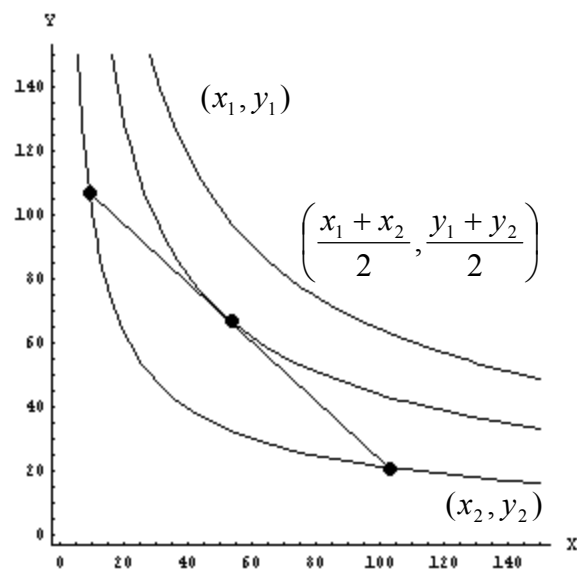


Figura 4. Curve di indifferenza convesse.

2.2.2 Il vincolo di bilancio.

Il secondo aspetto alla base della teoria scaturisce dalla considerazione che le risorse dei soggetti coinvolti nella scelta sono limitate. Per rappresentare questa limitazione, il sistema delle curve di indifferenza si combina con una retta costituita dalla combinazione di tutte le scelte di panieri acquistabili. La teoria cerca di spiegare il fenomeno, semplificando quanto accade nel mondo reale: si supponga che esista una certa dotazione di beni tra i quali il consumatore può scegliere, con i rispettivi prezzi, ed una corrispondente dotazione di reddito spendibile, si cercherà di definire come e quanto spenderà il consumatore del suo reddito. Se indichiamo con R il reddito del consumatore, con p_x e p_y i prezzi dei beni X e Y ed infine x e y le quantità dei rispettivi beni presenti nel paniere, possiamo scrivere un esempio di retta di bilancio: $R = p_x x + p_y y$; la quale diventa vincolo quando sono noti il reddito ed i prezzi.

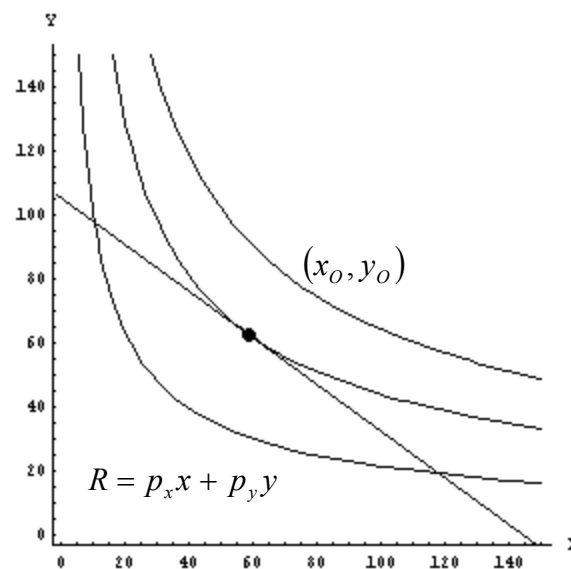


Figura 5. Vincolo di bilancio.

Nel vincolo di bilancio le uniche grandezze che sono ritenute significative sono il reddito disponibile, ed il prezzo dei due beni, non vi è quindi nessuna nozione di localizzazione, tempo o di quantità; inoltre in esso si definiscono unicamente alcune caratteristiche oggettive del modello, con questa funzione si evidenzia la capacità di acquisto, non il che cosa acquistare. Il segmento di retta che divide in due il piano che contiene tutte le combinazioni reali⁷ tra il bene X ed Y, separa i panieri acquistabili con il reddito R , quelli posti tra l'origine degli assi ed il vincolo stesso, da ciò che ne è aldilà, il quale rappresenta i panieri con costo complessivo superiore al reddito. I punti del segmento che toccano gli assi sono panieri in cui

⁷ Reali poiché entrambi positivi, non è lecito acquistare 5 mele e -1 Kg di pane.

la dotazione di moneta è impiegata in uno solo dei due beni, per $x = 0 \rightarrow R = p_y y$, altrimenti per $y = 0 \rightarrow R = p_x x$; i valori compresi tra i due estremi sono combinazioni di costi che esauriscono il reddito.

La Figura 5 mostra la rappresentazione grafica del procedimento con il quale si massimizza l'utilità del consumatore. Lo scopo del soggetto è quello di rendere la sua felicità il più alta possibile, per riuscire nel suo intento sceglie tra i panieri di beni che può acquistare quello ottimo, quello che giace sulla curva di indifferenza con valore di utilità più alto, (x_o, y_o) . Per fare ciò è necessario sovrapporre il vincolo di bilancio al nostro fascio di curve di indifferenza, al fine di individuare il punto di tangenza tra la retta e il livello di utilità maggiore. Il paniere corrispondente a quell'incrocio è la miglior combinazione di beni che il consumatore può comprare.

Partendo da questa considerazione, la soluzione analitica del modello cerca le quantità dei due prodotti tali per cui la pendenza del vincolo di bilancio sia uguale al saggio marginale di sostituzione della funzione di utilità.

2.3 Dalla scelta individuale alla domanda complessiva.

Dopo aver accennato all'individuazione del paniere ottimo, passiamo ora a come si delinea la curva di domanda di un bene. Partiamo dall'ipotesi che la spesa complessiva del consumatore si divida tra due prodotti, una volta svelata la combinazione massimizzante, immaginiamo di far variare uno dei due prezzi, mantenendo gli altri dati costanti.

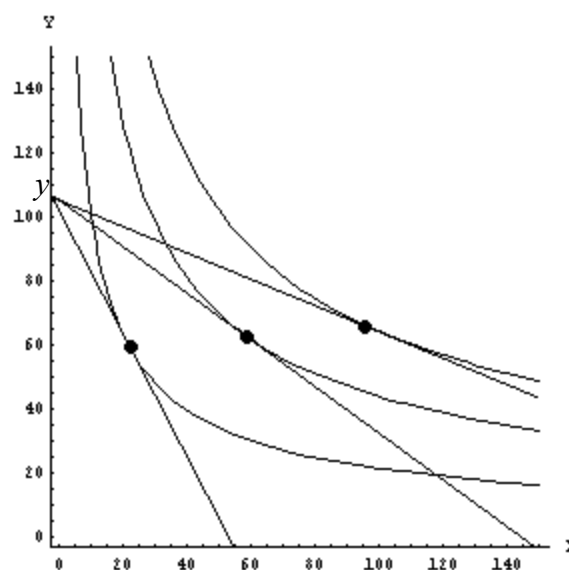


Figura 6. Spostamento del vincolo di bilancio.

Se uniamo i nuovi punti di tangenza, disegniamo una curva che descrive come varia la quantità del consumo dei due beni in funzione di un cambiamento relativo nel prezzo del bene X. Una volta registrate le combinazioni di prezzo e di quantità ottime, abbiamo disponibili i dati che ci occorrono per disegnare la curva di domanda del prodotto X per quel consumatore, nell'ambito dei consumi correnti. La funzione di domanda è una costruzione che mostra la relazione esistente tra la quantità domandata di un bene ed il bene stesso, considerando costanti le preferenze, il reddito ed il prezzo degli altri prodotti.

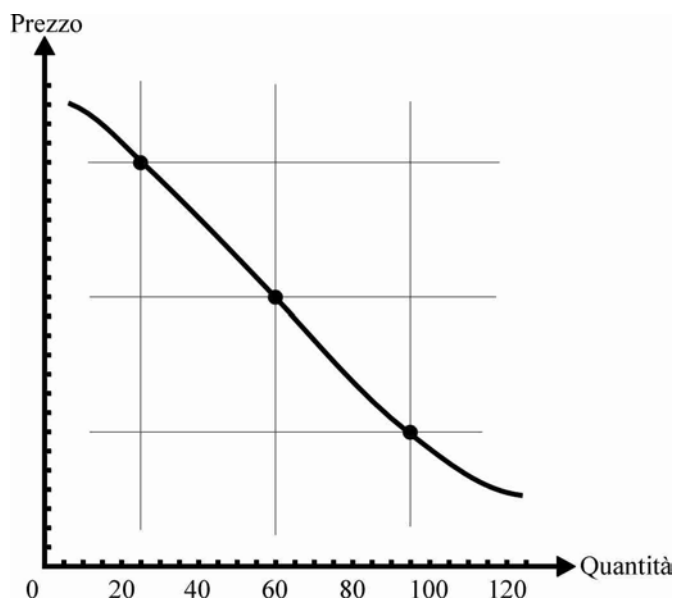


Figura 7. Curva di domanda individuale del bene X.

Vale la pena sottolineare che ogni punto sulla curva di domanda in Figura 7 corrisponde ad un punto di tangenza tra vincoli di bilancio e curve di indifferenza. Pertanto le curve di domanda derivano da un comportamento razionale dei consumatori che massimizzano la loro utilità; in altri termini sono la conseguenza di un comportamento individuale autonomo volto a raggiungere, attraverso il consumo, il maggior livello di soddisfazione possibile, dato il reddito disponibile.

Finora abbiamo visto da dove proviene la curva di domanda di un singolo individuo, ma la principale caratteristica del mercato è quella di essere un luogo di incontro tra i portatori di un bisogno e chi può soddisfarlo, e perciò è abitudine aspettarsi di trovare al suo interno una vasta schiera di acquirenti e venditori. Lo studio del comportamento specifico deve lasciare il posto ad una visione più ampia del sistema nel suo complesso, per far ciò si introduce la curva di domanda aggregata del mercato, uno strumento che consente di mettere in relazione il prezzo di un bene e la domanda totale di quel bene da parte di tutti gli individui che sono intenzionati ad acquistarlo.

Introduciamo delle ipotesi esemplificative per illustrare in che modo si possa derivare la curva dal comportamento ottimizzante dei singoli consumatori. Raggruppiamo in un unico bene composito tutti i beni disponibili nell'economia tranne uno, che sarà l'oggetto dello studio, assumiamo inoltre che i prezzi relativi e le preferenze dei soggetti, di tutti i beni che formano questo bene composito siano fissati e rimangano costanti. Con questo artificio sarà possibile rappresentare graficamente la domanda del bene rimanente in un diagramma con la quantità domandata in ascissa e il prezzo in ordinata. Ciò che vogliamo ottenere è una dinamica di come vari la domanda aggregata del bene al variare del suo prezzo, se teniamo costanti il prezzo del bene composito ed i redditi dei consumatori.

La domanda aggregata può essere facilmente ottenuta sommando orizzontalmente le curve individuali, vedi Figura 8. Per ogni prezzo individuiamo quale quantità l'individuo è disposto ad acquistare, dopodiché costruiamo un grafico che riporta, in corrispondenza dei prezzi sull'asse verticale, le somme di tutte le grandezze rilevate; ad esempio supponiamo di popolare il mercato con tre soggetti, partiamo col fissare un prezzo p , dalle loro curve di domanda vediamo a che quantità ottima corrisponde quel prezzo per ogni individuo, supponiamo di registrare 55 per il primo consumatore, 58 per il secondo e 51 per il terzo. Il valore che troveremo sul grafico della domanda aggregata, in corrispondenza del prezzo p , sarà 164⁸. Ora supponiamo che il prezzo scenda al livello p_2 e ripetiamo il calcolo. Al prezzo p_2 gli individui sono disposti ad acquistare rispettivamente 69, 62 e 59 unità del bene. Quindi, al nuovo livello di prezzo, la domanda aggregata è pari a 190 unità, ripetendo tale procedimento per ogni prezzo si può tracciare una curva continua che rappresenta l'andamento della domanda del mercato di quel particolare prodotto, in funzione del prezzo.

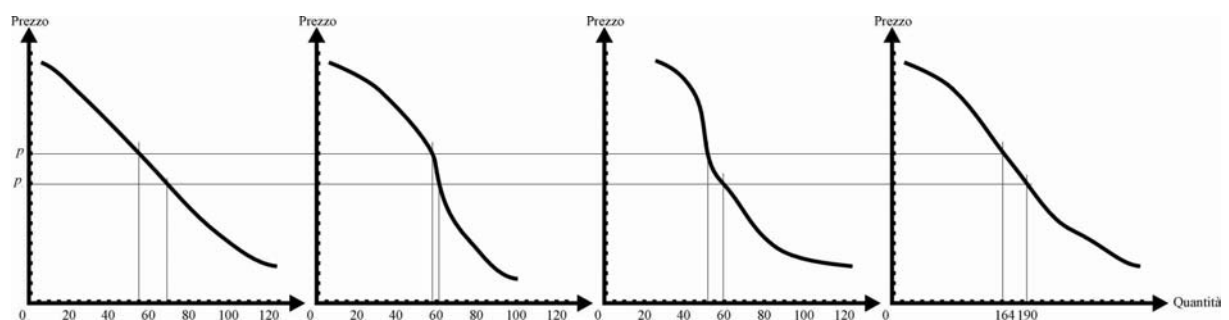


Figura 8. Costruzione della domanda aggregata.

Naturalmente il processo di derivazione della curva di domanda aggregata appena descritto è puramente ipotetico. Poiché è impossibile conoscere le funzioni di utilità di tutti gli individui presenti in un'economia, è impossibile sapere come sia fatta effettivamente la curva di domanda aggregata di un qualsiasi bene. Per ovviare a questo problema potremmo ricorrere

⁸ $58 + 55 + 51 = 164$

ad una stima della curva di domanda, aggregata. Ad esempio potremmo ricostruire la curva di domanda di questo bene osservando come la domanda è variata nel tempo al variare del prezzo. La relazione così stimata servirebbe come approssimazione della curva di domanda. Se il bene in questione fosse completamente nuovo, non potremmo ricorrere alle osservazioni storiche e dovremmo svolgere una ricerca di mercato, ad esempio facendo circolare tra tutti i consumatori dei questionari riguardanti la domanda individuale del bene, con lo scopo di conoscere la quantità che ognuno di essi sarebbe disposto ad acquistare ai diversi livelli di prezzo. Ma non è necessario che l'inchiesta coinvolga tutti gli individui della società, in quanto è possibile inferire il dato complessivo dalle risposte di un campione rappresentativo della popolazione.

2.4 La formazione di un mercato in concorrenza perfetta.

L'impostazione classica inizia la sua evoluzione del mercato partendo dalla nascita del prodotto. L'impresa che da inizio alla produzione ed alla distribuzione di un nuovo bene, di cui nessun altro imprenditore possiede le capacità per realizzarlo, si trova ad essere l'unico fornitore dei consumatori. In tale situazione l'azienda è detta monopolista.

Questa situazione, particolarmente privilegiata, consente al produttore di commercializzare i propri articoli scegliendo livelli di produzione e prezzi al pubblico tali da garantire il maggior profitto ottenibile⁹. Partendo da un contesto monopolistico, la teoria arricchisce la scena aggiungendo progressivamente nuove imprese al modello, in questo modo, passando attraverso l'oligopolio in un periodo in cui la presenza di competitori si fa numerosa, si giunge alla formazione di una situazione di mercato perfettamente concorrenziale.

2.4.1 L'entrata di nuovi concorrenti.

Si è detto in precedenza che la circostanza iniziale di un mercato è il monopolio. Gli ingenti profitti che la contraddistinguono sono la preda di altri imprenditori, che potrebbero aver acquisito il know-how per produrre lo stesso bene del monopolista e quindi entrare in competizione. Il nostro monopolista tipo vorrebbe però avere ancora il pieno controllo del mercato in cui opera e non doversi confrontare con alcun concorrente. Tuttavia, trascurando situazioni legislative particolari, i mercati sono territori di conquista in cui l'iniziativa degli individui può esprimersi al meglio, è per questo che non tarderanno ad esserci nuove imprese

⁹ Nel caso in cui il monopolista conosca perfettamente le curve di costo e di produzione dei fattori produttivi.

che vorranno entrare in quel mercato attratte dai possibili guadagni. Queste imprese cercheranno di escogitare delle strategie di entrata e di appropriarsi di una parte dei clienti del monopolista. Pertanto il monopolista deve essere pronto a difendere la sua posizione, attuando delle contromosse tattiche tali da impedire l'entrata dei potenziali concorrenti. Se l'entrata dei possibili candidati non è fermata, il mercato si trasformerebbe da monopolio ad oligopolio, perciò i profitti dell'imprenditore diminuirebbero. Quanto maggiore è il numero di nuove imprese che entrano nel mercato, tanto più questo si avvierà ad essere un mercato perfettamente concorrenziale, con un'ulteriore diminuzione dei profitti dell'ex-monopolista.

Da questa situazione nasce un problema, che un monopolista, se vuol rimanere tale, deve risolvere; quali tecniche si rivelano efficaci per tenere lontani gli avversari.

Una possibile risposta a tale quesito proviene dal modello del prezzo limite di Bain – Modigliani – Sylos Labini; nel loro studio è descritto un modello in base al quale l'entrata nel mercato di potenziali concorrenti può essere scoraggiata e resa non profittevole mediante un'opportuna politica dei prezzi. Per raggiungere tale obiettivo, è però necessario fissare alcuni principi al quale l'impresa si deve attenere:

1. Ipotizziamo di trovarci di fronte a due periodi: il periodo antecedente l'entrata ($t = 0$) ed il periodo in cui l'entrata può aver luogo ($t = 1$). Nel periodo 1 la potenziale entrante decide se o no entrare nel mercato. Se l'entrata non sembra profittevole, la potenziale entrante rimarrà fuori.
2. All'inizio nel mercato opera una sola impresa, che chiameremo l'impresa esistente; inoltre esiste una potenziale entrante.
3. I consumatori non sono fedeli. A loro non interessa da chi acquistino il prodotto e non devono sostenere alcun costo qualora decidano di rivolgersi ad un'altra impresa.
4. La domanda aggregata non varia nel tempo.
5. Nel periodo 0 l'impresa esistente si impegna a produrre una certa quantità t ; che continuerà a produrre anche in tutti i periodi futuri.
6. La potenziale entrante ritiene che l'impresa esistente non modificherà, nel periodo 1, la quantità prodotta nel periodo antecedente l'entrata, indipendentemente dal fatto che l'entrata abbia luogo o meno ed indipendentemente dal prezzo che prevarrà nel mercato.

Le prime quattro sono ipotesi semplificatrici del tutto innocue, mentre la quinta e la sesta sono di estrema importanza. Soffermiamoci sulle ultime due. L'ipotesi 5 è il primo passo della strategia, afferma infatti che l'impresa esistente si impegna a produrre un livello di output nel primo periodo, ed a non modificarlo nel successivo, indipendentemente dalle decisioni prese

dalla potenziale entrante. L'ipotesi 6 presuppone che la minaccia del monopolista sia credibile e che la potenziale entrante ritenga che tale impegno verrà mantenuto anche dopo che essa è entrata nel mercato. Tale ipotesi è una grossa semplificazione, poiché per l'impresa esistente potrebbe non essere razionale mantenere un livello produttivo che deprime i propri profitti nei due periodi considerati; considerando l'eventualità che la concorrente entri comunque nel mercato.

Un monopolista che non tiene conto della possibile concorrenza di nuove imprese, decide di produrre una quantità di beni tale da massimizzare il profitto. Questo livello produttivo non esaurisce necessariamente tutta la domanda presente sul mercato, ma consente di vendere in modo da rendere massimo il guadagno dell'azienda rispetto ai propri costi medi.

Un'impresa che voglia iniziare a produrre e distribuire lo stesso bene, non potrà accedere alla stessa domanda aggregata, ma dovrà confrontare i suoi costi con la domanda residuale, la quantità di merci che l'impresa esistente non produce poiché ridurrebbe i profitti. La potenziale entrante ha due possibili situazioni di fronte a sé, il target di clienti è sufficiente per conseguire dei guadagni, viceversa non lo è. Il modello di Bain – Modigliani – Sylos Labini agisce sul mercato proprio influenzando la domanda residuale. Alzando la quota di produzione, dell'impresa esistente, al punto da esaudire una quantità di domanda tale per cui ciò che rimane non consente agli avversari di iniziare proficuamente la produzione. In un caso come questo la potenziale entrante rimarrà fuori dal mercato e saremo in presenza di quella che Bain chiama entrata bloccata, in quanto l'impresa esistente è in grado di scoraggiare l'entrata della potenziale rivale semplicemente adottando la strategia migliore per un monopolista. Questa considerazione può essere fatta supponendo che le curve di costo dell'impresa entrante siano uguali a quelle del monopolista, in caso contrario la tattica potrebbe essere vana anche se credibile, poiché la domanda residuale potrebbe essere sufficiente a garantire un profitto all'entrante e l'ex-monopolista non avrebbe più ragione di mantenere alta l'offerta, così si libererebbero ulteriori spazi in cui si potrebbe infilare una nuova concorrente.

Diverso il caso in cui sia la minaccia a non essere considerata attendibile. Se non si verifica l'ipotesi citata sopra al punto 6, la potenziale entrante rimarrà fuori dal mercato solo se ritiene che l'impresa esistente non modifichi mai la quantità prodotta, la strategia sarà inutile. Per rendere credibile la tattica, l'impresa esistente dovrebbe iniziare degli investimenti produttivi che avvalorino la sua intenzione di resistere agli attacchi saturando un livello di domanda maggiore. Anche in questo caso il successo non è garantito, poiché si pagherebbe una

riduzione dei profitti a causa di un concorrente con la riduzione dei profitti per l'incremento di produzione.

2.4.2 Concorrenza perfetta.

Supponiamo che i tentativi per impedire l'entrata di nuovi concorrenti non siano stati efficaci, e che il nostro soggetto non sia riuscito a bloccare l'avanzata di imprese rivali, per cui perde la posizione di monopolio nel mercato. Inoltre supponiamo che, una volta entrate le prime concorrenti, si inneschi un meccanismo tale per cui molte altre decidono di entrare nel settore, con l'obiettivo di conseguire extraprofitti. Rivolgiamo ora l'attenzione verso gli effetti che, l'entrata di nuove imprese nel mercato, ha sul prezzo e sulla quantità prodotta delle aziende. Supponiamo che la curva di domanda inversa del settore sia $p = p(Q)$, dove Q rappresenta l'output totale dei produttori, ossia $Q = \sum_{i=1}^n q_i$; n è il numero delle imprese presenti sul mercato, i è un'impresa generica ($i = 1, \dots, n$) e q_i è l'output della i -esima impresa per cui q_1 è l'output dell'impresa 1 e q_2 è l'output dell'impresa 2 e così via. Nella situazione di monopolio in cui il settore si trovava in precedenza, il produttore sapeva che, per ogni possibile valore della quantità Q , il prezzo sarebbe stato $p^m = MR / (1 - 1/\xi(Q))$, dove MR rappresenta il ricavo marginale della Q -esima unità venduta e $\xi(Q)$ l'elasticità della domanda per il settore.

Se vi sono più imprese a contendersi la clientela, è necessario cambiare la situazione e tenere conto delle azioni dei nuovi concorrenti. Si consideri il ricavo marginale per una qualsiasi impresa i , dato l'output fissato dalle altre imprese:

$$MR_i = p(Q) + \left(\frac{\Delta p}{\Delta Q} \right) \cdot q_i$$

Si osservi che, quando il bene è prodotto da più imprese, il ricavo marginale di una singola impresa, è minore di quello che l'impresa avrebbe ottenuto se fosse stata in una situazione di monopolio. Quando sul mercato sono presenti molte imprese e la quantità da loro venduta è molto grande, l'impatto di una variazione nella quantità venduta da parte di una singola impresa è minore.

Per formalizzare quest'affermazione, esprimiamo il ricavo marginale in funzione dell'elasticità di domanda del settore:

$$MR_i = p(Q) \cdot \left(1 - \frac{1}{\frac{\xi(Q)}{s_i}} \right) = MC_i; \quad \text{dove } s_i = \frac{q_i}{Q}$$

s_i è la quota di output venduto dall'impresa i rispetto al totale della produzione del mercato.

Se un'impresa operante in questo settore vuole massimizzare il profitto, sceglierà di produrre un livello di output tale per cui il ricavo marginale, MR_i , sia uguale al costo marginale, MC_i . Queste equazioni ci dicono che la maggiorazione del prezzo fissato dall'impresa rispetto al suo costo marginale di produzione dipende dalla quota di mercato che l'impresa possiede. Ad esempio, se l'impresa è un monopolista, la sua quota di mercato sarà pari a 1 ed il prezzo fissato in questa situazione coinciderà con il tipico prezzo di monopolio $p = MC_i / (1 - 1/|\xi(Q)|)$. Tuttavia al crescere del numero di imprese, s_i tenderà a 0 e, come possiamo vedere dall'equazione, il prezzo tenderà ad avvicinarsi al costo marginale. Mentre la curva di domanda per ogni singolo individuo tenderà a diventare sempre più elastica. Alla base di tale affermazione vi è l'osservazione che, al crescere della presenza di competitori nel mercato, la frazione $\frac{|\xi(Q)|}{s_i}$ rappresenta l'elasticità della domanda per la i -esima impresa e che, al tendere di s_i a 0, l'elasticità tende ad ∞ .

2.5 Le caratteristiche dei mercati perfettamente concorrenziali

Il fatto che al crescere del numero delle imprese presenti nel mercato il prezzo tenda ad avvicinarsi al costo marginale è estremamente significativo, in quanto sappiamo che, quando il prezzo è uguale al costo marginale, la somma dei surplus del consumatore e del produttore è massima. Quindi l'entrata nel mercato di molte imprese concorrenti presenta degli aspetti positivi che ora andremo ad analizzare.

Supponiamo che il settore si sia ampliato a tal punto che il numero di imprese che lo compongono sia molto grande. Diremo che il numero di imprese è "grande" quando la curva di domanda per ogni singola impresa è infinitamente elastica (il valore di s_i di ogni impresa è prossimo a zero). Di conseguenza ciascuna impresa possiede una quota di mercato così piccola che il suo comportamento non ha alcuna influenza sul prezzo. Come abbiamo visto in precedenza, un'impresa di questo tipo è detta price-taker, in quanto il Prezzo viene determinato dal mercato e l'unica decisione che essa deve prendere riguarda la quantità da produrre a quel prezzo. Un mercato in cui le imprese sono price-taker è un mercato perfettamente concorrenziale. Questo tipo di mercato presenta le seguenti caratteristiche:

1. Nel mercato sono presenti molte imprese. Tali per cui, le quote di mercato sono infinitamente piccole.

2. Il mercato è caratterizzato da libertà di entrata. Non esistono barriere all'entrata.
3. Viene prodotto un bene omogeneo. Tutte le imprese presenti nel mercato producono esattamente lo stesso bene.
4. C'è perfetta mobilità dei fattori. I fattori di produzione (capitale e lavoro) sono liberi di muoversi da un mercato all'altro.
5. C'è perfetta informazione, nel senso che tutti coloro che partecipano al mercato hanno un'informazione completa sul prezzo e sulle opportunità di profitto.

Poiché in un mercato perfettamente concorrenziale la singola impresa non ha alcun potere di controllo sul prezzo, l'unica decisione che essa deve prendere riguarda la quantità di output da produrre. Preso come dato il prezzo prevalente di mercato, esso determina la quantità offerta dall'impresa, di conseguenza il mercato individua un nuovo prezzo e l'interazione prosegue ponendo in equilibrio il mercato.

2.5.1 Come si determina l'output di mercato.

Per studiare il mercato occorre dividere l'osservazione in breve e lungo periodo. Procederemo con la discussione andando a vedere il meccanismo con cui si determinano i prezzi e le quantità nel breve periodo. Innanzitutto ipotizziamo che, nel breve periodo, un'impresa possieda una quantità di uno dei due principali fattori produttivi, lavoro e capitale, fissa, determinata da decisioni pregresse, che individuiamo nel capitale. In altri termini il capitale comporta un costo fisso per l'impresa che non può essere modificato nell'arco di tempo considerato. Inoltre, nel breve periodo, è dato e fisso anche il numero delle imprese presenti nel mercato, in quanto l'arco di tempo preso in esame è troppo breve per far sì che una qualunque nuova impresa possa entrarvi.

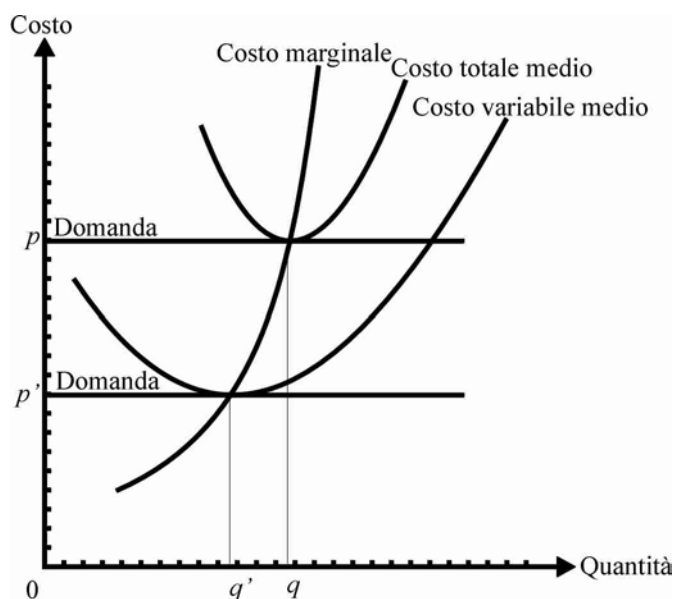


Figura 9. Schema semplificato di curve di costo e di domanda.

La Figura 9 rappresenta le curve del costo variabile medio, totale medio e marginale dell'impresa e alcune possibili curve di domanda che essa si potrebbe trovare di fronte. Nella figura è rappresentato un fascio di rette orizzontali, queste sono le possibili curve di domanda per l'impresa. Ogni curva rappresenta la quantità domandata ad un diverso livello del prezzo, sono orizzontali poiché in un mercato perfettamente concorrenziale l'elasticità della domanda è infinita.

In precedenza abbiamo asserito che le imprese presenti nel settore sono price-taker, tale sarà il loro comportamento, quindi ciò che fanno nel breve termine è decidere quale sarà la quantità da offrire dato un certo livello di prezzo. Ipotizziamo che sul mercato sia prevalente un determinato prezzo, l'impresa deciderà quanto produrre confrontando tale dato con le proprie curve di costo. Seguendo il criterio di razionalità che ci accompagna, il produttore sceglierà la quantità ottima per un'impresa concorrenziale, che è quella in corrispondenza della quale il costo marginale di produzione coincide con il prezzo di mercato del bene, dal momento che, in questa circostanza, il ricavo marginale è uguale al prezzo. Questo comportamento ha origine da tale supposizione, se l'impresa scegliesse di produrre una quantità di beni inferiore alla misura ottima, rinunciarebbe ai ricavi derivanti dalla vendita dei beni che hanno ancora un margine positivo tra il prezzo ed il costo marginale. Altrimenti se producesse una quota maggiore di quella ottima, sopporterebbe un costo superiore al ricavo ottenibile dalla vendita di quella quantità.

Tuttavia nel breve periodo vi è un secondo aspetto da considerare prima di procedere con la scelta della quota di produzione. Fermo restando il vincolo del costo marginale, bisogna che il ricavo marginale, quindi il prezzo, sia superiore al costo medio variabile di produzione. Se al

contrario fosse inferiore, l'impresa concorrenziale produrrebbe una quantità di cui, non solo dovrebbe sostenere i costi fissi, ma dovrebbe anche sopportare una perdita su ciascuna unità venduta, poiché, il prezzo che essa ottiene dalla sua vendita, non coprirebbe neppure il costo medio variabile. In tali condizioni l'impresa avrebbe convenienza a non produrre affatto, infatti, chiudendo, avrebbe pur sempre da sostenere i costi fissi, ma almeno eviterebbe di subire una perdita su ogni unità prodotta. Tale discorso si potrebbe verificare per tutte le unità prodotte fino alla quota in cui il costo medio variabile fosse almeno pari al costo marginale, il prezzo ottenuto risulterebbe insufficiente a coprire il costo medio variabile.

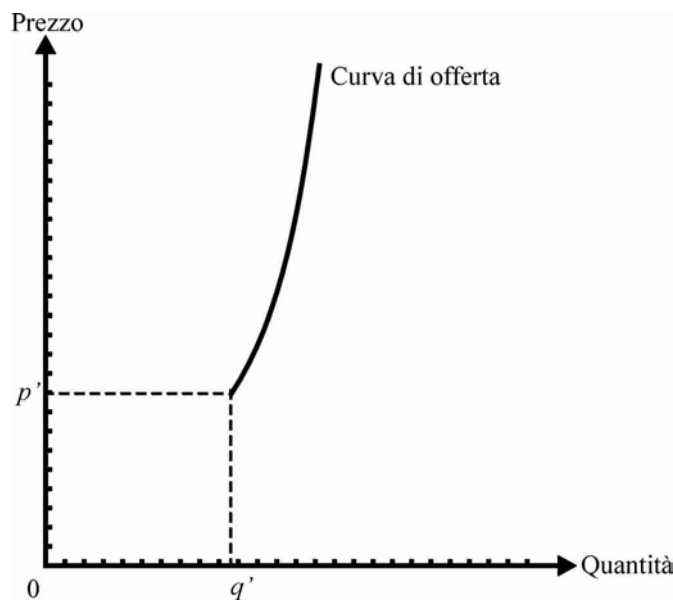
Vale la pena sottolineare che condizione sufficiente affinché l'impresa trovi conveniente produrre è che il prezzo che essa riceve sia tale da coprire il costo variabile medio, ma non necessariamente il costo totale medio. Infatti, supponendo di trovarci in questa situazione, se l'impresa commercializza ad un prezzo che sta al di sotto della curva del costo totale medio, subisce una perdita, ma decidendo di interrompere l'attività si dovrebbe comunque sostenere per intero il costo fisso. Tuttavia nel breve periodo per l'azienda è ancora conveniente continuare a produrre, poiché il ricavo marginale è positivo. La situazione in cui il prezzo è maggiore del costo medio variabile di produzione, implica che il ricavo derivante da ogni unità venduta è maggiore del suo costo variabile medio. La differenza tra il prezzo ed il costo variabile medio permette di coprire parte del costo fisso del produttore. Pertanto, nonostante che operi in perdita, l'impresa continuerà a produrre, almeno finché il prezzo che ottiene dalla vendita della quantità ottima sia tale da coprire il suo costo medio variabile; in tal modo, infatti, minimizza le perdite subite.

Delineando una regola generale, possiamo dire che per un'impresa che vuole massimizzare il profitto nel breve periodo, in un mercato perfettamente concorrenziale, è opportuno scegliere la quantità di equilibrio tale per cui si ha uguaglianza tra il prezzo ed il costo marginale di produzione, sempre che il prezzo sia maggiore del costo variabile medio di produzione.

2.5.2 La funzione di offerta di breve periodo.

Come per la curva di domanda, dopo aver determinato la quantità di output per ogni livello di prezzo, raccogliamo i dati nella funzione di offerta, che specifica la quantità di un bene che un'impresa è disposta a vendere ad ogni dato livello di prezzo, dati e costanti tutti gli altri parametri. Il concetto di funzione di offerta per un'impresa concorrenziale è analogo al concetto di funzione di domanda per un consumatore. La definizione di tale dinamica è una caratteristica fondamentale del mercato concorrenziale, poiché, la ridotta quota di clienti a cui le imprese possono accedere, pone al centro dell'attenzione il criterio per determinare le scelte

dell'azienda. Nel monopolio l'impresa fissava prezzi e quantità secondo le proprie esigenze, nell'oligopolio le stesse grandezze sono determinate dalle reazioni tra i soggetti, infine nel mercato concorrenziale è il prezzo vigente che detta la proficuità o meno della produzione, è per questo che la curva in cui vi sono le combinazioni prezzo quantità redditizie è importante. Nella Figura precedente sono riportate tutte le informazioni necessarie per derivare la curva di offerta di breve periodo di un'impresa in concorrenza perfetta. Per ottenerla basta, applicare la regola della quantità ottima, determinando per ogni livello del prezzo di mercato le quantità offerte dall'impresa.



Mantenendo presente la regola per cui il prezzo deve essere superiore del costo marginale e del costo medio, individuiamo la prima coppia di valori ammissibili, in corrispondenza del punto in cui il prezzo è uguale al costo marginale, che a sua volta è uguale al costo medio. Tale posizione rappresenta la soglia minima in cui, per l'impresa, è indifferente produrre o meno; per livelli di prezzo inferiori essa non sarà disposta a produrre, in quanto tali prezzi saranno inferiori al costo variabile medio; per livelli superiori la quantità di output offerta dall'impresa può essere determinata in base all'uguaglianza tra prezzo e costo marginale di produzione. Tale uguaglianza viene mantenuta solo lungo la curva del costo marginale. La curva di offerta di breve periodo per un'impresa concorrenziale, può essere individuata sapendo che coincide con la curva del costo marginale dell'impresa stessa, per tutti i punti al di sopra del punto di minimo della curva del costo variabile medio.

2.5.3 La curva di offerta aggregata

Nel paragrafo precedente abbiamo visto da dove scaturisce la curva di offerta di un'impresa in un mercato concorrenziale, ma se vogliamo sapere in che modo venga fissato il prezzo di mercato dobbiamo derivare anche la funzione di offerta aggregata per quel settore. Questa funzione indica, per ogni livello del prezzo, la quantità offerta da tutte le imprese presenti nel mercato. Le ipotesi restrittive che ci permettono di derivare la funzione di offerta aggregata sono: (i) la quantità prodotta da un'impresa concorrenziale non influenza il costo di produzione di tutte le altre imprese del settore e (ii) ciascuna impresa è così piccola da avere una quota praticamente insignificante del mercato. Sulla base di queste ipotesi la curva di offerta aggregata può essere ottenuta sommando orizzontalmente le curve di offerta di tutte le imprese. La Figura 11 mostra come si evolve la curva di offerta aggregata in un settore concorrenziale. Per semplicità in questo grafico sono rappresentate le curve di offerta individuali di tre imprese, supponiamo che esse siano le uniche presenti nel settore, pur essendo poche per parlare di mercato concorrenziale, la cui caratteristica fondamentale è la presenza di un gran numero di imprese. Si osservi che le curve di offerta per le tre imprese hanno forme diverse, il che sta ad indicare che le imprese hanno tecnologie diverse. La curva di offerta aggregata indica, per ogni dato prezzo di mercato, la quantità del bene offerta da tutte le imprese presenti nel settore.

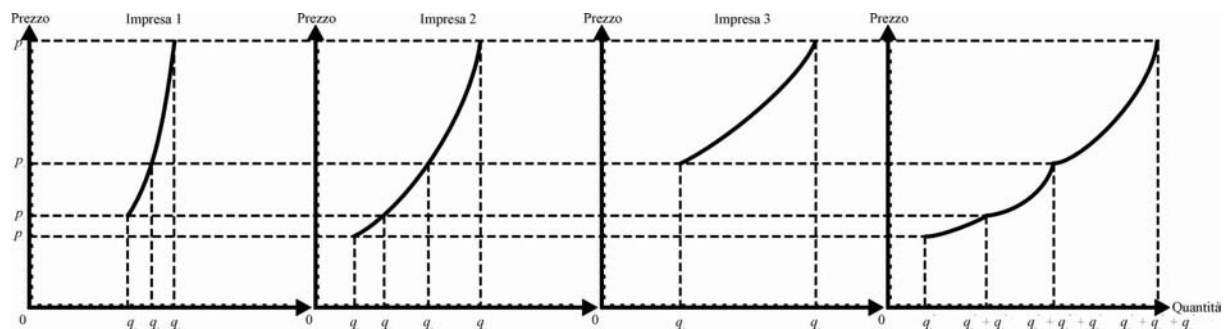


Figura 11. Aggregazione delle singole curve di offerta.

Per costruire una curva di offerta aggregata, come riferimento prendiamo alcuni esempi di prezzo, che supponiamo prevalgano nel mercato, partiamo con p_1 . A questo prezzo, l'unica impresa disposta a produrre è l'impresa 2, la quale produce q_1^2 (l'apice indica l'impresa, mentre il pedice si riferisce ad una particolare quantità; ad esempio, q_2^3 indica la quantità q_2 prodotta dall'impresa 3). Al prezzo p_1 la quantità prodotta a livello di settore è pari a q_1^2 , poiché solo la seconda impresa può produrre in modo profittevole un output a quel prezzo. Per tutti i livelli di prezzo inferiori a p_2 , infatti, l'impresa 2 è l'unica disposta a produrre: in tal

caso la curva di offerta aggregata coincide con la curva di offerta dell'impresa 2. Per tutti i livelli di prezzo compresi tra p_2 e p_1 , sia l'impresa 1 che l'impresa 2 sono disposte a produrre. Ad esempio, al prezzo p_2 l'impresa 1 è disposta a produrre q_2^1 unità del bene e l'impresa 2 a produrne q_2^2 . Tuttavia tale livello del prezzo è ancora troppo basso perché l'impresa 3 trovi conveniente produrre; al prezzo p_2 la quantità totale offerta è pari a $q_2^1 + q_2^2$. Quando il prezzo è maggiore di p_2 anche l'impresa 3 entra nel mercato. Quindi, con un prezzo pari a p_3 , l'impresa 1 offrirà q_3^1 , l'impresa 2 offrirà q_3^2 e l'impresa 3 offrirà q_3^3 . La quantità totale offerta sarà pari a $q_3^1 + q_3^2 + q_3^3$.

Si osserva che, poiché la curva di offerta aggregata è stata ottenuta semplicemente sommando le curve di costo marginale delle imprese presenti nel settore, essa rappresenta anche il costo marginale aggregato di breve periodo di ciascuna unità offerta.

2.5.4 Prezzo ed equilibrio di breve periodo.

Una volta pronte le curve di domanda ed offerta aggregate, non ci resta che sovrapporle sul medesimo grafico per mettere a confronto le esigenze dei due gruppi di enti che si incontrano nel mercato, clienti e fornitori. Il punto di intersezione tra le due funzioni, è l'equilibrio di breve periodo per un mercato perfettamente concorrenziale, ossia quella combinazione di prezzi e quantità che prevarrà in questo tipo di mercato nel breve periodo. Affinché tale combinazione rappresenti un equilibrio di breve periodo per un mercato concorrenziale è necessario che siano rispettati alcuni criteri:

1. nessuna singola impresa desidera modificare la quantità offerta sul mercato;
2. nessun singolo consumatore desidera modificare la quantità domandata;
3. l'offerta aggregata è uguale alla domanda aggregata.

Il significato di questa definizione è che un prezzo, e la quantità ad esso associata (la quantità complessivamente offerta da tutte le imprese e domandata da tutti i consumatori) rappresentano un equilibrio se non vi è alcuna forza nel mercato che tenda a modificarli. Le forze che potrebbero modificare la quantità sono o la massimizzazione dei profitti da parte delle imprese oppure la massimizzazione dell'utilità da parte dei consumatori. Ma dal momento che, al prezzo prevalente, tutte le imprese offrono la quantità che massimizza i loro profitti e tutti i consumatori domandano la quantità che massimizza la loro utilità, allora, a meno che non vi siano shock economici e sociali esogeni, non vi sarà nessuna forza nel mercato che tenda a modificare l'offerta e la domanda aggregate. D'altra parte, quando la domanda aggregata e l'offerta aggregata sono uguali, non dovrebbero esserci tendenti a far variare il prezzo, poiché sono tutti soddisfatti.

Per capire perché tale uguaglianza tra domanda ed offerta sia necessaria, ipotizziamo che per un determinato livello di prezzo, maggiore di quello di equilibrio, la quantità ottima prodotta dalle imprese sia superiore alla quantità domandata. In questo caso vi sarà un eccesso di beni ad un prezzo troppo alto per i potenziali clienti, la situazione dovrebbe favorire un abbassamento della cifra da parte dei venditori, in modo da ridurre le scorte. Nel caso contrario, quando vi è un eccesso di domanda, i produttori saranno incentivati ad alzare il costo per i clienti, poiché ci saranno consumatori che non sono in grado di ottenere il bene che saranno disposti a pagare un prezzo più alto. In entrambi i casi il prezzo prevalente nel mercato tenderà a scendere, nel caso di eccesso di offerta, ed a salire, nel caso di eccesso di domanda, fino a raggiungere il livello in corrispondenza del quale vi è il punto di equilibrio tra le due curve, in cui non vi è alcun incentivo per i consumatori a modificare la propria domanda e per le imprese a modificare la propria offerta.

2.5.5 Aziende e costi differenti.

Confrontiamo il prezzo che si determina dall'incontro tra domanda ed offerta con le singole strutture di costo delle imprese impegnate nel mercato. Non ci cimenteremo nello sviscerare tutte le possibili combinazioni, ma ci limiteremo ad osservare tre possibili casi in cui un soggetto potrebbe trovarsi. Prendiamo in considerazione l'ipotesi che le curve di costo delle singole imprese siano differenti, in quanto usano tecnologie differenti, hanno condizioni di fornitura favorevoli o posseggono un accesso privilegiato alla clientela. Si osservi che il prezzo di mercato compare nel mercato a seguito di successivi aggiustamenti che si stabilizzano nel punto di equilibrio, per cui le imprese che scelgono di produrre potrebbero raggiungere il minimo costo marginale in corrispondenza di un prezzo inferiore. Tale situazione rivela come alcune imprese conseguano, nel breve periodo, un extraprofitto rispetto al livello generale del prezzo. Col passare del tempo il meccanismo della concorrenza conduce il prezzo verso il basso, assottigliando gli extraprofitti ed estromettendo le imprese con costo marginale più alto.

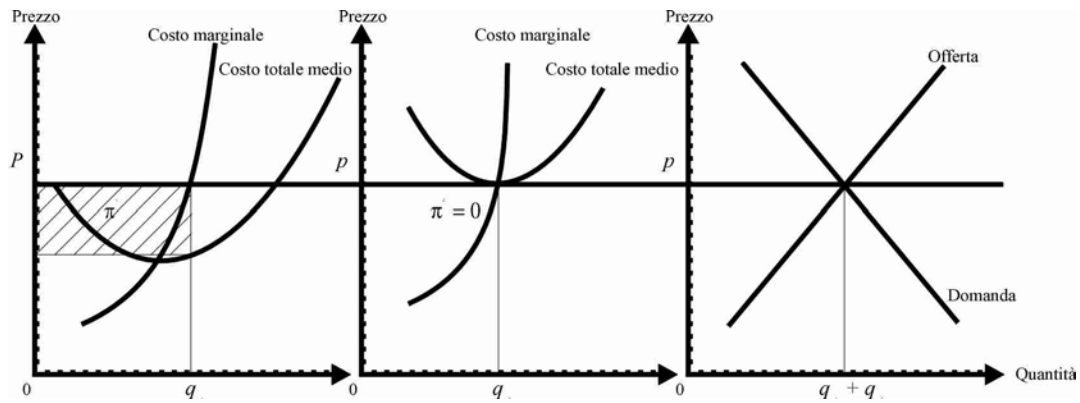


Figura 12. Esempio di maggiori profitti rispetto al costo marginale

La quantità totale del bene acquistata e venduta nel mercato è rappresentata da $q_1^e + q_2^e$. Al prezzo p^e l'impresa 1 cerca di massimizzare il proprio profitto vendendo q_1^e unità e l'impresa 2 cerca di fare la stessa cosa vendendo q_2^e unità. La prima impresa, al prezzo di equilibrio, riesce ad ottenere extraprofitti pari a π_1 . L'impresa 2, invece, nell'equilibrio di breve periodo non consegue alcun profitto, π_2 .

2.5.6 Passando al lungo periodo.

Per allungare l'orizzonte del modello dobbiamo delineare una struttura dei costi per le singole aziende capace di considerare come variabile anche l'investimento in capitale. Partendo dai costi di breve periodo, consideriamo la struttura di lungo dell'impresa come una successione in funzione della capacità produttiva installata, delle strutture di spesa a breve termine. Il risultato è un grafico in cui non vi sono disegnate le curve del costo totale medio, la curva del costo variabile medio di lungo periodo è la traccia che segue il minimo costo variabile medio di breve periodo per ogni quantità da produrre e la curva del costo marginale è simile alle curve di breve periodo, ma si interseca con il costo medio di lungo nel punto più basso.

Riferendoci al mercato, stabilendo un prezzo prevalente, l'impresa produrrà una quantità tale da massimizzare il profitto in quel periodo, ed installerà una capacità di capitale che le permetta di produrre l'output scelto al minor costo medio possibile. Nel caso il prezzo fissato, consentisse a quest'impresa di conseguire extraprofitti, altre imprese decideranno di entrare nel mercato. Questa entrata può essere rappresentata mediante una traslazione della curva di offerta verso destra, aumento della capacità produttiva totale della scena. Data la curva di domanda, l'incremento di offerta farà diminuire il prezzo di mercato. Se la nostra impresa può aggiustare il suo capitale quando il prezzo diminuisce, essa diminuirà lo stock di capitale impiegato e produrrà una nuova quantità ottima. Tuttavia, se una volta effettuati tali cambiamenti, l'impresa continuasse a conseguire extraprofitti, per cui il mercato attirerà

ancora nuove entranti. L'entrata di altre imprese farà ulteriormente traslare la curva di offerta aggregata verso destra, facendo diminuire ancora di più il prezzo di mercato.

Tale processo continuerà fintanto che le imprese presenti nel mercato avranno la possibilità di conseguire extraprofitti. Vi è solo un livello del prezzo per il quale le imprese esistenti non conseguono extraprofitti, il prezzo che corrisponde al punto di intersezione tra la curva del costo medio di lungo periodo ed il costo marginale, in questa situazione il prezzo di mercato sarà uguale al costo marginale dell'impresa ed il costo medio è nel punto di minimo.

La situazione appena descritta soddisfa tutti i criteri che abbiamo specificato per un equilibrio di lungo periodo in un mercato concorrenziale. Al costo minimo, nessuna impresa sarà incentivata a modificare il suo output o il suo stock di capitale, nessuna impresa desidererà uscire dal mercato, in quanto ottiene esattamente il suo costo opportunità, e, infine, nessuna impresa desidererà di entrare nel mercato, poiché non è in grado di conseguire extraprofitti. Quindi possiamo dire che questa situazione rappresenta un equilibrio di lungo periodo; in questa situazione tutte le imprese in un mercato concorrenziale utilizzano l'ammontare di capitale che permette loro di produrre in corrispondenza del punto di minimo costo medio di lungo periodo, non vi è né entrata né uscita dal mercato, l'offerta aggregata è uguale alla domanda aggregata ed il prezzo di mercato è uguale al costo marginale.

2.5.7 Cambiamenti negli equilibri di mercato.

Come sappiamo, quando un settore è caratterizzato da una curva di offerta inclinata positivamente, un aumento della domanda del bene, ossia una traslazione verso destra della curva di domanda aggregata, provoca, nel breve periodo, un aumento del prezzo di equilibrio. Se la curva di domanda trasla verso destra, rappresentando un'espansione generalizzata dei fondi dedicati ai consumi, il nuovo punto di equilibrio si troverà ad un prezzo maggiore rispetto al precedente, ed ad una nuova quantità ottima. Ciò accade nel breve periodo, nel lungo non è necessariamente vero. La curva di offerta di lungo periodo può essere inclinata positivamente, negativamente o può anche essere piatta, difficilmente ci si renderà conto dell'aumentata dimensione del settore ed i prezzi dei fattori e, conseguentemente, anche i costi delle imprese rimarranno invariati. Se i costi non variano, quando nuove imprese entrano nel settore, la curva di offerta aggregata di breve periodo traslerà verso sinistra, per cui il prezzo tenderà a ritornare al livello che caratterizzava l'equilibrio originario, fermando l'entrata di nuovi soggetti.

Se allarghiamo la nostra visione, ci accorgiamo che la nostra precedente analisi è basata sull'ipotesi che l'entrata di nuove imprese non avesse alcun effetto sulla curva di costo di

quelle esistenti, ciò non è necessariamente verificato. Supponiamo che la domanda di un bene sia piccola, e che il processo produttivo per realizzarlo goda di particolari agevolazioni dovute alla facilità di reperimento delle materie prime. Tuttavia, al crescere della domanda i costi di produzione aumenteranno per progressiva scarsità di materia prima, il che comporterà un aumento dei prezzi. Quando questo si verifica, si dice che l'entrata di un'impresa genera un'esternalità pecuniaria sul mercato, perché l'azione di un soggetto (l'entrante) fa aumentare il prezzo di un bene per tutti gli altri soggetti (le imprese già presenti sul mercato).

Le esternalità pecuniarie avranno un effetto sostanziale sulla forma della curva di costo di lungo periodo di un settore. Di fatto la curva di costo di lungo periodo sarà inclinata positivamente ed è per questo che tali settori vengono definiti settori a costi crescenti.

Si pensi di nuovo alle curve di offerta di breve periodo e di domanda ed ad un punto di equilibrio iniziale. Quando la domanda trasla verso destra, il prezzo aumenta, tutte le imprese presenti nel settore conseguono extraprofitti. Tale situazione attrae nuovi entranti, quando l'entrata si verifica, il costo degli input di produzione aumenta a causa delle esternalità pecuniarie. La curva di offerta di breve periodo trasla anch'essa verso destra, ma non fino al punto di compensare lo spostamento della domanda. Essa si ferma in corrispondenza un nuovo prezzo di equilibrio di lungo periodo. In risposta alla traslazione della domanda, l'equilibrio del mercato ora si sposta in una inedita posizione collocato sulla curva di offerta di lungo periodo inclinata positivamente.

In caso contrario in un settore a costi decrescenti, in cui la curva di offerta di lungo periodo è inclinata negativamente, l'entrata di nuove imprese fa diminuire il costo dei fattori di produzione e quindi le curve di costo medio di lungo periodo di tutte le imprese presenti nel settore trasleranno verso il basso. Questo tipo di situazione può verificarsi quando la presenza di nuove imprese dà alle imprese esistenti un maggior potere contrattuale nei confronti dei fornitori. Può anche succedere che il maggior numero di imprese nel settore permetta ai fornitori di input di trarre vantaggio dai rendimenti crescenti di scala della loro tecnologia, il che fa diminuire i costi e, quindi, il prezzo fissato per gli input.

2.6 Caratteristiche di benessere.

Perché gli equilibri di lungo periodo sono così buoni? Per rispondere a questa domanda analizziamo le caratteristiche in termini di benessere dei mercati perfettamente concorrenziali e confrontiamo i livelli di benessere che si raggiungono in questi mercati con quelli che si raggiungono nei mercati monopolistici ed oligopolistici che abbiamo studiato in precedenza.

Nel caso della concorrenza perfetta abbiamo una struttura di mercato che è ottimale in termini di benessere e che produce i beni nel modo più efficiente possibile. In breve, i risultati ottenuti in mercati perfettamente concorrenziali servono come punto di riferimento e forniscono la misura con la quale gli economisti possono valutare le prestazioni di altre forme di mercato. I mercati perfettamente concorrenziali rappresentano una situazione ideale che gli economisti portano a modello.

Ci accingiamo ad elencare le proposizioni di benessere per i mercati perfettamente concorrenziali. Tali proposizioni sono il motivo per cui gli equilibri concorrenziali di lungo periodo rappresentano la situazione migliore per l'economia.

Proposizione di benessere 1: la somma dei surplus del consumatore e del produttore è massimizzata

Proposizione di benessere 2: il prezzo è fissato al livello del costo marginale

Proposizione di benessere 3: i beni sono prodotti al minimo costo possibile e nel modo più efficiente

Nell'equilibrio di lungo periodo di un mercato perfettamente concorrenziale la somma dei surplus del consumatore e del produttore è massima. Questa proposizione ci dice che, in mercati perfettamente concorrenziali, il prezzo e la quantità di equilibrio sono tali per cui la società non deve sopportare alcuna perdita netta. Sappiamo che la combinazione di prezzo e quantità di equilibrio viene individuata dal punto in cui le curve di domanda e di offerta si intersecano, in quanto qualunque eccesso di domanda o di offerta verrà eliminato mediante opportune variazioni del prezzo. Inoltre sappiamo che la curva di offerta è semplicemente la somma delle curve di costo marginale di tutte le imprese presenti nel mercato; essa ci dice qual'è il prezzo minimo a cui ciascuna unità del bene può essere offerta. La curva di domanda, invece, ci dice la massima disponibilità a pagare della società per acquistare ciascuna unità del bene.

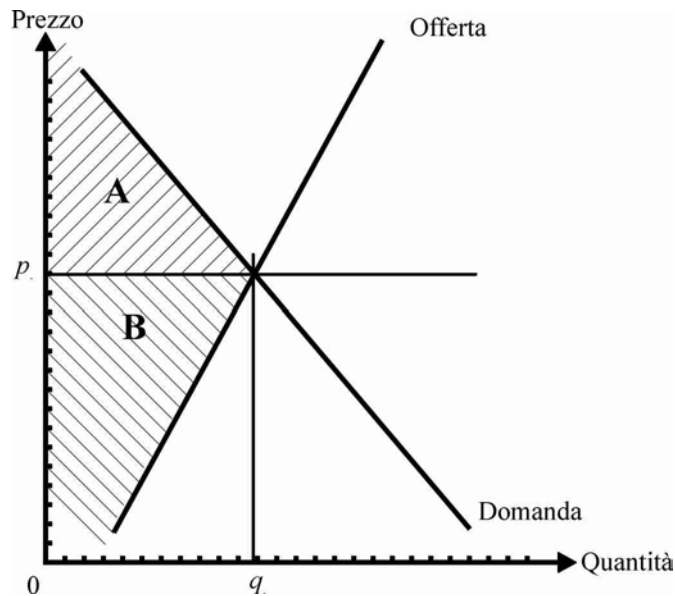


Figura 13. Esempio di surplus per l'economia.

Dunque se prendiamo in considerazione i due triangoli, indicati con A e B nella raffigurazione estremamente semplificata di Figura 13. Il triangolo A rappresenta il surplus dei consumatori, in quanto rappresenta la differenza tra quanto la società è disposta a pagare per ottenere la quantità di equilibrio e quanto effettivamente deve pagare. Il triangolo B rappresenta il surplus dei produttori, in quanto esso non è altro che l'eccedenza del prezzo ricevuto dai venditori per la quantità ottima del bene, rispetto al costo marginale di produzione delle stesse. Si osservi che la somma di questi surplus può essere massimizzata solo al prezzo di equilibrio.

Continuando l'analisi possiamo dire che, nell'equilibrio di lungo periodo di un mercato perfettamente concorrenziale il prezzo è fissato al livello del costo marginale. Sappiamo che il prezzo di equilibrio sarà individuato dall'intersezione tra le curve di offerta e di domanda, poiché la curva di offerta di un settore perfettamente concorrenziale altro non è che la curva di costo marginale del settore, un prezzo che venga fissato in corrispondenza dell'intersezione tra le curve di domanda e di offerta deve essere uguale al costo marginale.

Infine, nell'equilibrio di lungo periodo di un mercato concorrenziale i beni vengono prodotti al minimo costo medio possibile e nel modo più efficiente. In equilibrio, l'impresa tipo, produrrà il numero ottimo di unità, utilizzando un impianto che ha una capacità che minimizza il costo medio di produzione. Tuttavia sappiamo, poiché abbiamo ipotizzato così, che il processo di entrata spingerà il prezzo verso il basso fino al punto in cui le imprese che rimangono nel mercato sono solo quelle che avranno scelto la capacità minima, come proprio livello di produttività. Il principio della concorrenza assicura che i beni venduti ai

consumatori siano prodotti al costo più basso possibile ed avvalendosi di un'organizzazione efficiente della produzione.

La regola per l'allocazione ottima dell'output all'interno di un settore concorrenziale è la minimizzazione dei costi, che richiede una distribuzione dell'output, in modo tale che il costo marginale di produzione sia uguale per tutte le imprese. Per dimostrare che tale allocazione è ottimale supponiamo che si distribuisca l'output in modo diverso e che, come risultato, il costo marginale di produzione dell'ultima unità per l'impresa i sia diverso dal costo marginale di produzione dell'ultima unità per l'impresa j . Se il costo marginale di produzione per l'impresa i è maggiore del costo marginale di produzione dell'impresa j , diventa conveniente spostare la realizzazione di un'unità di output dall'impresa i all'impresa j , in quanto quest'ultima può produrla ad un costo inferiore.

Quando in una piazza è prevalente il prezzo di equilibrio, ciascuna impresa individua la quantità ottima da produrre uguagliando il suo costo marginale al prezzo di mercato. Poiché tale strategia verrà adottata da tutti i soggetti, il costo marginale di produzione sarà identico per tutte le imprese nel settore. Pertanto il mercato risolve il problema dell'allocazione della produzione all'interno di un'industria ad alta efficienza allocando l'output in modo tale da uguagliare il costo marginale di produzione di tutte le imprese.

2.7 Epistemologia economica

Ogni modello dovrebbe riprodurre i tratti salienti di ciò che vorrebbe rappresentare. Per non farsi sviare da variabili non significative è necessario scegliere delle caratteristiche, a nostro avviso, più importanti ed introdurre un grado più o meno elevato di semplificazione. La teoria economica classica del mercato concorrenziale è nata nella seconda metà dell'ottocento, in un periodo in cui la società, il cui modello voleva somigliare, era profondamente diversa dalla nostra, sia sotto il profilo economico che sociale, erano diverse le variabili chiave che muovevano le dinamiche produttive ed era diverso l'approccio degli economisti, forse influenzati dal meccanicismo. Il principale aspetto della teoria esposto alle critiche, è la presunta completa razionalità dei soggetti coinvolti nelle decisioni economiche, probabilmente anche chi formulò questa teoria non pensava che gli uomini godessero di un'informazione perfetta e di una razionalità tale da consentire di massimizzare il proprio reddito, ma forse i redditi erano sufficientemente bassi e l'informazione così scarsa, da rendere ininfluenti tali accorgimenti. In ultimo non bisogna trascurare l'aspetto tecnologico, non visto come soggetto di studio, ma come strumento che aiuta il ricercatore nelle proprie indagini.

Non è infondato pensare che lo sviluppo di nuovi procedimenti di calcolo matematico, e la maggiore accuratezza dei metodi di rilevazione statistica della realtà, abbia condotto, conduce e condurrà, a rivedere progressivamente le conclusioni che ora sembrano scolpite nella pietra. La visione attuale, che cerca di porre l'accento sulle interazioni comportamentali dei singoli soggetti, si non pone il medesimo obiettivo revisionale che si ponevano gli economisti del secolo scorso, scoprire come evolve il mercato per poterne prevedere lo sviluppo futuro, ma bensì si propongono di costruire dei modelli che riproducano con una buona approssimazione i processi economici, per capire quali sono le grandezze focali dei sistemi e come queste grandezze si influenzano a vicenda. Probabilmente una metodologia non ancora disponibile ci indurrà a mettere in dubbio le conclusioni a cui, tanto entusiasticamente, giungiamo oggi, ma sicuramente i risultati di un orizzonte così sfocato nella mente dei ricercatori sono poggiati sui frutti odierni, come questi lo sono su quelli del passato.

Capitolo 3.

Nuove interpretazioni dei mercati

3.1 Reti economiche

Seguendo un'evoluzione già avvenuta in altri campi, anche gli economisti sembrano aver scelto la strada della specializzazione, dedicandosi completamente allo studio di un particolare settore, per poter comprendere le regole che lo governano ed agire, in qualche modo, su di esse per creare degli effetti positivi. Tale distribuzione di forze, che possiamo immaginare centrifughe, ha generato dei movimenti che portano verso la definizione delle caratteristiche salienti che accomunano tra loro alcuni campi di studio diversi.

Un'intuizione che sembra concentrare in sé le proprietà delle varie tipologie di mercato, è il concetto di rete economica. Zuckerman (2003) ne presenta un'ampia trattazione nella recensione del libro "Networks and Markets", di Rauch e Casella (2001). Tale concetto sorge dall'osservazione delle complesse dinamiche dei mercati, composte, nel modo più schematico possibile, dagli individui coinvolti nello scambio e dall'insieme dei legami tra loro. Il termine "reti economiche" chiarisce che si tratta di reti di relazioni tra operatori, i cui comportamenti possono avere, in qualche modo, un significativo impatto sulla sfera economica.

Iniziamo considerando gli elementi necessari in ogni analisi di una rete sociale, della quale una rete economica deve esserne considerata un sotto tipo, un insieme di nodi e il modello che descrive i legami tra tali nodi. La definizione dei nodi, dei legami e della struttura dei legami tra i nodi, non è sempre agevole, soprattutto se si deve determinare quali sono i suoi aspetti chiave. L'analisi delle reti economiche considera tipicamente due tipi di nodi, gli esseri umani, le persone, e le collettività, le organizzazioni, che si assume abbiano una significativa capacità di agire in modo coordinato. Sono inoltre considerati nodi, nell'analisi delle reti sociali e nella letteratura sulle reti economiche in particolare, altri tipi di enti come, lo stato, le industrie, l'innovazione, il prodotto. L'analisi di processo che si compie per progettare la rete deve tenere conto non solo dell'identificazione dei legami tra i nodi, ma anche di come e quanto forti siano tali connessioni.

Un parallelo tra agenti e nodi è spesso realizzato attraverso un procedimento di induzione, per mezzo del quale, tutti i nodi che sono affini ad un comune agente sono soggetti ai medesimi

effetti o hanno comuni stimoli. In ogni caso, le regole che collegano gli agenti devono essere chiare, esplicite ed attinenti alle dinamiche della rete, al fine di garantirne la stabilità.

La delimitazione dell'insieme dei nodi rilevanti è notoriamente difficoltosa. Laumann, Marsden e Prensky (1983) nel loro classico trattato sul "problema di limitazione specifica"¹⁰, scrivono che il valore di un'analisi di rete si misura spesso sull'affidabilità delle regole per l'inclusione e l'esclusione dei nodi, e sulla non artificiosità dei risultati, che può essere generata dalle regole stesse. Mentre, un'ulteriore decisione cruciale, è la definizione dell'insieme dei dati rilevanti, poiché si tratta di chiamare in causa l'indiscutibile giudizio dell'analista. Le prime decisioni compiute sulle componenti base del modello identificano due approcci tipici, la strategia "nominalista", in cui l'analista impone la definizione di un set di dati rilevanti basato su criteri definiti a priori, e la strategia "realista", in cui gli agenti entrano a far parte del modello tramite meccanismi di auto selezione. Ipotizziamo di condurre l'analisi di una rete di relazioni tra competitori ed industrie. Un approccio nominalistico potrebbe aver bisogno di una raccolta dati su tutte le imprese che rientrano nell'analisi, che hanno una particolare classificazione industriale standard o che usano il medesimo insieme di entrate. Un approccio realistico, invece, potrebbe iniziare da una situazione iniziale con un numero conosciuto di membri della popolazione di interesse, che prosegue su un sentiero tracciato, il modello citato evolve, finché non si raggiunge una situazione di equilibrio o l'esaurimento.

I punti di forza dell'approccio nominalistico sono le debolezze di quello realistico e viceversa. Le strategie realiste hanno la capacità di essere più maneggevoli quando si devono includere i nodi rilevanti, ed escludere quelli non rilevanti, sebbene siano legate ad un particolare tempo e luogo, ed esse debbano generare alcune proprietà della rete, come i dati del processo.

Le analisi delle reti economiche spesso si confrontano con due ipotesi restrittive addizionali, che sono meno comuni nell'analisi di altri tipi di reti. Primo, mentre nell'analisi sulle maggiori reti sociali sono condotte su reti unimodali, nelle quali ciascun attore è considerato in grado sia di inviare che di ricevere le informazioni che rappresentano i dati e i legami interessanti per ogni altro attore, tali popolazioni sono quindi formate da agenti tutti uguali, la maggior parte delle reti economiche è descritta meglio da modelli bimodali, in cui vi è una chiara differenziazione tra gli agenti che inviano le informazioni e coloro che le ricevono, spesso vi è più di una popolazione di agenti, la quale dialoga con le altre, ricevendo messaggi diversi da quelli che ha inviato. Questa descrizione pare aderire alla definizione generale di mercato, in cui vi sono di regola di due distinti i ruoli economici, spartiti tipicamente tra compratori e venditori, tuttavia altre regole di relazione sono possibili.

¹⁰ "boundary specification problem"

Un'implicazione dei modelli con questa struttura, è che, per ipotesi, si richiedono due insiemi di attori delimitati e distinti, piuttosto che uno. Tuttavia, successive pubblicazioni, Baker (1984), sostengono che i mercati manifestano la tendenza a mantenere un ruolo solo parzialmente differenziato. Se si prendono ad esempio i mercati contrattuali, si può riconoscere in loro una struttura unimodale, l'analisi di "eBuy aste on-line", compiuta da Ozgecan Kocak (2002), indica che i mercati nei quali c'è differenziazione tra il ruolo di compratore e di venditore variano in estensione e che tali variazioni è significativa.

Nella fase di analisi del processo, vi è un aspetto da non trascurare al momento di scegliere i collegamenti tra gli individui, poiché l'assenza di un legame di tipo specifico può indicare, o che i due attori giocano ruoli che effettivamente rendono tale collegamento impossibile, uno "zero strutturale", o che tra loro vi sia la possibilità di scegliere se attuare o meno tali legami. Un approccio che determini a priori ogni dettaglio del modello, potrebbe trascurare tale insidia, la strategia nominalista dovrebbe cedere il posto ad un'approfondita analisi del contesto.

Spostando l'attenzione sulle caratteristiche di un nodo, ci rendiamo conto della grande differenza tra reti di individui e reti di imprese. Diversamente dai primi, le aziende si evolvono con metodi che ne cambiano profondamente la struttura, acquisizioni, fusioni, vendite di divisioni e accordi consortili, sono solo alcuni esempi. Non considerando che anche la singola impresa si può vedere come una rete, i cui nodi sono i processi produttivi. Qualsiasi analisi non può prescindere dal considerare se il nodo appropriato per l'analisi sarà la business unit o l'impresa, un ulteriore fattore di complicazione è derivato dalla differenza che vi è tra le aziende e dal loro sviluppo nel tempo. Ma la questione è strettamente legata a quanto conosciamo delle relazioni all'interno dell'impresa, se debbono essere considerate semplicemente come un'altra forma di legame di rete tra agenti indipendenti, o come qualcosa di qualitativamente differente dall'interazione di mercato. Con Burt (1992), cerchiamo un modello dinamico di rete dove possiamo osservare il successo dei risultati imprenditoriali ed utilizzando i "buchi strutturali" tra zone piene di intense relazioni. Questa visione può essere utile confrontata con la teoria del capitale sociale per simulare sia la creazione che gli effetti di una rete di imprese (Walker e al., 1997), altri autori, Baker (1984) e DiMaggio e Louch (1998), descrivono queste relazioni utilizzano alcuni simili principi di razionalità limitata e di opportunismo. Un esempio di modello di impresa è la simulazione realizzata da Terna (2003), in cui si divide lo studio dell'impresa tra, ciò che deve essere fatto, i legami della rete, e chi fa cosa, le strutture capaci di realizzare i processi, le business unit, i nodi della rete. L'impianto

portante di *jES*¹¹, ha lo scopo di riprodurre un'impresa non in modo generale, ma di descriverne i processi per come sono effettivamente realizzati. La tecnica realista con cui è stato progettato il modello, è finalizzata al suo uso come banco di prova per studiare le variazioni di comportamento dell'azienda ricostruita, a seguito di variazioni nei processi produttivi o nella struttura delle unità produttive. I due controlli conseguenti, pattern dei risultati reali contro pattern dei risultati simulati, e risultati simulati contro risultati della simulazione modificata, sono il passo finale della realizzazione del modello, in cui si usano le prestazioni dei processi per verificare il raggiungimento degli obiettivi. Il primo controllo serve a constatare l'affidabilità della descrizione, il secondo a verificare la bontà delle scelte di investimento. Tale approccio alle reti economiche, riferito ai mercati, concepisce i legami sotto forma di scambi e ne sottolinea l'importanza rispetto al modello ortodosso di mercato, poiché pare che i comportamenti emergenti siano maggiormente aderenti alla realtà senza contrastare i risultati del modello standard. Una chiave di lettura per tale analisi è se le strutture di rete abbiano un impatto causale, come spesso si suppone, o nei fatti tale analisi non aggiunge niente alla ricerca, che non potrebbe esser ottenuto dalla conoscenza degli obblighi e delle scelte considerate rilevanti dagli agenti.

Un secondo modo per capire le reti economiche è di guardarle come interazioni economiche che si sono formate in modo consequenziale o come relazioni primigene. Tra i sociologi, una concentrazione sulle reti sociali che preesistevano al mercato. Granovetter (1985), asserisce che è stato prematuro dichiarare la separazione tra i mercati contemporanei e i loro contesti sociali, piuttosto, insiste che l'interazione di mercato potrebbe non essere compresa a pieno, senza l'attenzione alle relazioni sociali attraverso le quali essa spesso si svolge. Sembra che, dalla crescente attenzione alle reti economiche, gli economisti abbiano maggiormente considerato le reti primordiali, Casella (1996), Casella e Rauch (1998), Kranton e Minehart (2001). L'aspetto che desta il maggior interesse, nell'analisi di tali reti, è la valutazione di quanto le prestazioni siano da attribuire ad aspetti sociali e quanto a quelli economici, da cui la necessità di verificare l'impatto casuale dei primi.

Un ultimo e più generale concetto di rete economica, comprende le già citate forme in qualità di sotto tipi, che dovranno essere descritte come strutture di mutuo orientamento. Tali reti sociometriche, Moreno (1934), nelle quali i legami degli agenti tra loro, variano nel tipo, nella valenza, e nella forza delle connessioni, spesso si riconducono al secondo esempio, sono le più studiate da chi si dedica alle reti sociali. Questa concezione di reti può sembrare essere la meno rilevante soprattutto se siamo interessati alle dinamiche di mercato, come opposta ai

¹¹ *jES*: Java Enterprise Simulator.

processi inter-organizzativi, ma una larga e crescente letteratura sulle relazioni tra organizzazioni ha adoperato i concetti sociometrici per analizzare le reti composte né da mercati di scambio né da legami primordiali. Gli esempi di tale ricerca includono studi sui blocchi interni alle aziende, sulle alleanze strategiche e sulla collaborazione tra enti. In aggiunta, un ramo di crescente interesse analizza l'affidabilità dei sotto sistemi che emergono implicitamente attraverso le interazioni di mercato, che sono un aspetto inatteso dagli approcci ortodossi. Infine, i ricercatori hanno iniziato a focalizzare la propria attenzione sulle strutture di orientamento intra-impresa, che sono progettate per essere ortogonali allo scambio di mercato, Zuckerman e Sgourev (2003). Tali reti emergono endogenamente per riempire bisogni non incontrati dal mercato e potrebbero avere una grossa influenza sul comportamento ed i risultati dell'impresa.

Per prendere un esempio di rete economica tra soggetti, in cui i legami sono incentrati sugli scambi, introduciamo il mercato del pesce di Marsiglia, Kirman (1995). La flotta dei pescherecci di Marsiglia ha la possibilità di vendere il pescato direttamente al pubblico ed ai commercianti mettendo dei banchetti con la merce direttamente sulla promenade del porto. In tale situazione si può considerare che la qualità del pesce sia la medesima per tutti i venditori, poiché il prodotto giunge totalmente dall'uscita notturna. Ma pur in apparenti condizioni di parità, si verifica che alcuni venditori esauriscono il pescato, mentre altri vendono pressoché nulla. Un comportamento così insolito potrebbe avere origine dalle caratteristiche peculiari di alcuni venditori, sennonché in giorni diversi non sono i medesimi pescatori ad esaurire il pescato, ma gli altri, in un balletto che ricorda tanto le formiche di Ormerod (2003). Il mercato di Marsiglia può essere considerato una rete in cui la mutua influenza ha un grosso peso sulle decisioni di acquisto, soprattutto considerando che si rilevano i prezzi maggiori proprio nei banchi che vendono molto. In questo genere di processo, alcuni ricercatori ravvisano meccanismi strettamente legati alla natura personale degli agenti, tra tali nodi, che formano la rete, il sentimento di auto interessamento è qualcosa che muta col trascorrere del tempo, per via della frequenza dell'interazione con gli altri partner o con la collettività nel suo complesso. Tali dinamiche sono ritenute marginali da altri ricercatori, i quali sostengono che non sia utile riprodurre ogni aspetto del fenomeno, ma solo le caratteristiche chiave, schematizzando i comportamenti individuali rispetto all'utilità attesa degli agenti che partecipano ad una serie di giochi ripetuti, nell'ambito di un sistema mercato in cui le gerarchie sono endogene.

L'analisi di Baker (1984) delle reti tra commercianti alternativi, mostra come, specialmente durante i periodi di alti volumi, i venditori tendano a concentrare i propri scambi tra poche

controparti, tale comportamento si trova anche in una sorprendente alta proporzione di compratori in Marsiglia, che si riforniscono affidandosi ai loro normali fornitori di pesce e come risultato pagano persino un prezzo più alto, anche se, come spiega Kirman, ottengono tipicamente un servizio migliore. Questo mercato può essere descritto come un modello di rete di scambio, ma, da una prima analisi, le sue caratteristiche interne appaiono irregolari dal punto di vista della teoria neoclassica, si riscontra una significativa dispersione del prezzo e le curve di domanda individuali non sono decrescenti.

Limitandoci a questa osservazione, si potrebbe essere spinti a concludere che la teoria del mercato neoclassica sia stata disattesa. Invece l'interpretazione di Kirman, è più misurata, per cui diventa di maggiore stimolo ad una comprensione più approfondita del fenomeno e delle dinamiche nascoste. Nel corso dell'analisi si sottolinea che, mentre i prezzi sono altamente variabili su base giornaliera, la distribuzione dei prezzi è abbastanza stabile se si considera un intervallo di tempo maggiore, ad esempio mensile. In aggiunta, i grafici che descrivono le relazioni aggregate tra prezzo e quantità rilevate, appaiono essere monotoni decrescenti. L'interessante implicazione che se ne può dedurre è che “la regolarità a livello aggregato... non (emerge) per via dei comportamenti individuali isolati... (ma si accordano) al modello competitivo standard... (senza interrompere) ogni semplice legame tra gli individui nel comportamento aggregato”. Per rendere questo punto più preciso, Kirman descrive una simulazione basata sugli agenti, dove compratori e venditori operano degli accordi di scambio con regole molto semplici, e li modificano in risposta ai livelli di profitto. I risultati mostrano come tali modelli convergono verso una situazione nella quale sono riprodotte molte delle dinamiche osservate nel mercato del pesce di Marsiglia. In particolare, compratori e venditori generalmente imparano ad essere leali fra loro (compratori leali ricevono servizi migliori rispetto alla freschezza del prodotto, ma i venditori caricano loro prezzi più alti tale servizio), mentre la distribuzione aggregata dei prezzi è abbastanza stabile.

Nella sua discussione, Casella afferma che la produzione di risultati regolari da parte di Kirman, nella visione aggregata dei comportamenti di mercato, a dispetto della poca regolarità a livello individuale, richiama la questione se sia rilevante, o meno, “prenderci cura di tutto ciò che sta alla base della struttura delle interazioni individuali”. Così, forse, non importa quanto gli agenti economici selezionino i compagni di transazioni, in una struttura di rete complessa, in cui vi sono importanti ramificazioni. Forse quando Friedman (1953) asseriva, in modo più generale, che non è importante quanto al lungo e accuratamente si tenga conto del comportamento economico degli agenti, ma quanto il nostro modello faccia accurate previsioni sulle uscite economiche delle quali ci prendiamo cura, aveva centrato l'obiettivo.

Il mercato è una struttura sociale nell'accezione più ampia possibile, spesso vi sono in esso modelli di scambio, è influenzato da connessioni extra economiche, e serve come base per il mutuo orientamento tra gli agenti economici. Il nocciolo non è che le "reti" sono qualche volta superiori ai "mercati". Piuttosto, il punto è che lo studio delle reti ci aiuta a capire meglio i fenomeni, imponendoci una visione diversa rispetto a quella che abbiamo quando guardiamo l'economia attraverso le lenti della teoria ortodossa. Allo stesso tempo, se spostiamo la nostra prospettiva per abbracciare l'economia ed un insieme più ampio di domini nei quali si interagisce come un sistema di reti, perdiamo di vista le microfondazioni dei modelli. Dopotutto, ci pare che il mercato in se stesso possa essere modellato come una rete di scambio o di mutuo orientamento. Ricerche emergenti sulle reti economiche, promettono un insieme di strumenti concettuali meglio integrato, per la comprensione del mondo sociale ed economico. Uno sguardo di insieme alle ricerche svolte finora, rivela delle domande a cui non vi è ancora una risposta, ciò implica che vi è ancora molto lavoro prima di vedere esaudite le attuali promesse.

3.2 Capitale sociale

Uno degli argomenti, il cui interesse da parte degli economisti sta progressivamente aumentando, è la comprensione del motivo per cui nazioni simili dal punto di vista della ricchezza di risorse naturali e di clemenza del clima, abbiano sistemi economici così diversi tra loro. Nel periodo antecedente al fallimento dei regimi comunisti, gli studiosi che si occupavano di economia comparativa, cercavano di appurare con certezza quale dei due tipi di organizzazione prevalente all'epoca fosse la preferibile. A partire da Adam Smith, la maggior parte degli esperti propendeva la propria scelta verso il libero mercato. Suffragati dalla teoria economica, tale meccanismo era visto come il modo migliore per conciliare le esigenze egoistiche dei soggetti in esso coinvolti con il benessere generale; era come se i ricercatori cercassero di guidare le azioni umane per servire il bene comune. L'entrata in crisi ed il successivo disgregamento delle principali economie pianificate, mentre altre si sono aperte al libero mercato, ha spostato il fulcro della discussione sull'eterogeneità dei sistemi in vita adesso, e sul perché si sia aperto uno scenario tanto ampio, pur trattandosi di strutture capitalistiche. Tralasciando la caduta del comunismo, in passato diversi economisti si sono interrogati su quale fosse il perché di tanta disparità tra nazioni che, potenzialmente, possono attingere alle medesime risorse.

La penna di tali pensatori ha così indugiato a lungo sul ruolo che le istituzioni governative hanno avuto in tale evoluzione. Sin dai giorni dell'Illuminismo, gli economisti sostennero che buone istituzioni economiche devono assicurare i diritti di proprietà, consentire alla gente di ottenere rendimenti dai propri investimenti, fare contratti e risolvere dispute. Tali sicurezze incoraggiano le persone ad investire su se stesse ed in capitale fisico, è in tal modo che si sfavorisce la crescita economica. Come scrisse Smith (1776), "in all countries where there is tolerable security (of property), every man of common understanding will endeavor to employ whatever (capital) stock he can command... In those unfortunate countries... where men are continually afraid of the violence of their superiors, they frequently bury and conceal a great part of their (capital) stock ... in case of their being threatened with any of those disasters to which they consider themselves as at all times exposed".

Ma la garanzia dei diritti è una medaglia a due facce. Da un lato, il governo dovrebbe assicurare gli investimenti dall'appropriazione da parte di altri, sotto forma di furti truffe o raggiri. Hobbes (1651) considerava il controllo dell'ordine pubblico la principale preoccupazione dello stato, definendola la guerra di tutti contro tutti. I problemi di disordine come la micro-criminalità, gli episodi di violenza a sfondo etnico, l'occupazione di edifici dismessi da gruppi di squatter e così via, continuano ad affliggere lo sviluppo degli stati moderni, non come danno economico in se stesso, ma come perdita di fiducia nelle istituzioni da parte della collettività dei possibili investitori. D'altra parte, un governo capace di proteggere la proprietà contro l'inferenza privata può esso stesso divenire il violatore e ladro. Smith si riferisce alla violenza dai "superiori"; Montesquieu (1748) è persino più esplicito: "Great enterprises in commerce are not found in monarchical, but republican governments... An opinion of greater certainty as to the possession of property in these (republican) states makes (merchants) undertake everything... Thinking themselves sure of what they have already acquired, they boldly expose it in order to acquire more... A general rule: A nation in slavery labors more to preserve than to acquire; a free nation, more to acquire than to preserve". Nel pensiero illuminista, un aspetto cruciale di garanzia dei diritti di proprietà è il controllo della dittatura. Gli stessi autori della costituzione americana realizzarono che trattare direttamente il disordine tramite un governo centrale più potente, fosse in conflitto con l'obiettivo di limitarne la sovranità. Questo intento lo si continua a rilevare negli scritti moderni. In aggiunta, studi empirici confermano la stretta relazione tra buone istituzioni e sviluppo economico. (De Soto 1989, De Long and Shleifer 1993, Besley 1995, Easterly and Levine 1997, 2003, Knack and Keefer 1995, Acemoglu et al. 2001, Rodrik et al. 2002).

Nell'ultimo decennio tra le fonti di prosperità delle economie moderne, lo studio delle istituzioni ha lasciato il campo all'idea che, tra gli altri, vi sia un altro fattore che favorisce lo sviluppo. I sociologi hanno introdotto tale concetto chiamandolo *social capital*, il quale racchiude in se sia la fiducia che il senso di comunione diffusi all'interno di un gruppo o della collettività; come concetto generale il *social capital* è stato adottato anche dagli economisti. In senso lato, più la gente ha fiducia negli altri, meglio progredisce la loro società. Per fare un esempio, nella stipulazione di contratti, maggiore fiducia potrebbe escludere la necessità di complicate contrattazioni, questo sarebbe un bel risparmio sulle commissioni degli avvocati.

L'idea che fiducia, o senso comune, possano fare una differenza tra ricchezza e povertà non si accorda facilmente con l'assunzione di base dell'ortodossia economica, che considera gli esseri umani come animali essenzialmente interessati a se stessi. Da ciò si trae un'istintiva simpatia per gli economisti comportamentali, i quali concentrano i propri sforzi sullo studio delle dinamiche tra soggetti, e pensano che questa assunzione sia stata accettata troppo acriticamente. In un articolo, Bowles e Gintis (2000), affermano che, se si tiene conto del *social capital*, gli economisti dovrebbero mettere da parte l'idea che il singolo agente sia una macchina economica esclusivamente interessata a se stessa. Le persone impiegano parte del proprio tempo libero¹², a volte anche parte di quello lavorativo, in diversi tipi di attività, dal volontariato all'appartenenza a gruppi culturali, i cui costi superano apparentemente i benefici. Ovviamente, scrivono, gli uomini sono animali sociali. Tuttavia ciò potrebbe essere spiegato facilmente, assumendo che l'individuo tragga utilità dal portare aiuto agli altri a sue proprie spese. Ma gli autori pensano che il meccanismo sia più sofisticato. Cerchiamo di delineare meglio la definizione di *social capital*, sono stati scritti diversi articoli che si occupano di definirlo ed ognuno di essi evidenziava un aspetto qualitativamente rilevante del concetto. I caratteri salienti del *social capital* si riflettono nell'osservazione dei fatti, è per questo che la sua definizione differisce da studio a studio. Portes (1998) ha sviluppato una forte critica alla letteratura su tale argomento, a causa dell'ambiguità della sua definizione. Traiamo la seguente descrizione da Fucuyama (1999), in cui sembra di scorgere molte delle intuizioni che hanno guidato questa letteratura.

Social capital può essere definito semplicemente come un insieme di valori informali o norme condivise tra i membri di un gruppo, che permettono ad un individuo di cooperare con gli altri. Se i membri del gruppo si aspettano che gli altri si comportino lealmente e onestamente,

¹² Qui si pecca forse di eccessiva generalizzazione. È indiscutibile che vi sia un aumento delle persone che si dedicano al volontariato, ma è da osservare come tra i gruppi sociali che si basano su rapporti di conoscenza, la pratica della prestazione di lavoro gratuita deve essere socialmente rilevante, altrimenti vince la logica del "chi te lo fa fare".

allora essi avranno fiducia in loro. La fiducia agisce come un lubrificante per far girare in modo più efficiente ogni gruppo o organizzazione. Ma non solo, similmente, Bowles e Gintis (2002). Generalmente il social capital si riferisce alla fiducia, in rapporto ad un membro di un gruppo, è la volontà di vivere attraverso le norme di una comunità e punire chi non le rispetta. Putnam (2000), per il quale la visione è più ampia. Il social capital si riferisce alle connessioni tra gli individui e le reti sociali nelle norme di reciprocità e fedeltà che affiorano da loro. Una società di molti individui virtuosi, ma isolati tra di loro, non è necessariamente ricca in capitale sociale.

È da sottolineare come nella generalità di queste definizioni siano mescolati aspetti tanto diversi di un unico fenomeno, e di come vi siano elencate sia caratteristiche funzionali che causali. Quando il social capital è definito come un insieme di norme o valori che facilitano la cooperazione e l'efficienza, questa è una nozione funzionale. In contrasto, quando si asserisce che il comportamento cooperativo di alcuni conduce all'aspettativa che altri lo facciano, in tale contesto la cooperazione è individualmente razionale, questa è una nozione causale. La definizione standard di social capital mischia differenti nozioni di motivazioni individuali, molti articoli criticano la notazione standard di homo oeconomicus, dicendo che il principio convenzionale delle preferenze auto indotte, non spiega il ruolo che hanno qualità come l'altruismo e l'equità, nella motivazione delle decisioni individuali.

Un'ulteriore analisi accetta il modello standard di preferenza, e implicitamente sfrutta i principi della teoria dei giochi, sottolineando come comportamenti apparentemente non razionali, lo diventino considerando il rischio delle strategie di rappresaglia nei sottogiochi.

Come esempio, prendendo degli individui inseriti in un contesto sociale, delineiamo alcuni aspetti che fanno parte dell'insieme di valori individuali, le abilità sociali di una persona. Tale concetto può includere svariate cose, come ad esempio una lunga lista di contatti, una particolare attitudine a comunicare con gli altri, o persino soltanto carisma. In quest'elenco si può includere la popolarità, in quanto può essere considerata il risultato di un investimento in relazioni personali. Gli autori vedono il social capital come qualcosa che l'individuo può costruire per sé stesso, come se si costruisse ricchezza finanziaria, risparmi o investimenti, o capitale umano, acquisendo abilità professionalizzanti ed educazione. Potremmo prendere l'esempio di un dottore, che può investire in qualcosa di più che unicamente educazione medica, iscrivendosi ad un club locale, si può acquisire una conoscenza migliore dei propri pazienti e forse incrementare il proprio reddito futuro. Glaeser, Laibson e Sacerdote (2001), trovano che l'investimento in social capital, come loro lo definiscono, ha caratteristiche simili all'investimento in finanza o capitale umano. I giovani si aspettano di unirsi a società

professionali presto, in modo da ottenere dei benefici quando saranno più anziani, sfruttando i contatti di affari maturati nel tempo, esattamente come essi fanno con i risparmi. Gli individui aumentano la propria propensione ad investire in social capital, maggiori saranno le proprie aspettative dei guadagni futuri che ne può trarre.

Ma come detto in precedenza, il social capital è un insieme di connessioni tra individui, per cui la decisione di investire non coinvolge soltanto il singolo di per se stesso, ma anche gli altri. Nel caso la gente agisca nell'interesse del gruppo al quale appartiene, altre persone possono essere incoraggiate ad entrarvi¹³, un'associazione professionale, per esempio, può ottenere migliori condizioni d'impiego, o maggiori minimi sulle commissioni da praticare, oppure l'introduzione di barriere all'entrata o l'aumento di quelle già presenti.

Un particolare aspetto che caratterizza le comunità pervase da tali dinamiche è la loro capacità di autoregolamentazione, di come affiora una struttura di governo, le cui norme non sono scritte, che risolve le dispute ed i contrasti interni. Come primo aspetto è da osservare che, in una comunità, la probabilità che i membri che interagiscono oggi, interagiranno nel futuro è alta, così vi è un forte incentivo ad agire in modo socialmente benefico oggi, per evitare rappresaglie in futuro. Secondo, la frequenza delle interazioni tra i membri della comunità abbassa in modo drastico il loro costo ed incrementa i benefici associati alla scoperta delle personalità, dei comportamenti, recenti e futuri, nonché di fare proiezioni sulle possibili azioni degli altri membri. Più facilmente si acquisisce e maggiormente si diffonde questa informazione, maggiore sarà l'incentivo dei membri della comunità ad agire di modo che risulti un beneficio per l'intera comunità. Terzo, le comunità affrontano i problemi di protagonismo dei propri membri punendo direttamente le loro azioni antisociali. Monitoraggio e punizione sono attuate dai membri di pari grado, nei gruppi di lavoro, in associazioni di merito, negli accordi di partnership, situazioni locali comuni e vicinati residenziali. Tuttavia quando ci sono significative influenze stocastiche sul livello della prestazione della squadra, i componenti hanno un benessere limitato ad attivare tali meccanismi.

Queste spiegazioni hanno in comune la peculiarità che gli individui sono visti come interessati a se stessi, ma la coesione nasce ugualmente. Per contrasto, molti scienziati comportamentali, e non economisti, hanno cercato di spiegare le comunità attraverso relazioni di altruismo, affetto, e altri motivi non egoistici. Molti di questi approcci, comunque, hanno trattato le comunità organicamente senza investigare se le sue caratteristiche di struttura siano coerenti con le convenzionali nozioni di equilibrio basate sull'azione intenzionale.

¹³ Aumentano le aspettative riguardo l'appartenenza al gruppo.

Bowles e Gintis (2001), hanno sviluppato un modello incentrato sulla teoria dei giochi in cui usando l'individualismo metodologico e l'orientamento all'equilibrio dell'economia, si sono introdotti dei motivi non egoistici, per cercare di spiegare come le comunità rafforzano tali norme, attraverso la sorveglianza reciproca, andando al di là dei tradizionali modelli dell'attore individuale.

Gli economisti sono stati a lungo combattuti su quale fosse il dominio della disciplina più appropriato, per studiare le interazioni sociali. Una visione più limitata descrive l'economia principalmente come lo studio dei mercati, una circoscritta classe di istituzioni nella quale le persone interagiscono attraverso un processo anonimo di formazione del prezzo. Una visione più allargata asserisce che l'economia è definita fundamentalmente tramite il suo concetto di allocazione delle risorse e dal principio secondo cui la gente risponde a degli stimoli, sotto forma di incentivi. In questa visione, gli economisti dovrebbero studiare appropriatamente quanto gli incentivi influenzino le interazioni sociali che coinvolgono l'allocazione delle risorse.

Nella prima metà del secolo, l'economia istituzionale, la quale pensò ampiamente, ma in modo non proficuo, alle interazioni sociali, gradualmente diede origine dalla teoria neoclassica alla teoria generale dell'equilibrio competitivo, la quale formalizzava l'analisi dei mercati competitivi ideali. Dalla prospettiva della teoria dell'equilibrio generale, le interazioni non di mercato diventavano fenomeni di scarso interesse intrinseco. Piuttosto, ci furono dei problemi di incompletezza nei mercati che impedirono all'economia di prevenire al raggiungimento di un ottimo sociale. L'economia del benessere prescriveva che le esternalità create dalle interazioni non di mercato dovessero, se possibile, essere eliminate dall'aggiustamento dei diritti di proprietà che dovrebbero permettere lo scambio per raggiungere la posizione di equilibrio.

Dall'ultima crisi, che ha portato il restringimento dell'economia terminato negli anni 70, la disciplina economica cerca di allargare il suo campo mantenendo il rigore che ha dato credibilità ai suoi metodi di analisi. I maggiori sviluppi teorici nella microeconomia, nell'economia del lavoro, e in macroeconomia hanno giocato un ruolo importante nel lancio di questa nuova fase.

Forse in microeconomia la maggiore innovazione dell'ultimo secolo, fu l'adozione della teoria dei giochi non cooperativa come un linguaggio e un insieme di strumenti per lo studio del mercato e gli altri processi di interazione. I concetti di dinamicità della teoria dei giochi sviluppati negli anni 70 e 80, rendono gli economisti capaci di descrivere e analizzare un largo campione di strutture di mercato, dando così nuova vita al campo dell'organizzazione

industriale. Una conseguenza più radicale della rivoluzione dalla teoria dei giochi, fu quando si ruppe la nitida distinzione che gli economisti avevano mantenuto tra i mercati e le altre interazioni sociali. La teoria dei giochi ha incoraggiato gli economisti a considerare i processi interattivi come giochi, con i mercati a ricoprire il ruolo di casi particolari. Il risultato è stato che, negli ultimi anni, gli economisti teorici hanno studiato tali fenomeni come l'evoluzione di norme sociali, allontanandosi dall'economia tradizionale.

Il secondo fondamentale sviluppo, fu la trasformazione dell'economia del lavoro da un campo strettamente connesso al rapporto prestazione lavorativa contro pagamento di un prezzo, in uno largamente concernente la produzione e le decisioni distributive delle famiglie (per esempio, Becker 1991). I moderni economisti del lavoro studiano un ampio gruppo di comportamenti delle famiglie, che prima gli economisti pensavano fossero marginali o fuori dal dominio della disciplina; matrimoni e fertilità, educazione e cure mediche, assunzione di droghe e attività criminale, donazioni e lasciti. Molte delle ricerche sull'economia del lavoro su questi soggetti hanno visto la famiglia come una singola entità massimizzatrice dell'utilità, questo semplificando le complesse interazioni che vi sono tra i membri che la compongono. Una considerevole parte della ricerca, usa la teoria dei giochi non cooperativa per modellizzare le famiglie, assimilandoli a gruppi i cui membri potrebbero avere differenti obiettivi.

Un terzo importante sviluppo fu l'emergere in macroeconomia di una teoria della crescita endogena. Considerato che la teoria della crescita classica assumeva che l'economia iniziasse una fase di crescita in base ad uno shock positivo, principalmente legato all'innovazione scientifica, la tecnologia di produzione disponibile era pensata esogena. Invece la teoria della crescita endogena, presuppone che la tecnologia odierna possa derivare dagli anteriori investimenti in capitale umano o in ricerca e sviluppo, i quali potrebbero essere stati influenzati dai precedenti risultati dell'economia. La teoria della crescita endogena ha anche stimolato studi, che si proponevano di calcolare quale fosse il rendimento, trasportato su più periodi, dell'investimento nella produzione di capitale umano. Si fa principalmente riferimento al sistema scolastico, e quali siano le caratteristiche basilari per garantire un buon livello di apprendimento. Nuove ricerche sulla crescita macroeconomica mostrano una connessione con l'esternalità prodotta dalle interazioni sociali, che era assente nella teoria della crescita classica.

L'allargamento della teoria economica ha coinciso con nuove ricerche empiriche fatte dagli economisti sulle interazioni sociali. Sfortunatamente, la letteratura empirica non ha mostrato molti progressi. Un problema è rappresentato dalla scarsità di concetti chiari nella letteratura

empirica. Gli economisti empirici dovrebbero ereditare il gergo dai sociologi e dagli psicologi sociali, e dire che loro stanno studiando le influenze tra pari, gli effetti di prossimità, capitale sociale, o qualche altro concetto. Ancora le analisi empiriche non riescono comunemente a definire questi concetti con precisione, e spesso spiegano solo in modo contorto i risultati delle interazioni studiate. Molti studi mantengono una limitata relazione con la teoria economica, piuttosto cercano solo di determinare una qualche relazione statistica tra le esperienze di differenti persone, indicando la presenza di qualche caratteristica nascosta dalle interazioni tra di loro.

Il secondo, più fondamentale problema, è l'intrinseca difficoltà di trarre una conclusione univoca dai dati che gli economisti comunemente utilizzano nello studio sulle interazioni sociali. La tecnica prevalentemente usata è quella di provare a desumere la presenza delle interazioni, osservando l'output di un campione di popolazione di interesse. Ma gli stessi output osservati, potrebbero essere generati da molti processi di interazione differenti o, forse, da processi messi in atto dagli individui isolatamente. Quindi i risultati degli studi empirici sono spesso aperti ad una, non confortante, ampia gamma di interpretazioni.

La debolezza delle ricerche empiriche sulle interazioni sociali dovrebbe essere un motivo di interesse, sia per l'economisti concentrati sulla politica, che per quelli concentrati sulla teoria. Forse concentrare gli sforzi sul miglioramento delle tecniche di analisi empirica potrebbe aiutare a superare i suoi punti deboli, ed ad avvicinare la teoria alle classi di interazioni con le quali si confronta l'ambiente reale.

3.2.1 Interazioni sociali in economia

Economicamente gli agenti sono concepiti principalmente come prenditori di decisioni dotati di preferenze, che si formano aspettative, e fronteggiano contrasti. Le preferenze sono formalizzate tramite le funzioni di utilità, le attese attraverso delle distribuzioni di probabilità soggettive, ed i contrasti attraverso degli insiemi di scelta. Gli economisti normalmente assumono che gli agenti massimizzino la propria utilità attesa, ma noi non servirebbe questo grado di specificità per la discussione attuale.

In termini economici gli agenti sono le unità che interagiscono con altre unità nel loro ambiente, la nozione di agente abbraccia la persone, le imprese e altre entità come le organizzazioni no-profit ed i governi. La caratteristica essenziale di un agente economico non sta nella sua forma fisica, ma piuttosto nel suo stato di prenditore di decisioni.

Partendo dalla domanda sul modo in cui un'entità sociale interagisce nel suo ambiente, il concetto di agente come prenditore di decisioni ci conduce ad una semplice risposta; gli

agenti interagiscono attraverso le loro azioni di scelta. La scelta di una azione da parte di un agente può determinare le azioni degli altri agenti attraverso tre canali: contrasti, attese e preferenze.

I mercati in cui il prezzo è un dato sia per i consumatori che per le imprese, formano il classico disegno economico di interazioni contrastanti. Le decisioni dei consumatori e delle imprese di domandare e di fornire beni, sono legate collettivamente a determinare il prezzo, il quale fissa i vincoli che sopportano i consumatori nel processo di acquisto.

Un'altra forma familiare di interazione è ravvisabile nel principio di congestione, il quale potrebbe verificarsi quando diversi agenti condividono una comune risorsa. Considerando che l'analisi di mercato ipotizza che gli agenti siano dotati di una quantità di moneta per acquistare dei beni al prezzo di mercato, l'analisi di congestione spesso immagina gli agenti dotati di un tempo massimo, nel quale devono scegliere tra attività che consumano tempo. Il costo di tempo di alcune attività dipende dal numero di agenti che le scelgono; l'uso delle strade, la connessione ad internet e le cene al ristorante, possono esserne alcuni esempi. La decisione da parte degli agenti, di impegnarsi in questa attività collettivamente, determina il loro costo in termini di tempo, il quale determina l'insieme di attività che sono disponibili alla scelta dei consumatori.

Mercati e congestione sono esempi che cercano di spiegare le interazioni contrastanti negative; più gli agenti scelgono un bene o un'attività, meno esso è disponibile agli altri. Questo tipo di dinamica, pur essendo molto comune, non esclude che, in processi diversi, le decisioni prese dagli agenti di impegnare i propri sforzi in ricerca e sviluppo, possano generare interazioni contrastanti positive. L'investimento in ricerca e sviluppo aumenta le capacità produttive degli agenti che lo perseguono, nell'interazione con gli altri agenti, se i risultati sono di dominio pubblico, gli sviluppi di un agente aumentano il know-how di tutto il settore¹⁴.

L'analisi economica suppone che un agente qualsiasi, fronteggiando un problema decisionale, si formerà delle aspettative sui risultati che seguiranno alle possibili scelte di azione differenti. Un individuo regola le proprie aspettative cercando di trarre insegnamento dalle azioni passate e dall'osservazione dei risultati sperimentati dagli altri. Alcuni studi partono dal presupposto che soltanto le azioni siano osservabili, mentre altri assumono che lo siano sia le azioni che le conseguenze. In generale, gli economisti hanno assunto che gli agenti non osservano direttamente le attese dei membri del gruppo. In ogni caso, l'apprendimento imitativo genera interazioni di aspettativa, tali interazioni pervadono il sistema informativo

¹⁴ Cosa ben più ardua è stabilire quanto lo scambio di informazioni amplifichi i successi della ricerca.

dell'economia moderna. È di centrale interesse comprendere i processi di interazione degli agenti, che presumono sia disponibile una qualche forma di informazione privata, ad un ristretto gruppo di agenti all'interno del mercato. Un tema ricorrente è che l'osservazione delle azioni di scelta può rivelare la presenza di informazione privata; per esempio l'acquisto di un'assicurazione sanitaria potrebbe rivelare lo stato di salute del sottoscrittore, mentre l'accettazione di un'offerta di lavoro potrebbe rivelare le abilità di un lavoratore. Questi temi acquistano particolare forza dalla teoria dei mercati efficienti, poiché, in quel caso, i prezzi contengono in se, oltre alla remunerazione dei fattori produttivi, il costo dell'informazione privata relativa agli attori del mercato.

La rivelazione statistica è un'interazione di informazione. Un impiegato che osservasse le prestazioni di lavoro degli individui che compiono un lavoro, con dei metodi demografici, potrebbe usare questa informazione per prevedere che prestazioni avrebbe un gruppo omologo, su un nuovo lavoro che ha caratteristiche simili. Una compagnia di assicurazione potrebbe utilizzare rilevazioni simili, prendendo i dati da un campione significativo di richieste di rimborso, per fare delle proiezioni su quale potrebbe essere il loro andamento in futuro.

Gli economisti non sono unanimi nell'osservare che le interazioni di aspettativa siano un importante soggetto di studi. Una larga parte dei moderni analisti economici presume che gli agenti abbiano aspettative razionali, in cui le credenze soggettive degli agenti riguardo gli eventi futuri, sono la migliore previsione possibile data dall'informazione disponibile. I ricercatori, assumendo che le aspettative siano tipicamente razionali, non cercano di spiegare come gli agenti giungano a formare tali previsioni ottime. Questa questione fondamentale, che è confinata soltanto in un relativamente piccola area letteratura, cerca di identificare quando i processi di apprendimento imitativo genereranno o meno aspettative razionali.

C'è ragione di pensare che molti processi di apprendimento imitativo non generino aspettative razionali. Supponiamo che i giovani si formino aspettative di guadagno futuro, in base alle proprie scelte scolastiche, riscontrando i medesimi problemi che incontrano gli economisti del lavoro quando studiano i rendimenti della scolarizzazione. Perfino la letteratura in tale campo è in continuo dibattito riguardo la credibilità delle varie assunzioni e spesso sorgono disaccordi sui risultati. Ma poiché i ragazzi non sono degli esperti, ed una scelta la devono pur fare, è plausibile che parte delle informazioni disponibili non siano razionali, per cui il processo imitativo amplifica le preferenze soggettive piuttosto che i ragionamenti razionali.

Le interazioni di preferenza si riscontrano nel caso in cui, le preferenze di un agente riguardo un'alternativa di scelte dipendano dalle scelte compiute dagli altri agenti. Per farci un'idea,

potremmo ricondurre questo concetto al conformismo, o alla gelosia, o al paternalismo. La teoria neoclassica del consumatore ha respinto a lungo tali idee, in favore dell'ipotesi che gli agenti abbiano cura soltanto dei propri consumi, o forse solo dei consumi dei propri familiari. Ma tali influenze sono prese in esame quando l'obiettivo si sposta dalla visione globale, per occuparsi di descrivere i soggetti coinvolti.

L'interazione di preferenza sta alla base della teoria dei giochi non cooperativa. Il modello standard considera un insieme di agenti i quali simultaneamente scelgono di agire, ognuno con un proprio insieme di scelte. L'utilità che ogni individuo riceve, dipende dalle scelte intraprese dagli altri. Quindi l'ordine di preferenza degli agenti, rispetto al suo insieme di alternative, dipende dalle azioni scelte dagli altri.

Un esempio che può essere fatto di questo meccanismo, è la formazione della convenzione di guida, in assenza di una legge stradale. Ogni guidatore sceglie tra due alternative, guidare a destra o a sinistra della strada. L'utilità di guidare su una parte o sull'altra, chiaramente dipende dalle scelte fatte dagli altri piloti che condividono la stessa strada.

L'analisi di queste interconnessioni, diventa un compito arduo e forse dispersivo, se compiuta solo descrivendo comportamenti generali, pur suffragati da esempi riconducibili alla realtà. Per questo motivo la ricerca si avvale di un cospicuo numero di strumenti, che facilitano la rilevazione, il trattamento e l'esposizione dei dati. La diffusione della fruibilità di migliori tecnologie amplia la gamma di strumenti a disposizione, pur essendo simili gli scopi di modellizzazione, i nuovi modi per studiare l'economia paiono più fedeli di altri nel descriverne i processi di interazione tra individui.

3.2.2 Analisi econometriche dei mercati.

La teoria dell'equilibrio nei mercati competitivi è stata ben sviluppata nel secolo passato, ma i relativi problemi di corrispondenza empirica tra domanda e offerta, sono sorti soltanto nella seconda parte del secolo scorso. Il risultato centrale questa volta fu che l'osservazione di un prezzo e di una quantità di equilibrio non sono sufficienti a dipanare le interazioni di mercato tra consumatori e imprese che vi hanno portato, perfino sapendo a priori che domanda e offerta sono funzioni lineari¹⁵. La ragione è che le osservazioni del prezzo e della quantità in equilibrio rivelano soltanto che domanda e offerta si intersecano in quel punto. Innumerevoli funzioni non lineari si intersecano in diversi punti dati. Alcune ulteriori informazioni

¹⁵ La teoria economica non dà motivo di pensare che domanda e offerta siano funzioni generalmente lineari. Nondimeno, era ragionevole per i primi econometristi iniziare con lo studio di modelli lineari, poiché essi sono relativamente semplici da analizzare.

prioritarie sono necessarie se si vuole distinguere tra un equilibrio di domanda e offerta ed un altro.

Questa ulteriore informazione può prendere svariate forme, ma il requisito essenziale è bene espresso nell'idea familiare di esclusioni restrittive; che è, una conoscenza a priori che alcuni fattori hanno effetto sull'offerta, ma non la domanda, mentre altri sulla domanda ma non l'offerta. Gli economisti devono diventare ben consci che esclusioni restrittive credibili o altre assunzioni identificative sono in pratica sfuggenti. Così, la letteratura econometrica sulla identificazione di sistemi di equazioni lineari, ha fatto apprezzare agli economisti la sottigliezza dell'interesse sulle interazioni sociali. Ma, da quando mezzo secolo fa si è manifestata tale tendenza, il progresso dell'analisi econometrica strutturale si è dedicato alla codificazione di sistemi di equazioni sia lineari che non. Una parte degli studi, derivanti dalle precedenti restrizioni dell'analisi empirica per l'impostazione di mercato, che può ragionevolmente essere rappresentata attraverso un sistema di equazioni lineari, è stata soppiantata dal risultato dello sviluppo dei metodi econometrici per la stima di modelli non lineari dei comportamenti del consumatore e dell'impresa.

I moderni sviluppi nei metodi econometrici non riescono a risolvere il problema di identificazione di base con cui gli economisti hanno a lungo fatto i conti. L'osservazione delle transazioni di mercato rivela così alcune caratteristiche peculiari nel comportamento del consumatore e dell'impresa. Oggi, come 50 anni fa, le ricerche di econometria strutturale interpretano i dati sulle transazioni con l'aiuto di ipotesi restrittive e attraverso le lenti di specifici modelli standard del comportamento di consumatori e imprese, scelti in larga parte per la loro trattabilità. Per cui i risultati empirici degli studi odierni, sono credibili quanto le particolari ipotesi restrittive e le assunzioni imposte per costruire il modello.

Le moderne ricerche empiriche possono analizzare una grande gamma di interessanti interazioni di mercato, ma solo nei casi in cui sia lecito mantenere forti assunzioni, le quali potrebbero essere difficilmente motivabili. La conclusione ha lasciato i ricercatori divisi tra coloro che sostengono l'oggettività dell'analisi economica delle interazioni di mercato e chi continua a riportare risultati, mentre riconosce che le assunzioni prese possono indebolirne la credibilità.

3.2.3 Interazioni di comportamento all'interno di un gruppo.

Nonostante le loro difficoltà, sia l'econometria e le analisi sperimentali dei mercati, che la teoria dei giochi, puntano ad analizzare ben definite forme di interazioni sociali. Un obiettivo

comune è stato di capire se alcuni processi di interazione, possono spiegare come gli agenti appartenenti ad uno stesso gruppo tendono a comportarsi in modo simile.

Analizzando i risultati descritti, diversi scienziati sociali hanno ipotizzato che questa regolarità empirica, sia dovuta ad un tipo di interazioni nelle quali la propensione di un agente a comportarsi in una certa maniera, varia positivamente con la prevalenza di questo comportamento nel gruppo. Tale interazione può essere chiamata “norma sociale”, “influenze di pari”, “effetto vicinanza”, “conformità”, “imitazione”, “contagio”, o “epidemia”, come in, Hyman (1942), Merton (1957), Granovetter (1979). Qualche volta è stato ipotizzato che similitudini nei comportamenti siano dovute interamente ai processi operativi a livello individuale, per esempio, Jencks e Mayer (1989) descrivano un lungo dibattito sulla natura dell’effetto vicinanza.

Smembrando il fenomeno nelle sue componenti basilari, la ricerca empirica ha cercato di distinguere tra tre tipologie di interazione:

1. interazioni endogene, dove la propensione di un individuo a comportarsi in un qualche modo varia con il comportamento del gruppo;
2. interazioni contestuali, dove la propensione di un individuo a comportarsi in un qualche modo varia con le caratteristiche esogene dei membri del gruppo;
3. effetti correlati, dove gli individui di uno stesso gruppo tendono a comportarsi in modo simile, poiché essi hanno caratteristiche individuali simili o vengono da ambienti simili.

Le interazioni endogene e contestuali, esprimono distinti modi in cui gli agenti possono essere influenzati dal loro ambiente sociale, mentre gli effetti correlati esprimono un fenomeno non sociale. Prendiamo ad esempio, il rendimento scolastico di uno studente. C’è un’interazione endogena se, rimanendo immutati gli altri parametri, il rendimento individuale tende a variare con il rendimento medio della classe a cui appartiene, del gruppo etnico, o altri gruppi di riferimento. C’è un’interazione contestuale se la resa tende a variare con la composizione socio economica del gruppo. Ci sono effetti correlati se i giovani, appartenenti alla stessa scuola, tendono a raggiungere simili rendimenti perché essi condividono gli stessi insegnanti, o per storie familiari simili.

Distinguere tra interazioni endogene, interazioni contestuali, ed effetti correlati è importante poiché tali ipotesi implicano differenti previsioni riguardo gli esiti degli interventi di pubblica utilità. Consideriamo, per esempio, un intervento in ambito scolastico, che fornisca assistenza ad alcuni studenti della scuola, ma non ad altri. Se la resa individuale è correlata a quella degli altri studenti nella scuola, un programma di assistenza efficace, non fornirà soltanto aiuto

diretto agli studenti, ma l'aumento del loro rendimento, indirettamente aiuta tutti gli studenti della scuola, con un circolo virtuoso che amplifica gli sforzi del programma di assistenza. Le interazioni contestuali e gli effetti correlati, non hanno tali feedback.

Capitolo 4.

Descrizione e commento della simulazione

4.1 Commento al modello

Nel progettare la nostra simulazione, abbiamo cercato ispirazione in una visione analitica dei protagonisti del mercato concorrenziale e dei loro bisogni, tentando di delineare alcuni tratti che ritenevamo avere un qualche significato. Da tale contesto è risultata una descrizione del mercato modellizzata, popolata da agenti che rappresentano uno schema semplificato della realtà, in cui vi sono quei bisogni e quelle reazioni che a nostro parere possono innescare le interazioni del modello.

Nella simulazione abbiamo cercato di tenere conto della possibilità, da parte delle imprese, di influire su alcune componenti dell'ambiente circostante. Le reali caratteristiche su cui le aziende hanno una qualche forma di influenza, possono essere delineate seguendo il criterio del potere che l'amministrazione ha su di esse. In questo modo si possono tracciare due grandi aree di influsso, la prima chiamata micro-ambiente, in cui sono inseriti gli aspetti controllabili e parzialmente controllabili dall'impresa, ed una seconda denominata macro-ambiente, in cui l'azienda non può esercitare forme di controllo. Era nostra intenzione fare in modo che i venditori della simulazione si trovassero in una situazione analoga. Secondo la letteratura le variabili su cui un'impresa può esercitare un controllo diretto sono il prodotto, il prezzo, la distribuzione, la promozione, il processo produttivo e la preparazione del personale; mentre può agire parzialmente e con incertezza sulle preferenze dei clienti, sui rapporti con i fornitori, sulle strategie dei concorrenti e sui costi di intermediazione. Ai nostri agenti abbiamo consentito di agire sul prezzo, come variabile protesa verso l'esterno, ed in parte sui costi; non ha alcuna influenza sugli altri aspetti tranne che sui fornitori, con cui il "contratto" prevede rendimenti di scala crescenti se l'esercizio è favorevole. Il singolo agente non può influire sul macro-ambiente, variabili come demografia, ambiente sociale, cultura e tradizioni, ambiente economico, tecnologia, ambiente politico e legislazione, ambiente naturale, struttura della concorrenza, sono correlate al comportamento aggregato della simulazione per intero. Ci limitiamo ad osservare l'evoluzione di alcuni dei precedenti aspetti, in particolare l'ambiente

economico e la struttura della concorrenza, traendoli dai dati complessivi del modello, non abbiamo contemplato evoluzioni per le rimanenti caratteristiche.

Inoltre si è cercato di limitare le capacità dei consumatori a semplici confronti, inserendo in loro aspettative e rendendoli influenzabili da parte di messaggi informativi che, per semplicità, abbiamo ritenuto forti.

4.1.1 I venditori

Una delle due popolazioni di agenti è quella destinata a fornire sul mercato il bene di consumo all'altra popolazione. Chiamiamo questo l'insieme dei venditori. Ogni venditore è caratterizzato da una serie di dati iniziali che rappresentano dei costi, che gli sono forniti alla partenza della simulazione, quando il programma crea la popolazione. I parametri su cui l'agente compie le sue scelte sono: il costo del capitale, il costo del lavoro, il costo variabile di approvvigionamento, determinato in base alla quantità di beni che l'agente ha alienato il periodo precedente e che crede di poter vendere in quello successivo, e da un dato che rappresenta l'investimento iniziale per iniziare l'attività produttiva. Nei passi successivi della simulazione, le variabili che l'agente utilizza sono tutte endogene; la sua conoscenza è limitata al confronto tra il budget attuale ed il budget precedente, ed alla quantificazione delle scorte. Il venditore compie questo ragionamento, se ciò che ha guadagnato, quando ha ceduto i beni riforniti la volta precedente, è superiore a ciò che può investire ora, allora si ha un ricavo corrente negativo, che può derivare da due situazioni, prezzi troppo bassi, oppure scorte invendute. Per fronteggiare tale situazione prima confronta le quantità vendute, dopodiché agisce sul prezzo, alzandolo in caso di mancanza di scorte, viceversa abbassandolo. La riduzione, o il rialzo, è decisa casualmente tra lo 0% ed il 10%, la percentuale è stata fissata in modo arbitrario e non controllando il prezzo di mercato. In ogni caso l'agente in questione riduce il proprio salario. Non è data la possibilità di trarre informazioni sulla concorrenza per non innescare un processo convergente artificioso e lasciare la diffusione dell'informazione alla popolazione dei consumatori, ciò non toglie che lo studio della concorrenza sia una fase cruciale nella definizione di una strategia per le imprese.

Invece se il venditore si trova nella situazione opposta, con dei ricavi operativi positivi, gli si aprono davanti più strategie: non modificare i prezzi, aumentarli per avere maggiori ricavi o aumentare la propria remunerazione. In questo caso gli agenti decidono casualmente come comportarsi, ma la prima opzione ha una probabilità maggiore di verificarsi rispetto alle altre due, poiché è più plausibile che in una fase congiunturale positiva si lascino procedere le cose

senza interferire. In seguito, dopo aver manipolato o meno il prezzo, il venditore acquista nuovi beni con il budget corrente e li immette sul mercato assieme alle eventuali scorte.

I nostri agenti hanno dunque come obiettivo il profitto, ma non essendoci differenze tra i venditori, né sotto il profilo della qualità dei beni proposti, né di politiche di distribuzione¹⁶, né di investimento in promozione, né di addestramento del personale o di ambiente di vendita. Per differenziarli e per consentir loro di competere, il solo mezzo che noi abbiamo predisposto nel modello, è la capacità di agire sul prezzo del prodotto. La composizione tra la spinta al profitto e la politica di prezzo interagisce con la risposta del mercato, in termini di quantità acquistata, così da premiare in base al profitto il singolo venditore con la diminuzione dei costi variabili, innescando un circolo virtuoso che si auto-limita tramite le politiche attuate dai concorrenti.

Questo meccanismo di sviluppo consente di introdurre uno sbarramento all'evoluzione dei venditori. Nel caso in cui l'attività economica diventi non profittevole il modello elimina l'agente dalla simulazione. I criteri che abbiamo adottato sono due, il caso in cui il reddito del distributore si riduca a zero, indica una fase di recessione particolarmente lunga che non permette di continuare l'esercizio. Mentre il secondo prende in esame la liquidità, quando questo valore diventa negativo e supera in valore assoluto il budget investito, tutti gli impieghi sono finanziati dal debito, abbiamo preso questo aspetto come una posizione non sostenibile. Se nel momento di prendere le decisioni sull'andamento della gestione si verifica una delle due ipotesi menzionate sopra, il venditore è escluso dal mercato.

Infine una nota tecnica occorsa durante la realizzazione della simulazione. Il modello consentiva ad ogni agente vendere una quantità di bene solo se il consumatore vi capita sopra, ciò poteva avvenire al massimo una volta ogni periodo, parallelamente i venditori compivano decisioni sulla gestione ogni tot periodi, es. 100, ciò vuol dire che ognuno di loro poteva vendere un numero massimo di beni pari alla lunghezza del periodo di esercizio, es. max 100. Questa era una grossa limitazione, poiché la suddetta quantità poteva non essere sufficiente a rendere remunerativo l'esercizio ed indurre un falso impulso alla riduzione del prezzo, causata non da scarsa domanda, ma da impossibilità di accesso dei consumatori ai punti vendita (in una prova max 96). Tale limitazione è stata eliminata come descritto in Appendice B.

4.1.2 I consumatori

La seconda popolazione di agenti è quella deputata al ruolo di sciame di consumatori. L'azione principale che i consumatori eseguono ogni periodo è muoversi, dalla posizione in

¹⁶ Ogni punto vendita rappresenta un unico venditore.

cui risiedono in quell'istante, ad una casuale in una delle otto celle adiacenti a quella attuale. In seguito i loro atti sono innescati dai tipi di agenti che incontrano nel loro vagare. A seconda che il consumatore si imbatta in un agente del suo stesso gruppo o in un venditore, le sue reazioni sono differenti. Se l'incontro avviene tra un consumatore ed un venditore si avvia il processo di acquisto. In questa fase bisogna discriminare tra due tipi di acquisto, quando il consumatore è inesperto e quando può contare sulla sua esperienza. In tale modello per consumatore inesperto si intende un agente che, non avendo ancora eseguito nessun acquisto, non dispone dell'informazione relativa ai prezzi che il mercato offre. Quando un consumatore inesperto incontra un venditore, l'unica sua opzione è quella di comprare al prezzo offerto. Invece, se ad incontrare un venditore è un consumatore che ha già acquistato almeno una volta, il processo si complica e le opzioni diventano due, acquistare o meno da quel venditore¹⁷. La decisione viene presa in base al prezzo, se il prezzo proposto dal venditore incontrato è minore, o uguale, dei prezzi incontrati in precedenza, l'agente acquista, altrimenti passa oltre. Quando si studiano i consumatori non si considera solo l'aspetto del costo del bene che si vuole comprare, esistono molti aspetti che, più o meno consapevolmente, un cliente valuta durante la scelta di un prodotto, tra questi vi è la qualità del bene, la sua disponibilità nel mercato, l'aspetto con cui è presentato il bene e quello del punto vendita, la garanzia che il nome del produttore dà al bene e l'approvazione sociale che porta con sé. Tale elenco rappresenta solo una parte degli aspetti coinvolti nel processo decisionale.

Per rendere più flessibile questo meccanismo e per aggiungere un aspetto più aderente alla realtà nel modello, abbiamo inserito il costo opportunità dei consumatori. Se un consumatore, dopo aver acquistato almeno una volta, impiega molto tempo a trovare un nuovo prezzo accettabile, il modello tiene conto del tempo passato e lo traduce in un costo funzione del reddito dell'agente stesso, in modo tale che il costo opportunità sia trascurabile per i redditi bassi ed influisca sulle decisioni di acquisto per quelli alti. Con l'inserimento di tale accorgimento può sembrare che si parta da un'ipotesi di perfetta conoscenza da parte degli agenti del proprio costo opportunità, in realtà non è stata formulata in questi termini, ma ci permettiamo di ipotizzare che una stima della preziosità del proprio tempo sia pratica usuale tra la gente. Probabilmente la valutazione precedente soffre molto spesso di sopravvalutazione, ma rappresenta un concetto che sembra presente, in modo non chiaro, nei processi decisionali dei consumatori. Un secondo risvolto che appartiene a quest'aspetto è il prezzo relativo al reddito del compratore del bene oggetto dell'acquisto. Quest'affermazione scaturisce dall'osservazione del tempo medio in cui i consumatori prendono decisioni relative

¹⁷ Non se acquistare o meno, se acquistare da quel venditore o da un altro. Il consumatore deve acquistare comunque, il problema è a che prezzo.

Nel modello con capacità di vendita massima pari a 1 bene ogni periodo, lo scambio di merce avveniva solo nel caso in cui il consumatore si fosse trovato in esatta corrispondenza del venditore, visivamente si notava l'agente contraddistinto da un quadratino verde sparire sotto un quadratino blu, mentre nel modello con la possibilità di vendere 9 volte di più, questo tipo di incontro tra agenti può avvenire anche nei settori adiacenti il venditore.

Compra	Compra	Compra		
	Compra	Compra	Compra	
	Compra	Compra	Compra	

¹⁹ In tali circostanze il modello non tiene conto del costo opportunità, poiché si presume che l'informazione sia conveniente finché non viene controllata.

consumatore ripete il processo di acquisto, per cui non è detto che scambi con il venditore, lo farà solo se sarà conveniente.

La quantificazione di un aspetto impalpabile come la felicità, ci è stata suggerita da una caratteristica dei consumatori. Alcune volte le persone acquistano prodotti non con lo scopo primario di soddisfare il bisogno per cui quel bene è stato progettato, ma per godere del presunto prestigio che quell'oggetto, o servizio, porta al cliente. È immaginando un mercato in cui vi sia la necessità di approvazione sociale che abbiamo inserito la variabile felicità, ma tale dato non è stato usato per compiere calcoli, che a nostro parere non avrebbero avuto riscontri rigorosi, bensì per confrontare gli agenti cercando di inserire un aspetto che contiene un qualche grado di realismo.

Oltre alla felicità vi è un altro aspetto che subisce l'effetto degli avvenuti acquisti, tale è il reddito dei consumatori. Ogni agente riceve dal modello un certo valore, che rappresenta, all'interno della simulazione, la sua dotazione di moneta. Il processo casuale che genera la serie, tiene conto di un livello massimo e di uno minimo tra cui scegliere il risultato, i valori compresi nel range indicato hanno tutti la medesima probabilità di essere estratti, probabilmente le dinamiche finali delle curve risultanti dal modello cambierebbero se si usassero diverse distribuzioni di probabilità, ma il modello funzionerebbe ugualmente. Periodicamente²⁰ la dotazione iniziale di fondi ai consumatori viene rinnovata, durante il processo di aggiornamento il valore residuo della dotazione precedente è salvato in una variabile di servizio, per essere aggiunto in seguito al valore ripristinato del reddito. In questo modo può essere tenuto conto dei risparmi non consumati nei periodi precedenti. Nel modello con capacità di vendita ridotta non vi era necessità di aggiornare il reddito dei consumatori, poiché la limitata offerta non esauriva le loro disponibilità liquide.

Il cospicuo numero di aspetti che gravitano intorno alle decisioni di acquisto dei consumatori, la varietà dei beni disponibili e l'interazione tra di loro rende la dinamica dell'evoluzione dei consumi l'aspetto maggiormente scrutato tra le economie moderne, sia poiché è un segnale di buona salute per l'economia, sia perché una previsione attendibile sul suo andamento potrebbe aiutare a fronteggiare momenti di crisi. Questo tipo di approccio potrebbe fornire dati utilissimi, ma sfortunatamente si rivela un'impresa molto ardua e spesso infruttuosa. Diffondere un'accurata previsione porterebbe alla formazione di un'opinione diffusa, la quale può portare ad anticipare o a vanificare l'esito dell'anticipazione.

²⁰ Ogni 2 periodi di osservazione dei venditori.

4.1.3 L'interazione tra agenti, ovverosia lo scambio

Immaginiamo di dividere il processo di scambio in alcune sue parti fondamentali, l'oggetto, i soggetti, il canale e le informazioni accessorie. Nel modello sono stati predisposti due canali di scambio; il primo, e principale, è l'atto di compravendita tra i due diversi gruppi, senza il quale non ci sarebbe il mercato. Il secondo, realizza uno scambio informativo diretto tra gli agenti della popolazione dei consumatori.

Lo scambio economico di beni o servizi contro un valore pecuniario detto prezzo, è la vendita, come si realizza tale incontro nel modello è stato descritto in precedenza. I mercati odierni sono lo specchio dell'evoluzione del pensiero e del sistema produttivo dell'umanità. Questa interazione tra soggetti è alla base della simulazione, poiché dal suo realizzarsi o meno si sviluppano evoluzioni estremamente diverse tra loro. Persino in una simulazione semplificata come la nostra la conclusione di uno scambio di questo tipo è un procedimento complesso. In questo caso l'oggetto dello scambio è il bene, i soggetti coinvolti sono un agente della popolazione dei venditori ed uno di quella dei consumatori, il canale è l'incontro diretto e i benefici sono l'incasso del prezzo per il venditore e la gratificazione per il consumatore. Prima di formalizzare l'acquisto, il consumatore "si informa" sul prezzo che propone il venditore, dopodiché lo confronta con gli ultimi prezzi che gli sono stati proposti, verifica la disponibilità di denaro ed infine acquista. La quantità scambiata è sempre unitaria, gli agenti non possono acquistare più di una unità di bene per volta.

Il processo con il quale vi è lo scambio di informazioni tra consumatori è simile al precedente. In questo caso l'oggetto dello scambio è l'informazione sull'ubicazione di un venditore, i soggetti coinvolti sono due consumatori, il canale è il contatto, mentre il beneficio è diverso per uno o per l'altro, l'agente che riceve l'informazione considera colui che la fornisce in una posizione sociale migliore rispetto alla propria, ricompensando il datore dell'informazione con la conferma del suo status. Se durante lo spostamento alla ricerca di un venditore, nelle otto caselle adiacenti, si trova un altro consumatore i due agenti confrontano le rispettive felicità, chi ha il valore più basso, il meno felice, chiede dove può trovare le migliori condizioni di acquisto per recarvisi al fine di comprare. In questo procedimento vi è il passaggio di due tipi di informazione, il dato sull'ubicazione spaziale del punto vendita e la formazione di un'aspettativa positiva riguardo la propria felicità futura.

4.1.4 Influenze tra agenti

Una parte fondamentale del modello è la comunicazione tra gli agenti, allo scopo di diffondere nel mercato l'informazione disponibile (prezzi e luogo del distributore). Per renderla possibile, abbiamo inserito dei metodi che cercano di riprodurre uno dei più consueti modi con cui i consumatori formano le proprie aspettative sugli acquisti futuri, il passa parola. Con questo sistema, operiamo in maniera che i consumatori ricevano informazioni sui prezzi da altri consumatori maggiormente soddisfatti. Nei mercati reali le interazioni tra consumatori sono considerate di grande importanza, per cui qui ipotizziamo che tale maniera di trarre informazione la renda forte ed imperativa. Sorvolando sugli altri metodi di scambio di informazioni realmente utilizzati nei mercati di beni, eleggiamo come unico modo in cui i consumatori possono accedere alle informazioni sui prezzi dei venditori, il passa parola (Word of Mouth). Innanzitutto analizziamo l'evoluzione del modello impedendo ai nostri consumatori di interagire tra loro. La prima evidente differenza è la disposizione che gli agenti occupano nel mondo, pur iniziando da una posizione casuale simile ad ogni esperimento, non si verificano fenomeni di concentrazione, ogni agente vaga in una limitata area del mondo, pur avendo spazio illimitato rispetto al suo sistema di riferimento²¹. Mentre, attivando il sistema di comunicazione, si vedono gli agenti che pian piano si concentrano in prossimità di alcuni venditori, ma, col passare del tempo, non stazionano fermi nelle loro posizioni, piuttosto si assiste ad un lento dirigersi dei consumatori da un venditore ad un altro. Alcuni venditori sono di moda, altri sono snobbati, in seguito le parti si invertono. Questa dinamica si rivela utile al modello quando, nelle fasi avanzate, la scomparsa di un venditore porterebbe anche all'esclusione dei suoi clienti dal mercato, invece, in modo non istantaneo, i consumatori si ridistribuiscono su altri venditori.

Continuando l'osservazione dell'esperimento, mantenendoci in un contesto di movimento casuale, l'aggiunta del costo opportunità, fa diventare appetibile ognuno dei prezzi che l'agente incontra sul suo cammino. Poiché il tempo che trascorre fra l'incontro di un consumatore ed un venditore con il successivo, si allunga notevolmente senza indicazioni, il consumatore è disposto ad accettare prezzi più alti di quelli che accetterebbe avendo impiegato un tempo minore per la ricerca del bene, ma la quantità assorbita dal mercato in questo caso, si rileva non sostenibile. Osservando la vendita media dei singoli distributori, ci si accorge che le quantità sono notevolmente inferiori a quelle riscontrate in presenza di comunicazione, vedi Figura 15, tra 1,6 e 5 circa. Il perdurare di tale situazione porta inevitabilmente all'estinzione dei venditori ed al seguente decesso del mercato.

²¹ Ricordiamo che lo spazio bidimensionale in cui vagano gli agenti è toroidale, per cui, muovendosi sulla sua superficie, i consumatori non incontrano alcun limite spaziale.

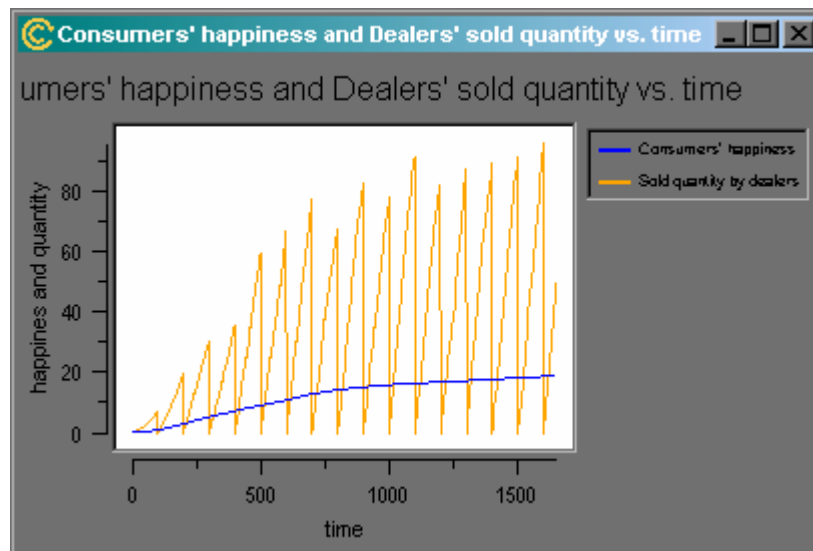


Figura 14. Diagramma della quantità venduta media in presenza di comunicazione tra consumatori.

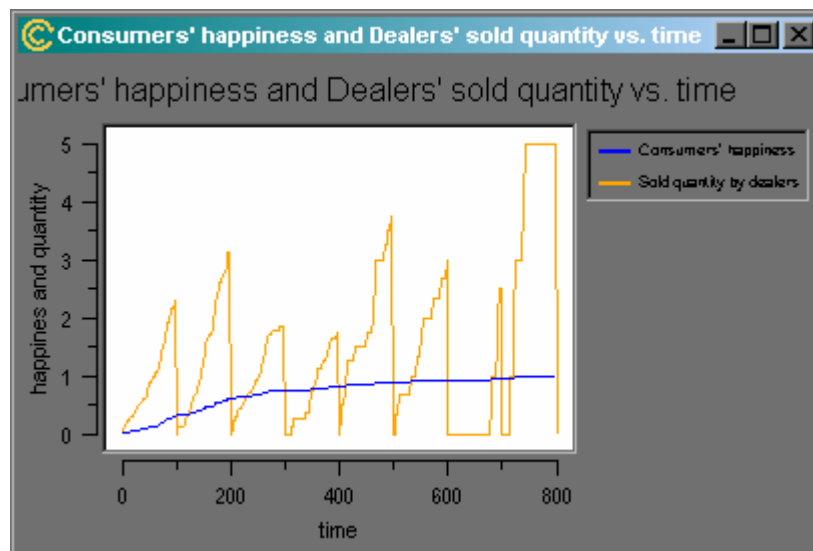


Figura 15. Diagramma della quantità venduta media in assenza di comunicazione tra consumatori.

4.1.5 I consumatori e la felicità

L'aspetto discriminante nei rapporti tra consumatori è una variabile difficilmente quantificabile in natura, vale a dire la felicità. Usando il modello con capacità produttiva dei distributori al massimo pari a 100, al termine del periodo considerato, si ha una distribuzione della felicità dei consumatori di questo tipo:

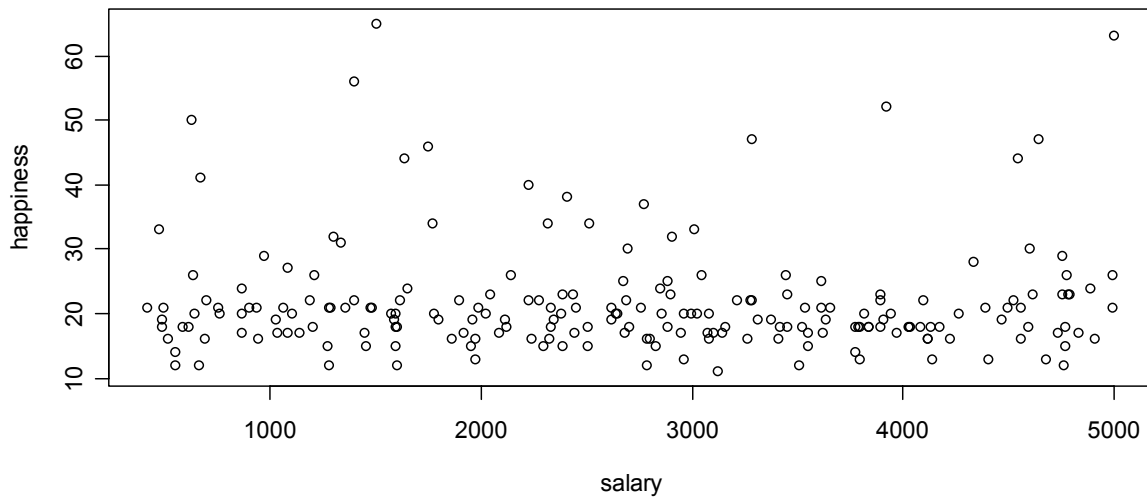


Figura 16. Distribuzione della felicità dei consumatori in funzione del loro reddito.

Se si osserva il grafico²² di Figura 16 nei suoi punti più estremi si vede come sia redditi alti che bassi hanno livelli di felicità piuttosto alti o bassi, ma ricordando che non vi è alcun procedimento di selezione tra i consumatori, ipotizziamo che tali livelli di felicità scaturiscano da una posizione affollata o viceversa solitaria del singolo agente, ciò ha reso il loro accesso all'informazione particolarmente agevole o arduo a seconda dei casi. Piuttosto diventa interessante notare l'andamento generale della nuvola di consumatori. Depurando la serie dai valori estremi, si nota come la felicità sia distribuita uniformemente indipendentemente dal reddito.

Ora ripetiamo le nostre considerazioni utilizzando un'evoluzione dello stesso modello, in cui la capacità produttiva non si satura, di conseguenza l'offerta di beni al mercato è maggiore, potenzialmente 9 volte maggiore della precedente. Rimangono costanti le altre impostazioni.

²² Per studiare questo andamento è necessario fare una premessa. La distribuzione che ha assegnato i valori iniziali del reddito agli agenti è lineare; ciò comporta che non vi è alcuna attinenza con la distribuzione dei redditi tra i consumatori reali. Il modello può funzionare con qualunque tipo di distribuzione, ma i suoi risultati non sono comunque da considerare attendibili senza un'accurata analisi.

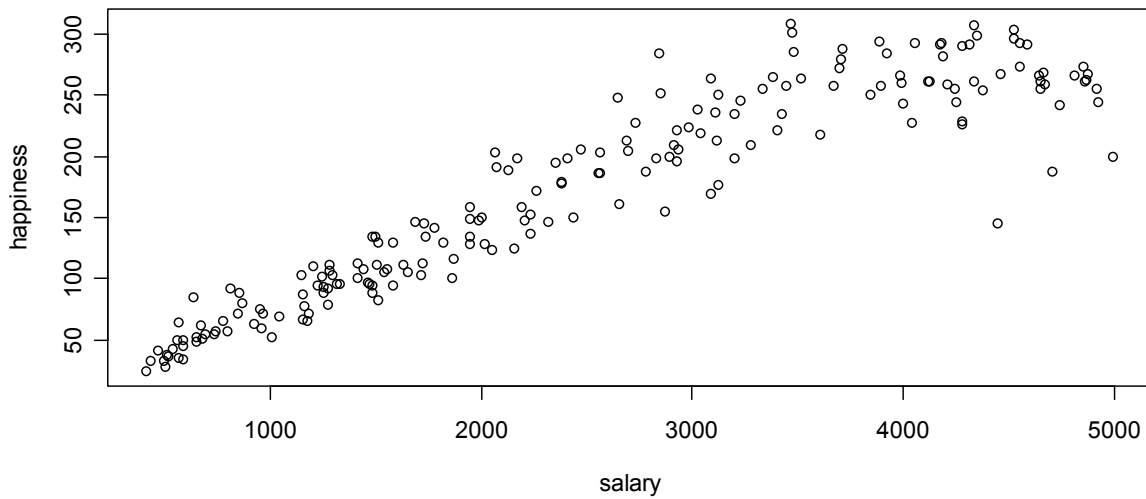


Figura 17. Distribuzione della felicità dei consumatori in funzione del loro reddito, con capacità produttiva massima 900.

Pur ripetendo più esperimenti incontriamo sempre un andamento del tipo osservato nella Figura 17. Esaminando la nuvola di consumatori nella sua evoluzione generale, il grafico mostra nel primo tratto un andamento crescente quasi lineare, le caratteristiche costruttive del modello suggerirebbero che questo aspetto si ripetesse su tutto il campione preso ad esempio, ma in prossimità di una certa soglia di reddito la disposizione della distribuzione diventa turbolenta, stabilizzando il valore della felicità. Ripetendo diverse volte l'esperimento e confrontando i risultati ottenuti con l'evoluzione generale di tutte le altre variabili, ci pare di notare una correlazione positiva tra il prezzo medio ponderato con cui i consumatori hanno avuto a che fare durante l'intera prova²³, in questo caso circa 12,8, ed il tratto della distribuzione in cui la felicità si stabilizza. È come se il prezzo di mercato spostasse il ginocchio, in corrispondenza del quale si ha una specie di saturazione della felicità portata dai consumi, verso le disponibilità più alte. Maggiore è il prezzo, maggiore sarà il reddito necessario a rendere indifferente se acquistare o no nuovi beni per aumentare la propria felicità. Prima di generalizzare, a quest'ultima considerazione v'è posto un limite, anche se le statistiche sulle dinamiche dei consumi tenderebbero a confermare che le fasce di reddito più alte hanno, in rapporto alle proprie disponibilità, una propensione ai consumi minore rispetto ai redditi più bassi, il nostro esperimento è stato realizzato introducendo delle

²³ Abbiamo considerato il prezzo medio ponderato rispetto alle quantità vendute su tutto il periodo di prova, poiché la distribuzione è costruita con i dati finali dell'esperimento. Ciò vuol dire che quei risultati sono stati ottenuti facendo attraversare ai consumatori tutti i periodi della simulazione, cioè acquistando in ogni periodo certe quantità a certi prezzi. Tale analisi può altresì essere condotta sui singoli periodi, interrompendo il modello in punti scelti *ad hoc*, ma tale procedura non è stata affrontata in questa sede.

semplificazioni²⁴, che hanno necessariamente ridotto il grado di realismo, ma il solo fatto di aver potuto riscontrare un andamento persistente in un esperimento economico, senza mandare sul lastrico centinaia di famiglie è degno di nota.

Per concludere l'esame di questo aspetto è necessario fare un'ipotesi sui motivi che non hanno permesso di produrre le stesse dinamiche dal modello precedente. Il risultato che la felicità raggiungesse un valore medio simile per tutti gli agenti, è strettamente dovuta al fatto che la possibilità di accesso ai venditori fosse ristretta ad 1 bene ogni periodo, poiché i distributori basano le proprie decisioni sui budget, attuale e precedente, la cronica ed artificiale mancanza di acquisti faceva abbassare il prezzo a tal punto che l'effetto stabilizzatore si aveva sin dal principio. In taluni esperimenti, che sembravano atipici, si osservava il fenomeno di incremento nel primissimo tratto della distribuzione (quella con i redditi bassi), ciò era dovuto a prezzi medi particolarmente bassi. Per contro, un secondo aspetto che ha partecipato alla formazione del comportamento, è stato la maggiore disponibilità di beni sul mercato che ha permesso ai consumatori più agiati di comprare di più.

4.1.6 Il prodotto

Al centro dello scambio vi è il trasferimento di beni con una contropartita monetaria. Nel nostro modello il prodotto non ha una definizione precisa, ma le sue caratteristiche possono essere desunte dando uno sguardo generale al modello. L'unico aspetto definito in modo preciso è il costo unitario di approvvigionamento per i venditori; fino a 5 unità il costo è 15, da 6 a 15 è 12, da 16 a 45 è 10 da 46 a 135 è 8 ed infine oltre 406 è 4²⁵. Il prezzo al pubblico è la diretta emanazione di questi costi, infatti il calcolo è un semplice incremento del costo, da 2 a 4 volte, saranno le interazioni e gli scambi a determinarlo specificamente. Osservando la simulazione nel suo complesso, possiamo delineare altri aspetti del nostro bene di mercato: è un bene di consumo, è di uguale qualità per tutti i venditori, il prezzo dipende in una certa misura dalla quantità, ognuno dei consumatori trae la medesima gratificazione per unità di

²⁴ Per esempio nel mercato vi è un solo bene, i consumatori non hanno preferenze, non c'è l'opportunità di essere soddisfatti in modi alternativi, il reddito dei consumatori non è correlato all'andamento dei costi del lavoro nel mercato e ad altre semplificazioni.

²⁵

Da	A	Costo
0	5	15
6	15	12
16	45	10
46	135	8
136	405	6
406	...	4

prodotto, i beni non cambiano nel corso della simulazione, nel mercato è disponibile un solo tipo di bene. Tale prodotto consente ai consumatori di soddisfare un bisogno, ogni unità soddisfa i clienti in egual misura, siffatta gratificazione si esaurisce dopo aver utilizzato il bene che non è durevole nel tempo. Il confronto che il consumatore fa al momento dell'acquisto è semplificato, poiché ogni distributore aliena il medesimo tipo di bene, la qualità è la medesima e vi è, da parte dei consumatori, fiducia nel mercato. Tale aspetto non è formalizzato in una variabile, ma è l'assenza del dato che presuppone la presenza costante ed immutabile della fiducia nella rete di vendita, poiché a parità di prezzo per i consumatori vi è indifferenza di scelta tra due venditori diversi. Se avessimo deciso di diversificare la qualità dei prodotti nel mercato, non sarebbe stato complicato realizzarlo, quanto stimare un diverso valore di gratificazione per prodotti di qualità diversa e che tali differenze fossero in proporzione tra loro verosimili. La qualità di un prodotto è un aspetto che i consumatori non sempre colgono. Il tipo di bene al centro del mercato ha un fattore di scala maggiore di 1, per cui, sia che venga prodotto o semplicemente venduto, la riduzione dei costi di esercizio comporta un aumento potenziale della quantità disponibile, in un circolo virtuoso limitato dalle vendite effettive dei singoli distributori. Nel modello non è stata presa in considerazione l'innovazione di prodotto o di processo, durante il tempo di simulazione i beni mantengono le loro caratteristiche, non vi è introduzione di nuove tecnologie che producano abbassamento dei costi o maggiori gradi di soddisfazione nei clienti. Tra le cause che ci hanno portato a non considerare lo shock tecnologico vi sono: la mancanza di bisogni, la popolazione di consumatori non acquista spinta da bisogni formalizzati, ma bensì per una necessità idealizzata di consumo, senza la quale non potrebbe sostenersi, in sostanza ogni consumatore acquista per soddisfare un bisogno primario; la provenienza dell'innovazione, vi è una disputa accademica sull'origine dell'impulso di innovazione tecnologica, schematizzando le rispettive posizioni possiamo delineare due punti di vista, il primo considera l'introduzione di una nuova tecnologia un fattore esogeno alla società, che non dipende strettamente da fattori economici, ma si presenta occasionalmente per aprire un potenziale periodo di crescita²⁶ (Ormerod, 2003), mentre altri ipotizzano che tale esordio sia endogeno, che si crei all'interno della società e che l'economia in quanto aspetto reggente della società abbia un ruolo primario. Vista la delicatezza dell'argomento si è deciso di non inserirlo nel modello per non complicarlo ulteriormente. Ma, in senso lato, la fase iniziale della simulazione è simile ad uno shock tecnologico da inserimento di prodotto. Un oggetto nuovo diventa disponibile ad una popolazione di potenziali consumatori, i quali hanno un bisogno che può essere soddisfatto da

²⁶ In questo quadro non vi sono solo shock tecnologici, ma anche la moneta, il credito ecc... Gli effetti di tali avvenimenti non sempre conducono a sviluppi positivi.

quel bene e una disponibilità di fondi da poter impiegare per l'acquisto, ma non è fruibile alcun tipo di informazione. Questa situazione è simile a quella che si verifica, spesso non sempre, come effetto novità, la Figura 25 sembra confermare l'esistenza dello shock tecnologico, in questo caso esogeno. Dal mio personale punto di vista, tenderei ad ipotizzare che gli stimoli iniziali di un periodo di crescita economica hanno radici profonde e diversificate all'interno della società. Il momento in cui ci si accorge della presenza di un'innovazione, non è quando nasce o si presenta al pubblico, ma quando diventa remunerativa, quando si fanno investimenti, quando va di moda. L'inizio di tale processo non è certo, ma vi sono molteplici cause, l'individuazione di un bisogno, un benessere economico che permette di dedicare maggiori risorse alla ricerca, una tranquillità sociale che consente di impiegare meno energie per la sicurezza, la considerazione sociale dell'impiego del tempo libero, ed immagino molti altri, alcuni con effetti positivi altri negativi.

Infine, come ultimo aspetto che riguarda il prodotto è da sottolineare l'assenza di varietà nel mercato. Ciò implica non solo la mancanza di concorrenti diretti o di sostituti imperfetti, ma anche la mancanza di possibilità di scelta del prodotto da parte dei consumatori. Non abbiamo considerato tale aspetto poiché gli agenti avrebbero dovuto conoscere le proprie preferenze rispetto ad ogni bene e combinazione di essi per farlo.

4.2 I venditori nel mercato

Spostiamo il nostro sguardo e poniamoci dal punto di vista dei distributori. Cercheremo ora di compiere una cauta analisi quantitativa di un esperimento ritenuto significativo tra quelli compiuti. Il modello con capacità produttiva potenziale 100^{27} , parte disponendo gli agenti in modo casuale Figura 18, con 8,52 consumatori per ogni venditore (ogni venditore ha accesso ad una quota di mercato media potenziale del 4,35%),

²⁷ Denominato "100" poiché ogni 100 periodi i venditori decidono gli aggiustamenti da eseguire sui prezzi e sulle quantità. Se avessimo scelto un periodo di 30, il modello eseguirebbe le sue decisioni ogni 30 periodi. Questo parametro può essere scelto lungo a piacimento.

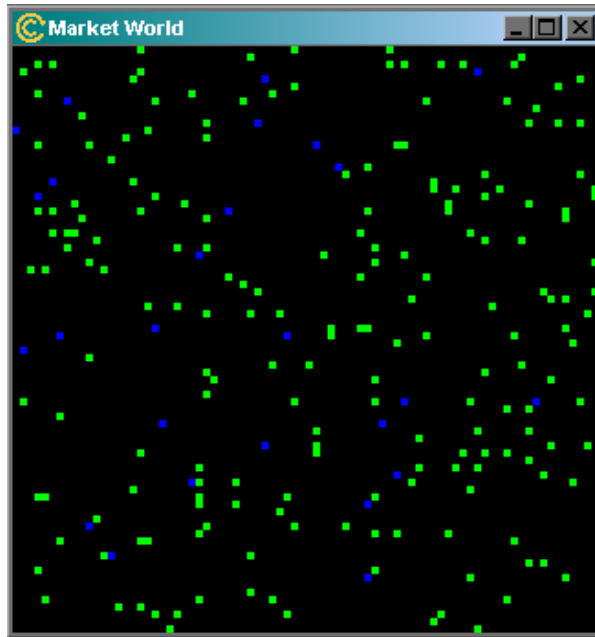


Figura 18. Disposizione iniziale degli agenti nel mercato.

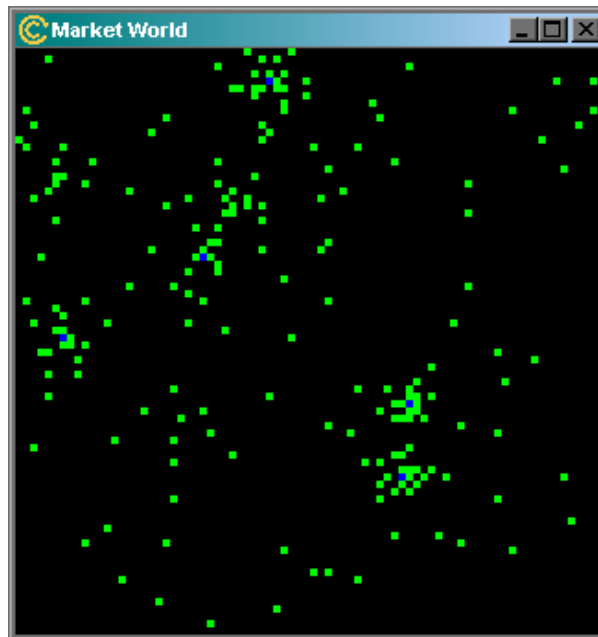


Figura 19. Disposizione al periodo 569 degli agenti nel mercato.

dopo 569 periodi, ancora in fase di espansione del mercato, la popolazione dei venditori si è ridotta da 23 al tempo zero a 5 al periodo 569, le relative quote si incrementano fino a 39,2 consumatori per ogni venditore ed una quota di mercato potenziale del 20%, con una quantità media venduta per ogni distributore di 59,34 pezzi ad un prezzo medio di 12,644. Tali dati sono il frutto degli scambi avvenuti nel periodo precedente, quando nel mondo vi erano 6 distributori. Ognuno dei 5 venditori rimasti avrà alla fine del periodo un ricavo medio di 750,30 ed una liquidità media di 626, che si condensano in un budget di 1376,30, il costo di approvvigionamento è 581,53, e se supponiamo che il reddito medio sia 600 ed il costo di

gestione medio sia 600^{28} , si ha, nelle condizioni semplificate del modello, un utile medio di $-405,23$. Il mercato risulta non sostenibile nel suo complesso, ma visto che le nostre osservazioni sono basate su dati medi, è plausibile che questo margine di utile operativo medio, $-29,44\%$, nasconda l'estrema debolezza di alcuni venditori e la solidità di altri sopravvissuti.

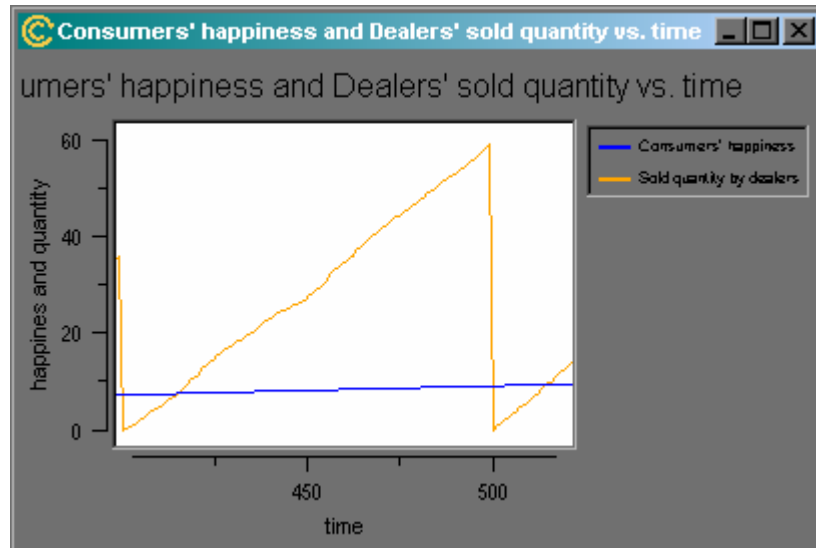


Figura 20. Dettaglio del periodo esaminato.

Per constatare se il nostro mercato ed i suoi componenti, godono di buona salute ripetiamo questa semplice analisi in un periodo di tempo successivo. Al tempo 659, non è scomparso nessun altro venditore, il mercato continua ad espandersi, quantità venduta media 66,4, il prezzo medio è calato a 12,054, il ricavo medio è salito a 800,39 ed il budget disponibile è sceso a 991,09. Dalla diminuzione del budget e dal miglioramento dei ricavi, si può supporre che le vendite di questo periodo di esercizio siano state finanziate con della liquidità. Se fossero dei veri venditori si potrebbe ipotizzare che abbiano intuito la fase espansiva del mercato e che facciano nuovi investimenti per far fronte all'accresciuta domanda. La serie dei dati sinora considerati, passa da 35,82 beni venduti in media da ogni distributore (6 agenti), al tempo 400, a 59,34 (6 agenti) del tempo 500 e da 59,34 del tempo 500, a 66,4 (5 agenti) del tempo 600. Per cercare di avere un'idea dell'accelerazione media delle vendite che hanno percepito i venditori, ricaviamo il coefficiente angolare²⁹ del primo e secondo segmento considerato.

²⁸ Ipotesi plausibile, visto che la distribuzione casuale è lineare, ma all'occorrenza se ne possono ricavare i valori introducendo un nuovo grafico della variabile `myCost` (che sarà costante) e del reddito `myWage`, in funzione del tempo. Il modello funzionerebbe con qualunque tipo di distribuzione, ma quest'ipotesi non potrebbe essere fatta.

²⁹ Il coefficiente angolare è stato ricavato mutuando la formula da quella della retta passante per 2 punti:

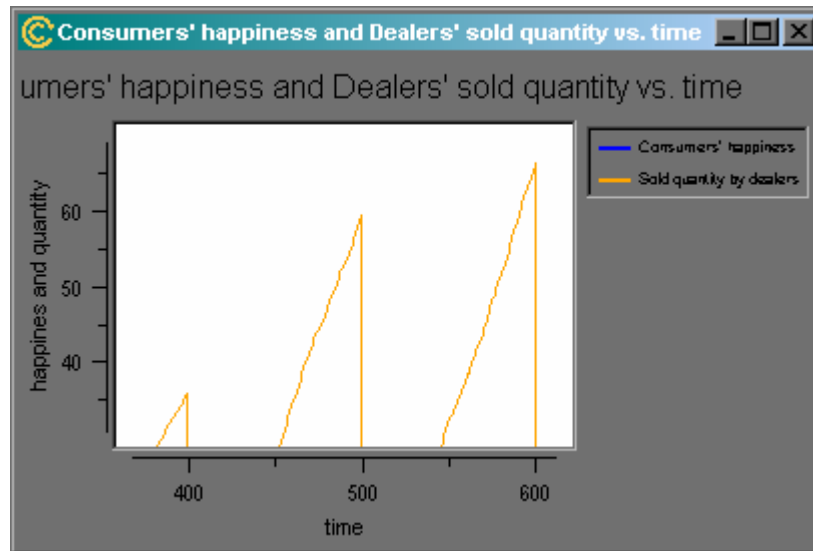


Figura 21. Dettaglio dei picchi esaminati sopra.

Tra il punto 400 ed il punto 500, il valore di questo incremento è 0,2352, una rapida ascesa, mentre tra il punto 500 e il 600 è di 0,0706, una crescita non rapida, ma intensa. La sensazione che questi agenti prendano una decisione è forte, ma non è un'ipotesi plausibile poiché sono solo semplici insiemi di regolette logiche che agiscono in modo automatico in determinate circostanze³⁰. Forse è un esame superficiale della realtà che induce a pensare che gli imprenditori si comporterebbero realmente così, o forse gli imprenditori si basano troppo sui dati storici delle proprie vendite nelle decisioni sugli acquisti futuri.

Tornando ad esaminare la situazione complessiva del mercato al tempo 600, per completezza è doveroso aggiungere che la perdita media dei venditori si attesta intorno a 819,79 ed il rendimento a -82,72%.

Il contesto precedente è stato fatale per uno degli agenti, che al tempo 700 ha abbandonato il gioco, si è verificata una delle condizioni di uscita, reddito zero o indebitamento superiore al budget. Al periodo 781 una buona parte dei suoi clienti si era già ridistribuita tra i venditori superstiti. Il mercato permane nella sua fase espansiva, le vendite medie (ancora su 5 venditori) sono a quota 77,4, i consumatori assorbono 387 beni, rispetto ai 332 del tempo 600 ed ai 215 del 500° periodo. Tra l'istante 400 ed il 500 la forte espansione del mercato è solo

$$\begin{aligned} \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} &= \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \rightarrow y - y_1 = (x - x_1) \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \rightarrow y = x \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} - x_1 \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} + y_1 \rightarrow \\ m &= \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \rightarrow \\ \frac{59,34 - 35,82}{500 - 400} &= 0,2352 \\ \frac{66,4 - 59,34}{600 - 500} &= 0,0706 \end{aligned}$$

³⁰ In genere è così, soprattutto in questo modello dove la componente casuale è predominante allo scopo di avere grande variabilità di comportamento, ma non è così in tutti i modelli di questo tipo. Terna (2002).

apparente, poiché il fallimento di diversi venditori ha portato alla riorganizzazione dei consumatori, ciò ha richiesto del tempo, è per questa ragione che la domanda aggregata si mantiene costante a 215³¹.

In questo periodo il prezzo medio subisce due variazioni, una in salita, tra 12,054 e 12,55, dovuta presumibilmente al decesso del venditore, ed una da 12,55 a 9,8325. L'osservazione della curva delle vendite, ristretta al tratto 700-800, mostra uno schema che si può ricondurre ad una linea spezzata con 2 coefficienti angolari, il primo maggiore del secondo, ed il punto di ginocchio in prossimità dell'istante 750, con quantità 38,75. Considerando ciò spezziamo i nostri conti in due periodi, il primo dà un ricavo medio di 486,31, mentre il secondo solo di 277,77, poiché la quantità venduta media non ha raggiunto un livello superiore al precedente, ma bensì di 67 unità. Il budget totale, liquidità media compresa, è 972,20³², ancora inferiore al precedente, la strategia di abbassamento del prezzo non ha dato i suoi frutti. La perdita di esercizio è -844,78, ed il rendimento -86,89%. Visti i precedenti c'è da aspettarsi che qualcuno ci lascerà; infatti al momento 800 il mercato si riduce a due soli concorrenti. Nel prosieguo del modello i due venditori superstiti tengono duro, ed al tempo 900 vendono in media 82,5 unità, per cui la domanda aggregata è di 165, in continuo calo rispetto ai periodi precedenti. Il budget medio è 1657,72, che non consente la sostenibilità dell'esercizio, dà una perdita di -367,28 ed un rendimento di -22,16% punti, ma la situazione generale è migliore della precedente.

I venditori hanno quasi saturato la loro capacità produttiva, che è al massimo 100, ed alcuni consumatori non si sono ancora spostati verso i venditori rimasti. Se il modello contemplasse un metodo simile all'informazione pubblicitaria che raggiungesse gli agenti ovunque si trovino, in modo direttamente proporzionale al suo costo, il tempo tra la scomparsa di un venditore e il trasferimento di tutti i suoi clienti presso altri venditori, sarebbe inferiore, poiché essi avrebbero accesso ad informazioni che ora possono raggiungere, ma con costi opportunità superiori.

A partire dal periodo 1000, rimane 1 solo distributore, Figura 22, che vende sul mercato una quantità leggermente superiore di quella precedente, 91 unità a 10,44, per 1627,82 con utili simili ai precedenti. Nella sua vita il nostro, ormai, monopolista affronta ancora una piccola

³¹ Per riassumere: tempo 400, 215 pezzi assorbiti dal mercato, tempo 500, 215 pezzi, tempo 600, 332, tempo 700, 387, tempo 800, 134, tempo 900, 165 e dal tempo 1000 al 1600, da 91 a 96. La capacità di vendita è pari al massimo alla lunghezza del periodo esaminato, in questo esempio 100.

³² Il valore del budget è stato ricavato sommando ai ricavi dei 2 semiperiodi e la liquidità finale, che è frutto di tutti gli scambi del periodo considerato.

$$\text{quantità}_{t1} = 38,75 ; \text{quantità}_{t2} = 67 - 38,75 = 28,25$$

$$\text{prezzo}_{t1} = 12,55 ; \text{prezzo}_{t2} = 9,8325$$

$$(\text{quantità}_{t1} \times \text{prezzo}_{t1}) + (\text{quantità}_{t2} \times \text{prezzo}_{t2}) + \text{liquidità} = 208,115 + 277,77 + 486,31 = 972,50$$

crisi dei consumi, e procede arrivando alla quasi saturazione della sua capacità produttiva, 96 unità su 100, alla fine del periodo di simulazione.

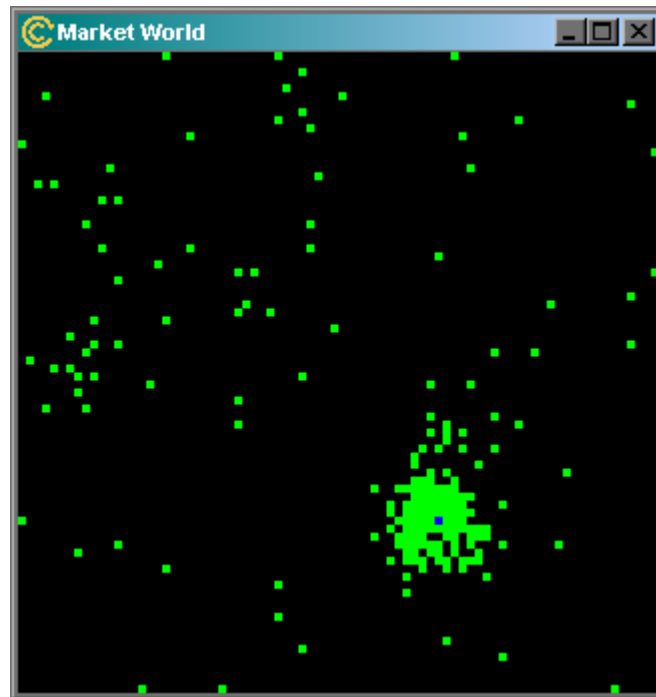


Figura 22. Disposizione degli agenti nel mercato alla fine della simulazione.

4.2.1 Piccoli venditori crescono

Cerchiamo di fare un passo avanti, e prendendo come lume il nostro modello nella sua versione potenziata, ripetiamo la nostra indagine. Prendiamo come esempio l'esperimento 555³³, il mondo è popolato inizialmente da 173 consumatori e 31 venditori. La quota di mercato potenziale a cui ogni distributore può accedere è del 3,23%. Iniziamo l'analisi della simulazione procurandoci una visione molto schematica della situazione presa in esame.

Periodo	Quantità venduta media	Numero di venditori	Quantità assorbita dal mercato
0 – 99	81,2258	31	2518
100 – 199	121,867	30	3656
200 – 299	140,63	27	3797
300 – 399	146,136	22	3215
400 – 499	156,895	19	2981
500 – 599	172,6	15	2589
600 – 699	189,417	12	2273
700 – 799	187,909	11	2067
800 – 899	206,667	9	1860
900 – 999	183,889	9	1655
1000 – 1099	168,778	9	1519
1100 – 1199	135,889	9	1223

³³ Ricordiamo che le modifiche introdotte sono di carattere costruttivo, non dei semplici cambi di parametri.

1200 – 1299	112,889	9	1016
1300 – 1399	95,4444	9	859
1400 – 1499	74,2222	9	668
1500 – 1599	73,75	8	590

Il modello da cui sono scaturiti questi dati, attribuisce inizialmente ad ogni consumatore una disponibilità variabile di fondi, senza aggiornarla nel corso della simulazione. Negli esperimenti a capacità produttiva ridotta, questo aspetto non era un problema poiché gli agenti non esaurivano la propria disponibilità, ora i consumatori con a disposizione valori minori esauriscono prima i loro fondi. In precedenza siamo partiti da un periodo in cui i prezzi parevano stabilizzati, per osservarne l'evoluzione, in questo caso invece divideremo in tre parti il tempo complessivo della simulazione. Per completare il quadro introduttivo riportiamo graficamente un confronto fra l'andamento delle vendite di beni dei singoli venditori e l'andamento generale del mercato.

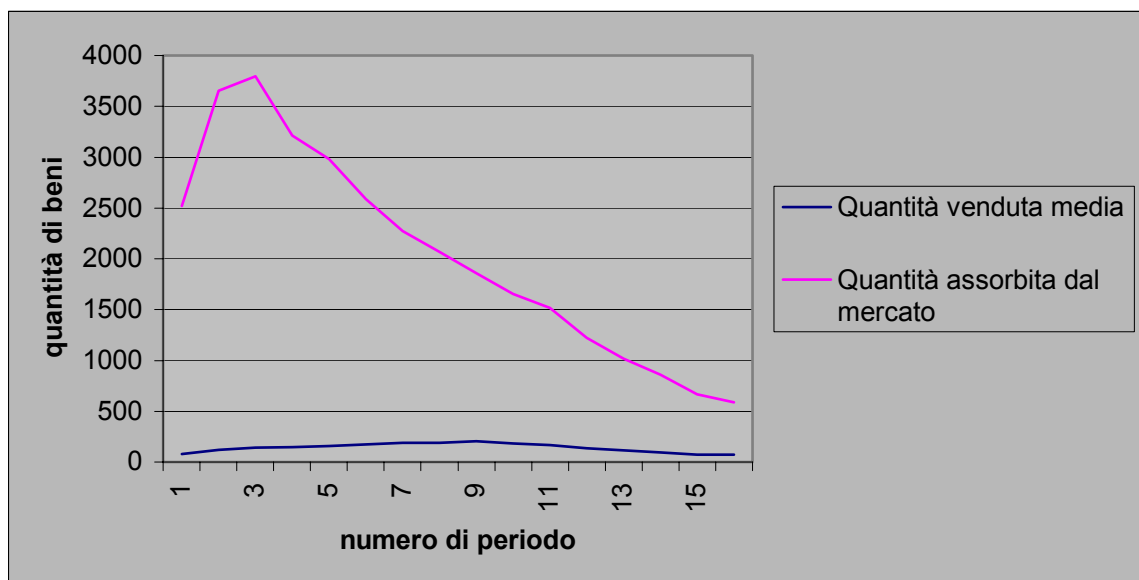


Figura 23. Confronto tra la quantità media venduta dai distributori e quella assorbita dal mercato, con disponibilità fissa di fondi dei consumatori.

Tra il periodo 0 ed il 500 si può notare una fase particolarmente turbolenta, in cui l'espansione della domanda raggiunge il suo culmine a quota 3797, ma l'eccessiva presenza di competitori sul mercato attribuisce in media una quantità venduta di 140,63 beni a testa. In seguito i distributori si riducono da 31 a 15, è per questo che la quantità media venduta è in crescita, la quota di mercato è del 6,67%. Tale trend prosegue fino al periodo 1000, con una parallela diminuzione dei venditori, fino a stabilizzarsi a 9 elementi, con una quota di mercato pari a 11,11%. In seguito la riduzione della domanda di beni influisce sulle vendite medie, che

calano inesorabili³⁴, ma gli agenti rimasti tengono la fase di crisi ed il mercato perde un solo esemplare verso la fine del tempo di simulazione³⁵. La Figura 24 mostra l'andamento generale appena descritto.

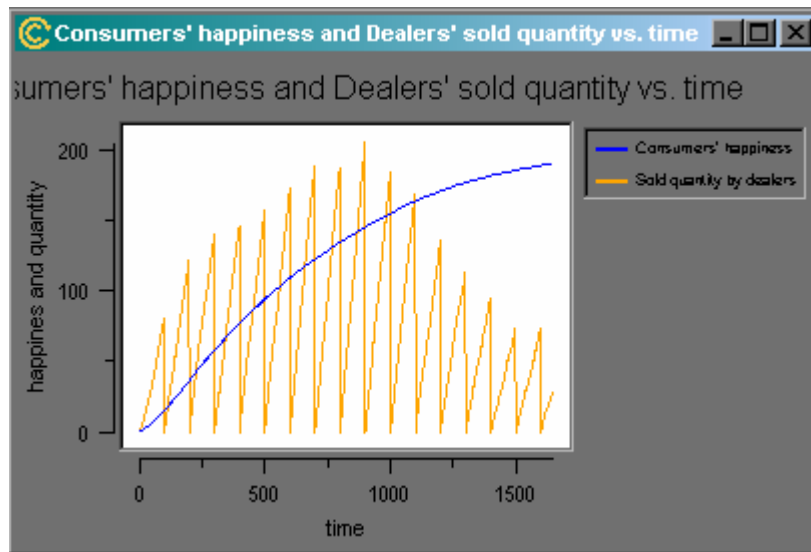


Figura 24. Aspetto della quantità media venduta e della felicità media dei consumatori

Per ovviare all'inevitabile esaurimento della liquidità dei consumatori, abbiamo inserito un metodo che ogni due periodi ripristina la disponibilità degli agenti, creando una dotazione ciclica, costante nel tempo che si può assimilare al reddito. Dal grafico della Figura 25, si può notare come la quantità assorbita dal mercato sia superiore e meno turbolenta che nella Figura 23, l'andamento della quantità media venduta dagli agenti è in linea generale crescente. Gli utili medi mostrano un andamento positivo, anche dopo la stabilizzazione degli scambi che dura circa 4 periodi come nel caso precedente. Dal sistema ne trae vantaggio anche la liquidità dei venditori

³⁴ Poiché ormai molti consumatori hanno esaurito le loro disponibilità.

³⁵ La serie completa dei dati è raccolta nel file [Tabelle di confronto dei prezzi.xls](#), che contiene in modo dettagliato i valori dell'esperimento ed il confronto con il modello ad aggiornamento del reddito.

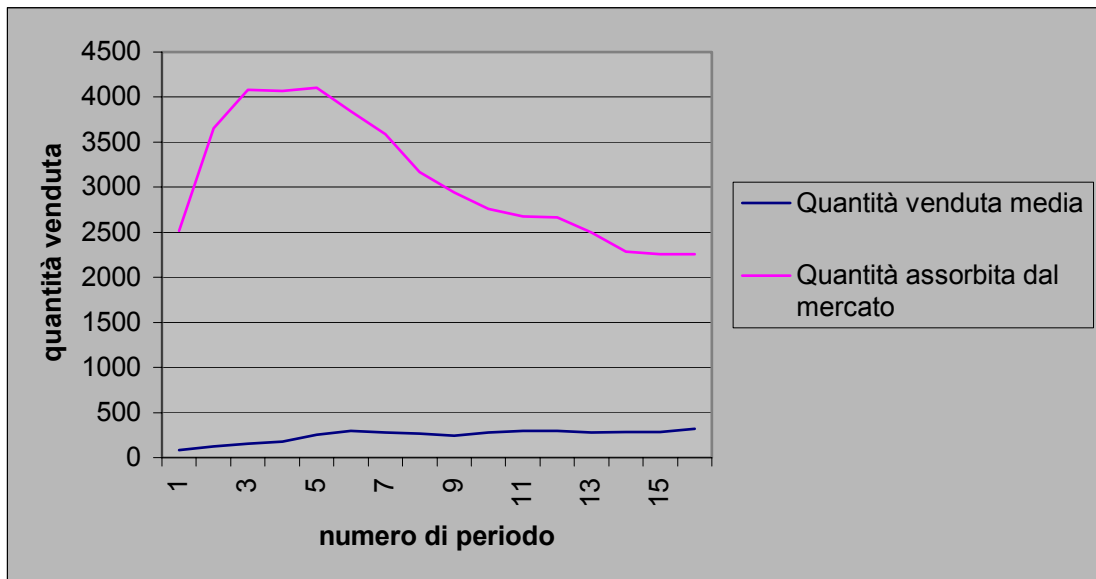


Figura 25. Confronto tra la quantità media venduta dai distributori e quella assorbita dal mercato, con aggiornamento della disponibilità di fondi dei consumatori.

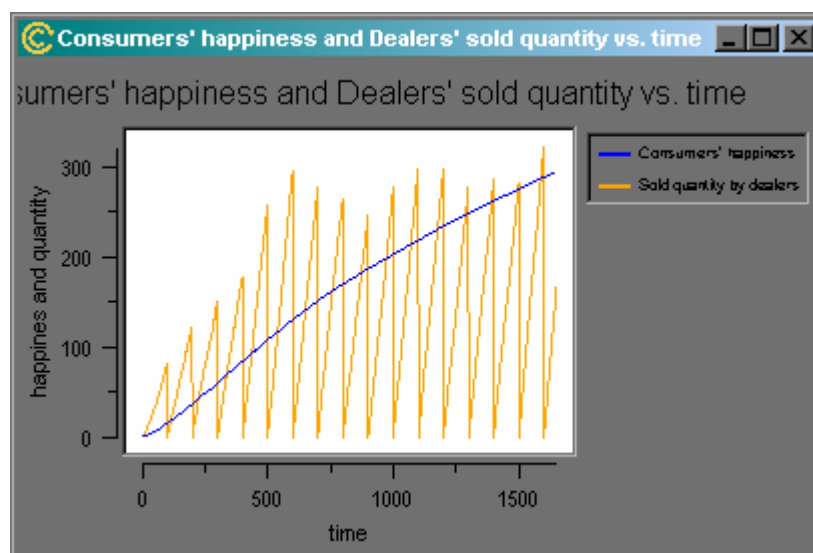


Figura 26. Andamento delle vendite medie con disponibilità cicliche dei consumatori.

Una considerazione si può fare sulle vendite medie, la quantità che può essere venduta in un solo periodo è potenzialmente 900 unità, ma in nessun periodo tale quota viene raggiunta, sia con il modello con aggiornamento del reddito che senza, ciò vuol dire che il meccanismo decisionale degli agenti riesce a discriminare tra un venditore ed un altro.

4.2.2 Felicità e domanda aggregata

Il corso delle vendite medie dei distributori rappresentato nella Figura 25, è l'involuppo della serie "sold quantity by dealers" nel grafico della Figura 26. Raffigurato nella stessa immagine vi è anche lo sviluppo della felicità media dei consumatori, il cui andamento non può essere

che crescente³⁶, ma è da notare come la concavità della successione cambi verso con lo scorrere del tempo. Inizialmente abbiamo cercato una relazione tra questo fenomeno e la quantità media venduta, ma una relazione tra la crescita delle vendite e l'aspetto concavo della felicità, e viceversa³⁷, si riscontrava solo in alcuni tratti della serie. Prima di rinunciare alle indagini, abbiamo allargato il campo e confrontato di nuovo la felicità con un grafico delle vendite, ma stavolta si è usata la quantità assorbita dal mercato. In questo caso la correlazione visiva era netta, ma nella seconda parte della nostra indagine (se è troppo giusto, probabilmente è sbagliato), mettendo in dubbio tale evidenza, ci siamo accorti che moltiplicando i valori della serie della felicità per il numero dei consumatori e cumulando i risultati della quantità assorbita dal mercato, i due grafici erano identici, tale "esplosiva" rivelazione ha la sua riprova in una caratteristica costruttiva del modello, quando un consumatore acquista 1 bene aumenta la sua felicità di 1 punto, per cui è logico che i due grafici siano sovrapponibili. Il principio sulla cui base si fonda quest'analisi, che ha portato in superficie questo aspetto, è stato il criterio al quale ci siamo ispirati durante tutto lo studio dei risultati della simulazione.

4.2.3 Il prezzo

Uno degli aspetti della simulazione che abbiamo esaminato più attentamente, è stato la dinamica dei costi medi per il mercato. Nel grafico dedicato a quest'osservazione sono contemplati, il prezzo medio praticato dai venditori nei confronti dei consumatori, il costo medio³⁸ ed il costo marginale³⁹ dei venditori. Nel corso degli esperimenti, il primo tratto del loro sviluppo era caratterizzato da fasi turbolente, per seguire successivamente andamenti più stabili, in cui vi si potevano distinguere momenti di crescita e di diminuzione. Un aspetto da sottolineare è che in nessuno degli esperimenti svolti il prezzo di mercato scendeva al di sotto del costo marginale del distributore. Esaminando in modo particolare la traccia del prezzo medio di mercato e confrontandolo con la serie storica dei fallimenti dei Dealer, ci accorgiamo che nei periodi iniziali in cui escono dal mercato diversi agenti, il sistema subisce uno scossone ed un conseguente rialzo del prezzo medio.

³⁶ Dato che costruttivamente è l'accumulo del valore della felicità rispetto allo scorrere del tempo.

³⁷ Tra diminuzione delle vendite e convessità del grafico.

³⁸ Calcolato come costo totale diviso quantità acquistata:

prezzo di rifornimento + (salario + costi periodici) : quantità comprata.

³⁹ Calcolato come derivata prima del costo totale rispetto agli acquisti:

$$\frac{d}{dq} (\text{quantità comprata} \times \text{prezzo di rifornimento} + \text{salario} + \text{costi periodici}) = \text{prezzo di rifornimento}.$$

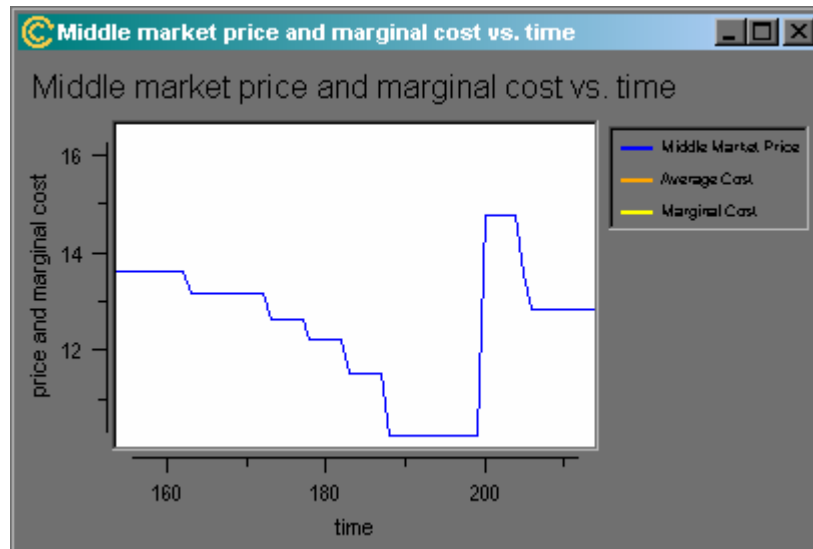


Figura 27. Particolare del passaggio attraverso il periodo 200.

Partendo dalla fonte dati di questa successione, ricordiamo che il programma raccoglie, in ogni istante di tempo, il dato sul prezzo al pubblico di tutti gli agenti ancora presenti nel modello e ne calcola la media, dopodiché disegna il tratto corrispondente sul grafico. Il passaggio dal momento 199 al 200, è una delle soglie che i venditori troppo indebitati non superano; rifacendoci alla tabella precedente segnaliamo la dipartita di 3 agenti. Ammettendo che tutti i sopravvissuti aumentino il prezzo del 15%, l'attuale salto da un valore di 10,50 circa al tempo 199, a 15 circa del tempo 200, è troppo grande, rispettando l'ipotesi fatta, sarebbe dovuto essere solo 12,075⁴⁰. Cercando ancora nelle successive pieghe della simulazione, ci pare di notare che, questo comportamento bizzarro, non si ripete più nelle fasi in cui il mercato si stabilizza rispetto al numero dei distributori, per cui pensiamo abbia a che fare con il decesso degli agenti. Ripensando al modo in cui sono ottenuti i dati del grafico⁴¹, azzardiamo l'ipotesi che il prezzo si alzi in virtù del fatto che i venditori puniti con l'esclusione dal modello, siano quelli con i prezzi più bassi, per cui tale mercato premia i venditori che mantengono alto il prezzo al pubblico.

Tale considerazione contraddittoria fa sorgere un dubbio, del quale però non troviamo alcuna prova empirica nella nostra simulazione. Se i distributori mantengono alto il prezzo, come fa la domanda a sostenersi? Ripartendo dal grafico della quantità assorbita dal mercato, Figura 25, notiamo come il periodo di alto consumo coincida con la fase di assestamento, le cui caratteristiche sono: scarsa informazione, alta competitività e alto tasso di fallimento dei venditori, per proseguire con un trend meno turbolento, seppure con alti e bassi. L'evoluzione del modello diventa meno caotica in corrispondenza di un mercato in cui le quote di

⁴⁰ Trascurando che l'aumento di prezzo è casuale, quindi improbabile che si sia verificato per ogni agente.

⁴¹ Una media semplice dei prezzi.

consumatori potenzialmente raggiungibili, da parte dei distributori, si aggira in media intorno al 10 – 12%. Negli istanti successivi alla scomparsa di un venditore, gli agenti hanno bisogno di un certo tempo per ridistribuirsi su quelli selezionati, in cui non acquistano. I consumatori con redditi più alti mantengono comunque un buon tenore di acquisto, in questo mondo in cui lo scambio di informazioni ha un ruolo fondamentale, possiamo dire che tali agenti fanno “tendenza” per le decisioni sui consumi dell’intero mercato. Il motivo per cui un agente, il cui reddito si trova in una fascia medio alta, sceglie di comprare in ogni caso a condizioni meno favorevoli, è da ricercare negli alti costi opportunità tipici di queste fasce. Durante lo spostamento dal luogo in cui vi era un distributore e il prossimo punto vendita, il tempo fa aumentare il valore della soglia oltre la quale il consumatore decide di non concretizzare l’acquisto. In questo modo si aggiorna l’informazione distribuita tra gli agenti, ma la categoria con redditi minori, con costo opportunità quasi trascurabile, non sceglie di non comprare, ma bensì differisce i propri consumi fino al periodo in cui i prezzi di mercato non tornano paragonabili alla soglia di comparazione contenuta nel consumatore.

Non è nostra intenzione asserire che le persone calcolino il costo opportunità del loro tempo e lo sommino ai prezzi per valutarne la convenienza, ma è plausibile che in modo grossolano un consumatore scelga un ipermercato dove può completare la sua spesa assolvendo a tutti i suoi bisogni, piuttosto che cercare per una serie di negozi sparsi per la città l’occasione migliore.

Capitolo 5.

Conclusioni.

Durante la scrittura di questo lavoro si è cercato di esaminare l'uomo in alcuni suoi aspetti, quelli che entrano in gioco quando vi sono necessità da assolvere, e di come non vi sia un unico componente nei processi economici e sociali, ma un gioco di forze positive e negative che fanno scaturire dalle microfondazioni del modello i più complessi ed evidenti fenomeni economici.

Osservando la simulazione appare chiaro quanto sia imprevedibile il mercato, e come si autoregola per garantirsi la sopravvivenza; al pari di un organismo vivente le sue evoluzioni sono complesse e non desumibili dal semplice insieme di regole che detta le azioni dei singoli individui. Ricaviamo anche un altro aspetto molto interessante dal modello; il mercato è costituito di tre parti imprescindibili gli uomini, l'ambiente ed i canali di comunicazione tra loro. In economia lo studio meccanicistico dei processi, ha allontanato l'attenzione dall'uomo in quanto protagonista degli eventi, dal modello traspare quanto lo studio della microfondazione dei meccanismi di mercato conduca a delineare panorami plausibili e sostenibili di competitività. L'enfasi sugli individui non vuol rispolverare una teoria economica in cui l'uomo riesce a controllare ogni aspetto dell'attività economica, ma afferma che i fenomeni economici sono costituiti dalla simultanea azione delle sue componenti fondamentali. I canali di scambio portano con se anche l'informazione disponibile, ma non in modo completo, e tali dati interagiscono con gli agenti formandone i comportamenti. Nel nostro caso è rilevante il meccanismo di *word of mouth*, per la sua indispensabile funzione di amplificazione nel volume delle vendite. Ciò porta l'attenzione verso la qualità, intesa nel senso dell'affidabilità del dato, di questi canali informativi e sulla valutazione economica di tale fiducia, espressa dalla formazione di Social Capital.

Un esempio di come questi tre aspetti sono evoluti, compenetrandosi ed amplificandosi fino a formare un tutt'uno, è Internet. Comunemente la gente si riferisce ad Internet come ad un qualcosa di non ben definito, un'entità astratta, ma unica, nata non si sa come, a cui si può attribuire il ruolo di capro espiatorio dei mali della società moderna. A nostro parere, sotto una visione economica, Internet è uno splendido esempio di come l'uomo ed i canali con cui comunica abbiano formato un nuovo ambiente, ma il processo non si è limitato a questo, è ciò

che gli individui vogliono condividere che crea la sensazione di trovarsi di fronte ad un organismo compatto. Invece ciò che noi osserviamo è l'utilizzo di uno strumento, il quale consente di instaurare capitale sociale tra uomini, il cui scopo dovrebbe essere di migliorare il mondo reale. Internet, sotto questo profilo, è fatto di persone non di macchine.

Sebbene negli agenti del modello vi siano già inseriti tratti di realismo, che avvicinano la simulazione ad un grado di complessità simile a quello reale, vi sono ancora notevoli miglioramenti che potrebbero aumentarne le qualità. Il lavoro di miglioramento potrebbe coinvolgere sia l'ambiente in cui gli individui interagiscono, sia gli attori stessi, con vari gradi di complicazione. Sarebbe interessante aggiungere un secondo prodotto al mercato, o come concorrente o per soddisfare un nuovo bisogno, e studiare come i consumatori distribuiscono gli acquisti, senza conoscere a priori il beneficio che noi attribuiremmo ai singoli beni. Si potrebbe legare il reddito dei consumatori all'andamento delle performance dei venditori, traendo il salario dal costo del lavoro delle imprese, per vedere come si sviluppa un mercato chiuso. Si potrebbe complicare ulteriormente gli agenti attribuendo al prodotto un diverso grado di gratificazione a seconda delle caratteristiche del punto vendita, quindi intervenire direttamente sulla predisposizione dei clienti ad accettare o meno dei consigli sotto forma di word of mouth. Un interessante sviluppo potrebbe scaturire dall'aggiunta di un ulteriore sistema di comunicazione, correlato direttamente ad un costo per le imprese, che consenta di informare un certo numero di consumatori della presenza del venditore, senza entrarvi in contatto diretto, simulando l'azione pubblicitaria e studiando quanto questa sia amplificata o attenuata dai canali già presenti nel modello.

Qualsiasi modifica si voglia introdurre è necessario non farsi prendere la mano e non scambiare una simulazione per la realtà. Un modello deve necessariamente essere una semplificazione del suo originale, ma ciò non è un difetto, è una condizione frutto dell'ingegno, che è riuscito a ricreare il fenomeno nei suoi tratti fondamentali, senza rincorrere meccanismi, che pur esistendo sono fuorvianti.

Appendice A. Swarm ed altri tool di simulazione.

A.1 Cenni storici

Attualmente vi è un crescente interesse nella comunità scientifica verso le tematiche che riguardano la complessità (su internet 1.930.000 siti, circa, citano la complessità⁴²), ma questo interesse è affiorato recentemente. Negli anni ottanta questo argomento non era particolarmente sentito, e vi erano pochi studi al riguardo. Per affrontare la questione, la soluzione fu semplice, ma geniale, riunire le diverse esperienze di diversi ricercatori, per studiare una tecnologia che possa aiutare tutti ad affrontare il nuovo orizzonte della ricerca, la complessità, o meglio, come l'iterazione tra particelle elementari dà vita a fenomeni spesso imperscrutabili. Nel settembre 1987, venti persone si riunirono al Santa Fe Institute per parlare di "l'economia come un sistema complesso in evoluzione"⁴³. Dieci erano economisti teorici, invitati da Kenneth J. Arrow, e dieci erano fisici, biologi e scienziati informatici, invitati da Philip W. Anderson. L'incontro fu motivato dalla speranza che nuove idee potessero nascere nello studio delle scienze naturali, perso il legame con le singole discipline, si riunirono sotto il titolo di "*the sciences of complexity*", nella speranza che possa stimolare nuovi modi di affrontare i problemi economici. Per dieci giorni, gli economisti e gli scienziati naturali illustrarono i loro rispettivi mondi e le loro metodologie. Mentre gli scienziati facevano i conti con le analisi degli equilibri economici⁴⁴ e con la teoria dei giochi⁴⁵, gli economisti provavano a cimentarsi con dei spin glass models, reti booleane, e algoritmi genetici. L'incontro lasciò due eredità. La prima fu una raccolta di esperienze, *The Economy as an Evolving Complex System*, pubblicato da Arrow, Anderson, e Pines. La seconda fu la fondazione, nel 1988, del "Economics Program at the Santa Fe Institute", l'istituto dove risedette inizialmente il programma di ricerca. La missione del programma fu di incoraggiare la conoscenza del fenomeno economico da una prospettiva di complessità, la quale implica lo sviluppo di teorie come di strumenti per la modellizzazione e l'analisi empirica. Furono queste esigenze prettamente operative che portarono allo sviluppo del progetto Swarm.

⁴² Fonte: [Google](#), search: complexity.

⁴³ "*the economy as an evolving, complex system*".

⁴⁴ general equilibrium analysis

⁴⁵ non cooperative game theory

Il progetto *Swarm* fu originariamente avviato nel 1994 da un gruppo di ricercatori, presso il Santa Fe Institute (<http://www.santafe.edu>) di Santa Fe nel New Mexico, guidati da Chris Langton. Lo scopo fu di creare, sull'onda della nascente programmazione ad oggetti, un supporto standardizzato per lo sviluppo di modelli di simulazione basati su agenti⁴⁶. Armato di queste idee, il gruppo sviluppatore del progetto è stato in grado di posare la propria attenzione sulla vera sostanza dei modelli simulativi evitando alcune delle complicazioni derivanti dai più comuni linguaggi di programmazione. Nel 1995 si ottiene una prima versione beta, la prima definitiva, 1.0, è del 1997, entrambe basate sulle architetture di sistema operativo Unix/Solaris e Linux. Nell'Aprile del 1998 fu rilasciata la versione 1.1, che poteva finalmente essere utilizzato anche su altri sistemi operativi come DEC Alpha e le varie versioni di Windows successive a Win95, questi ultimi grazie al pacchetto Cygnus Win32, che riproduce un ambiente Unix all'interno di Windows. Verso la fine del 1999 fu rilasciata la versione 2.0 nella quale si introduceva il supporto per il linguaggio *Java* che fino a quel momento era stato trascurato. Questa innovazione permise ai programmatori *Java* l'introduzione di tutte le librerie *Swarm* all'interno dei propri modelli.

A.2 Che cos'è Swarm

Il pacchetto *Swarm* è sia una biblioteca di funzioni, sia un protocollo di programmazione, poiché è composto sì da diversi gruppi di oggetti, ma è anche affiancato da una procedura di strutturazione delle simulazioni che fornisce una chiave di lettura uniformata, per favorire la condivisione dei modelli tra diversi ricercatori. Lo stile di programmazione può escludere l'uso di questi accorgimenti, ma renderebbe particolarmente disagiata la comprensione della logica che soggiace al modello. Gli strumenti che *Swarm* mette a disposizione sono scritti sfruttando la logica della programmazione ad oggetti, inizialmente utilizzando l'Objective C in seguito anche Java. L'impostazione tradotta in pratica dai suoi sviluppatori, lo ha reso uno strumento utile sia per chi intende effettuare una simulazione con l'aiuto del calcolatore, sia come strumento di ricerca.

Durante la sua progettazione, si è fatto in modo che *Swarm* possedesse determinate caratteristiche. A differenza di diversi altri programmi per fare simulazioni, *Swarm* è meno specializzato per quanto concerne l'implementazione del modello, poiché non è sufficiente “prendere” gli attori con le loro regole preimpostate, bisogna programmarli, popolazione per popolazione, definirne l'ambiente e le interazioni tra i vari soggetti. Questa più grande

⁴⁶ ABM, Agent Based Models.

flessibilità, che si traduce in maggiore difficoltà di uso, permette di creare piccoli mondi in cui il ricercatore può decidere sia le caratteristiche dell'ambiente in cui interagiscono gli attori, sia i legami e le relazioni tra agenti. Tale scoglio è compensato dalla presenza nel pacchetto di altri strumenti, al fine di concedere allo studioso di concentrarsi meglio sui meccanismi del fenomeno che sta esaminando. Le funzioni appositamente congegnate per la simulazione con agenti forniscono degli attrezzi prontamente disponibili per compiti come, la visualizzazione dei risultati, la scansione del tempo, la gestione delle popolazioni di agenti, la gestione delle iterazioni con l'ambiente e la presenza degli interruttori di comando. In *Swarm*, è sufficiente richiamarle nei punti opportuni all'interno del codice. Questa impostazione presenta lo svantaggio per l'utilizzatore, di dover imparare un codice che faccia da linguaggio d'incontro tra la fantasia del ricercatore e la potenza del calcolatore.

A.3 Funzionamento di Swarm

Swarm è stato sviluppato per la creazione di oggetti informatici su base gerarchica. Il primo oggetto ad essere creato è generalmente l'*Observer* il quale crea a sua volta l'interfaccia utente ed inizializza gli esemplari del *ModelSwarm*; il *ModelSwarm* crea a sua volta i livelli sottostanti compresa la programmazione delle azioni e delle attività. I modelli *Swarm* utilizzano una sintassi abbastanza semplice in grado di fornire agli utilizzatori un valido strumento per comprendere il modo in cui le varie parti del modello interagiscono tra loro. L'*ObserverSwarm* ed il *ModelSwarm* sono sviluppati con la stessa metodologia. L'oggetto *ModelSwarm* è definito come una sottoclasse dell'oggetto *Swarm* e rappresenta l'oggetto al quale è attribuito il compito di costruire gli agenti. Il *ModelSwarm* è anche in grado di fornire a ciascun agente un indirizzo di memoria nonché programmare le proprie attività. L'allocazione e la deallocazione della memoria è un requisito assolutamente necessario per la realizzazione di un progetto di simulazione. *Swarm*, grazie alla sua elevata flessibilità ed affidabilità, è in grado di risolvere egregiamente questo problema. In *Swarm*, gli oggetti sono creati mediante un processo che in termini informatici prende il nome di *allocazione in zone di memoria* e l'arduo compito di allocare memoria per i singoli oggetti è gestito direttamente dalle librerie. Gli oggetti sono creati ed allocati in memoria solo quando ne è richiesta la presenza; quando non sono più necessari, nel codice del programma vi dovrà essere un messaggio di drop, che provvederà a rimuovere l'oggetto dalla memoria.

In *Swarm* esistono due metodi considerati fondamentali: il metodo *buildObjects* ed il metodo *buildActions*. Nell'implementazione del metodo *buildObjects* si introducono normalmente le

istruzioni necessarie alla classe per creare i propri oggetti. Tramite il metodo *buildObjects* si possono anche eseguire istruzioni dedicate alla creazione di oggetti grafici nonché alla creazione del pannello grafico necessario per il controllo della simulazione. Il metodo *buildActions* crea generalmente gli oggetti di due classi fondamentali: l'*ActionGroup* e lo *Schedule*. L'*ActionGroup* è l'oggetto che contiene l'insieme di azioni ed eventi che devono essere svolti simultaneamente durante la fase di simulazione. Lo *Schedule* è l'oggetto che contiene la sequenza tramite la quale è controllata l'esecuzione delle azioni inseriti nell'*ActionGroup*.

A.3.1 La creazione degli oggetti

Quando si desidera sviluppare una simulazione in un ambiente *Swarm*, occorre innanzitutto creare gli oggetti necessari alla simulazione. I metodi che in *Swarm* sono maggiormente utilizzati per la creazione degli oggetti sono *createBegin*, *createEnd* e *create*. Il metodo *createBegin* è utilizzato per creare gli oggetti ed attribuire loro una specifica zona di memoria. Nel metodo *createBegin* si collocano normalmente le istruzioni che definiscono in modo permanente le caratteristiche degli oggetti. Il metodo *createEnd* è utilizzato per contenere tutte le istruzioni che integrano l'inizializzazione di un oggetto. La sua funzione principale è di assicurare che tutte le variabili inizializzate siano impostate correttamente. Il metodo *create* svolge simultaneamente entrambi i metodi. Esistono alcuni casi in cui le variabili ed i metodi che devono essere impostati sono contenuti all'interno dell'oggetto: in questo caso è richiesto l'utilizzo dei due metodi in forma separata. Là dove non sono necessarie particolari impostazioni su variabili e metodi, è possibile utilizzare il metodo più semplice denominato *create*.

A.3.2 L'interfaccia grafica

Swarm è in grado di fornire un elevato numero di classi e protocolli volti alla creazione di un'adeguata interfaccia grafica durante la fase di simulazione. Il primo elemento da prendere in considerazione è il *probe* grafico. Il *probe* grafico permette all'utente di osservare le caratteristiche del modello durante la fase di simulazione, e di modificarle per compiere più esperimenti. In *Swarm* esistono due tipi distinti di visualizzazione che l'utente può utilizzare: *DefaultProbMaps*: è il tipo di *probe* utilizzato nel caso in cui non si specifica un particolare tipo di *probe*, ed è considerato *probe* predefinito.

CustomProbMaps: è un tipo di probe personalizzato. Quando si adotta questo metodo, l'interfaccia grafica visualizzerà solamente la variabili che l'utente ha specificato.

Tramite questo metodo si può impedire la visualizzazione di alcune variabili e consentire la visualizzazione di altre che altrimenti risulterebbero nascoste. La scelta dell'interfaccia è un elemento fortemente condizionato dalle caratteristiche della simulazione.

A.3.3 Lo Schedule

L'apparato di scheduling rappresenta uno dei più importanti elementi di un modello *Swarm*. Consente di integrare le azioni di molti agenti in diversi livelli di una simulazione. Le azioni che si svolgono durante una simulazione sono dirette da un oggetto denominato *Schedule* che utilizza un particolare protocollo definito appunto *Schedule Protocol*. Lo *Schedule* è un oggetto creato mediante il metodo *buildActions* e può essere considerato come un'agenda dove ad ogni giorno è attribuito un certo impegno od una certa azione da eseguire. Ciò che l'utente deve fare è disporre le azioni che ad ogni istante della simulazione dovranno essere eseguite. Una volta che l'oggetto è stato creato ed impostato, è possibile inserire tutte le operazioni che si desidera siano eseguite. A tal fine si adottano normalmente due metodi a seconda che si intenda controllare un singolo oggetto oppure un'intera lista di oggetti.

A.3.4 Le liste

Un elemento di fondamentale importanza per l'ambiente *Swarm* è senz'altro l'utilizzo delle liste. In *Swarm*, le liste sono una tipologia di oggetto appartenente alla classe *List*. Una lista è un oggetto all'interno del quale è contenuta una precisa struttura di singoli oggetti: per ciascuno di essi sono definite la propria zona di memoria e la propria posizione nei confronti degli altri oggetti. Le liste in *Swarm* possono avere diversi utilizzi:

Sono utilizzate per gestire collezioni di oggetti mediante la programmazione delle rispettive attività.

Possono essere utilizzate per trasferire informazioni tra diversi livelli di una simulazione.

Possono essere utilizzate da singoli agenti per tener traccia delle proprie esperienze e per gestire le informazioni in loro possesso.

In una lista è possibile aggiungere degli oggetti, recuperare le caratteristiche di un oggetto collocato in una particolare posizione e rimuovere tutti o solo in parte gli oggetti già presenti al suo interno. L'oggetto *Lista* è creato utilizzando il semplice metodo *create*. Dopo che l'oggetto *Lista* è stato creato, è possibile eseguire su di esso tutte le operazioni che si

desiderano. I metodi caratteristici di quest'oggetto sono: *.addFirst()*, aggiunge un elemento all'inizio della lista, *.addLast()*, aggiunge un elemento alla fine della lista, *.removeFirst()*, rimuove il primo elemento della lista, *.removeLast()*, rimuove l'ultimo elemento della lista, *.removeAll()*, estrae tutti gli elementi della lista senza cancellarli, *.deleteAll()*, cancella tutti gli elementi della lista.

A.4 Confronto tra Swarm e JAS

JAS è una libreria che ha affiancato pacchetti come Swarm⁴⁷, RePast⁴⁸, Ascape⁴⁹ ed altri, nella famiglia degli strumenti per la simulazione. La sigla sta per Java Agent-based Simulation library, è un progetto sviluppato dal Dott. Michele Sonnessa, dottorando dell'università di Torino. Tale applicazione è formata da una biblioteca di funzioni scritta in linguaggio Java, che consente di caricare, eseguire e controllare le simulazioni basate sull'interazione di agenti semplici, create per studiare processi complessi. La piattaforma JAS è simile alla libreria Swarm nella struttura e nei paradigmi, ma lo scopo di questo progetto non è ricreare un altro modo per costruire modelli basati su agenti, ma piuttosto di coordinare un insieme aperto di biblioteche, per aiutare i ricercatori a creare modelli e condividere funzioni scritte in diversi linguaggi.

Il nucleo di JAS è stato completamente ridisegnato, ma la maggior parte degli strumenti supplementari sono stati importati da tre principali biblioteche di funzioni, affidabili e ben sperimentate. Per il disegno dei grafici, [ptPlot](#), sviluppato dalla Berkley University, per i calcoli statistici e la generazione di numeri casuali, [COLT](#), dal CERN, per le funzioni di input output in Microsoft Excel, [jExcelApi](#), di Andy Khan, il generatore di immagini SVG, [SVG-Batik](#) ed il metodo di richiamo Sim2Web's, [XML-RPC](#), entrambi da Apache.

L'obiettivo del progetto era di creare un'interfaccia, che facesse da capsula, per integrare diverse funzionalità, importate da fonti diverse, in un progetto coerente, riducendo la complessità dello strumento e rendendolo compatibile con le caratteristiche di JAS. Così, per esempio, lo strumento di visualizzazione grafica è basato sulla biblioteca ptPlot, ma grazie alla nostra interfaccia, l'utilizzatore può disegnare oggetti statistici raccogliendo i dati dalla simulazione (dal pacchetto *jas.stats*), semplicemente passandoli al metodo *addSeries()* della classe *jas.plot.TimePlot*, la quale è una classe involucro, che trasferisce l'interfaccia statistica nel linguaggio in cui è programmata la funzione che disegna i grafici. Allo stesso modo, la

⁴⁷ www.swarm.org.

⁴⁸ <http://repast.sourceforge.net>.

⁴⁹ www.brook.edu/dybdocroot/es/dynamics/models/ascape/.

maggior parte delle funzioni di generazione di numeri casuali, che sono state usate per costruire i generatori di JAS, sono estratte dalla biblioteca COLT.

I criteri con cui è stato realizzato, hanno permesso a JAS di ereditare alcune caratteristiche dai pacchetti applicativi da cui trae fonte. Al suo interno vi sono diverse particolarità che lo differenziano da Swarm, di seguito ne elencheremo alcune. Un sistema per la progettazione di reti di simulazione, la possibilità di realizzare Algoritmi Genetici, Reti Neurali e Sistemi Classificatori. Un motore ad eventi discreti, che consiste in una lista di avvenimenti che dovranno accadere, ordinata rispetto al tempo. Ciò significa che, se è programmato un evento al tempo 2, uno al 1030 ed uno al 345, la lista eseguirà le azioni ordinate in modo crescente con la sequenza 2, 345, 1030. La differenza rispetto a Swarm è che il tempo scandito da un contatore autonomo che deve contare da 2 a 345, verificando se ci sono eventi da eseguire per ogni iterazione. Nel caso di simulazioni con granularità di tempo molto diverse questo si traduce in un notevole dispendio di tempo e risorse di calcolo, invece JAS modifica il tempo in base alla sequenza di eventi che trova nella lista (*eventList*).

L'architettura Sim2Web, che consente di pubblicare le simulazioni sul Web, in accoppiamento con la classe *jas.engine.AgentList*, che permette metodi di esecuzione asincroni, si rivela utile nel caso si esegua una simulazione in rete, con gli agenti che risiedono su postazioni remote diverse. Per esecuzione asincrona si intende la procedura, compiuta attraverso l'*AgentList*, per cui tutti gli agenti in una lista eseguono lo stesso metodo. In tal caso JAS si ferma ed attende che tutte le classi abbiano terminato di svolgere le istruzioni per proseguire con la simulazione. La modalità MultiRun è la possibilità di costruire una routine che, avvii un modello, attenda la conclusione della simulazione (normalmente indicata da un punto di stop) e osservando i risultati, decida se ri-eseguire il modello cambiandone i parametri. Tale caratteristica consente di compiere una calibrazione automatica dei parametri iniziali del modello⁵⁰.

La possibilità di utilizzare alcune istruzioni Turtles per gestire il movimento degli agenti. Il meccanismo con cui si realizza questa capacità è quello della classe genitrice, l'agente eredita da una Turtle ed il suo movimento è controllato attraverso le apposite funzioni. In particolare, attraverso l'*heading* si può decidere la direzione e far procedere la turtle, delegando a JAS il calcolo di seno e coseno per fargli fare ogni asso nella giusta direzione.

⁵⁰ Si può trovare un esempio di MultiRun nel modello di Matteo Richiardi, in *projects/MultiSimpleFD*.

Il Desktop mode è la funzionalità che permette di visualizzare a tutto schermo l'andamento della simulazione, contenendo all'interno dell'interfaccia grafica tutte le finestre del modello. Per visualizzare il Desktop si manda esecuzione JAS con l'opzione `--desktop`⁵¹.

Infine possiamo definire JAS una collezione di software disponibili open source, mescolati e resi omogenei in un'interfaccia coerente. La metodologia nella costruzione dei modelli è strettamente simile a quella Swarm, poiché è ben chiara e poiché molti ricercatori si sono abituati ad usarlo.

La tabella mostra l'equivalenza tra i metodi Swarm e JAS:

SWARM	JAS
swarm.activity ScheduleImpl ActionGroup	jas.events EventList SimGroup
swarm.analysis	jas.stats + jas.plot
swarm.collections	(Java standard collections)
swarm.defobj	jas.io
swarm.gui	jas.plot
swarm.objectbase	jas.probe
swarm.simtools	-
swarm.random	jas.random
swarm.simtoolsgui	jas.probe
swarm.space	jas.space

Tabella 1. Fonte dati presentazione di JAS alla Swarm fest 2003.

Le principali differenze tra questi due strumenti per la simulazione, risiedono non tanto nella struttura con cui si scrivono i modelli e nemmeno nella differenza tra le funzionalità comuni⁵², ma nel modo in cui sono rese disponibili tali funzioni e nella maggiore gamma di strumenti visivi e di pubblicazione disponibili.

⁵¹ Il comando è: `java -jar JAS.jar --desktop`.

⁵² Infatti JAS assorbe quasi completamente Swarm.

Appendice B. Descrizione analitica del modello.

B.1 Come funziona il modello

Ognuna delle classi⁵³ che compongono il modello ha la sua funzione all'interno della simulazione. La caratteristica peculiare di Swarm è la logica di interazione tra gli oggetti, ed è proprio su tale proprietà che abbiamo basato il nostro tentativo di descrizione di un ipotetico mercato concorrenziale. Per illustrarne meglio il funzionamento iniziamo a ritrarre il modello partendo dai suoi protagonisti. Abbiamo già illustrato le loro caratteristiche economiche in precedenza e ci apprestiamo a delineare quelle tecniche tra poco, ma ora ciò che vogliamo disegnare è un'idea globale di come fluisce il modello nel corso della simulazione. Gli agenti che sono stati creati appartengono a due ben precise categorie, i Consumer da una parte ed i Dealer dall'altra. Stante il fatto che nessuno, neanche un insignificante agente informatico, può “vivere” senza il suo ambiente, tali popolazioni sono strettamente connesse alla classe che fa da sfondo alle loro vicende, il MarketModel (contenuto nel file “MarketModel.java”). Come affronteremo più in dettaglio successivamente, il MarketModel non è uno spettatore inerme, anzi non osserva nulla del modello, le sue funzioni sono quelle di acquisire le caratteristiche che vogliamo abbiano i nostri agenti, di preparare lo spazio in cui agiranno, di generare i due insiemi di agenti, di dire ciò che devono fare in ogni intervallo di tempo minimo discreto e di tener il conto di quanti dealers e consumers sono stati creati, nonché del tempo in cui finirà la simulazione.

⁵³ Abbiamo usato il termine “classe” poiché un programma scritto in Java non è composto da variabili, sottoprogrammi, procedure o funzioni, ma bensì da oggetti, classi e metodi. Sono questi i termini che ci sforzeremo di usare in questa parte del lavoro.

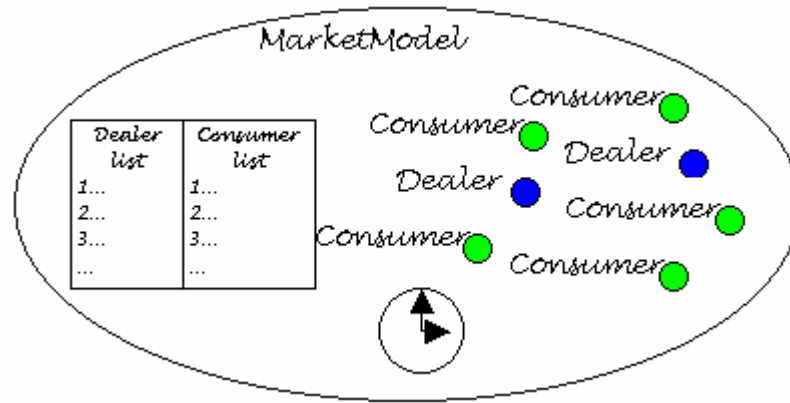


Figura 28. Schema del rapporto di dipendenza tra il MarketModel e gli Agenti⁵⁴.

Il MarketModel si occupa di seguire passo passo lo svolgimento della simulazione, ma non si cura di fare in modo che i possibili spettatori osservino l'andamento dei giochi. Il nostro abile servo, che ci prepara all'occorrenza ogni succulenta prelibatezza visiva, per soddisfare le nostre curiosità sullo stato dell'arte di qualsivoglia oggetto, o lista di oggetti, presente nel modello è il file MarketObserver. Questo punto di vista privilegiato è ottenuto da tale classe, inglobando in se il MarketModel.

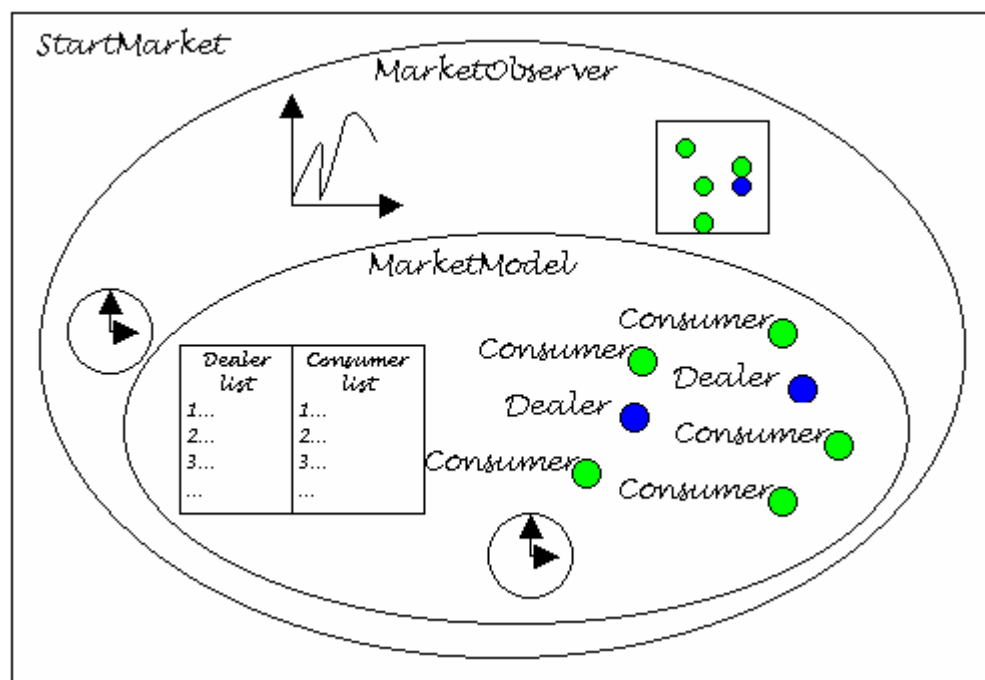


Figura 29. Schema generale del modello.

Tale classe sovrintende al recupero dei dati per il disegno dei grafici, al disegno degli stessi ed alla visualizzazione dell'andamento generale della simulazione con il raster⁵⁵, uno strumento che rappresenta una versione molto schematica del mondo in cui operano gli agenti, il Market World.

⁵⁴ Gli schemi sono liberamente tratti dal seminario su Swarm tenuto dal Prof. Terna.

⁵⁵ La finestra in cui si vede il vagare degli sciami.

Più esterno dal nostro punto di vista, a coordinare l'inizio del modello, vi è la classe `StartMarket` che al suo interno contiene i rimandi ai parametri generali del modello e crea il `MarketModel` da cui parte la simulazione.

Questo tipo di organizzazione tra i vari file che compongono il modello non è assoluta ed imm modificabile, anzi dato che si tratta di un linguaggio di programmazione, per cui è come l'alfabeto, è possibile comporre il modello come più sembra rispecchiare le proprie esigenze. Le parti che comunemente sono più ricorrenti nell'utilizzo del pacchetto⁵⁶ `Swarm` sono, nella loro indicazione generale, il `Bug`, che compone lo sciame, il `ModelSwarm`, che crea l'ambiente e l'`ObserverSwarm`, che crea le sonde per estrapolare i dati dal modello.

B.2 Dettaglio del programma

B.2.1 Lo `StartMarket`

Il file `StartMarket.java` contiene la classe principale del programma, la sua funzione è quella di creare in sequenza tutti gli oggetti che compongono il modello. Nelle prime righe vi sono gli oggetti che vengono importati dalla biblioteca di funzioni di `Swarm` per contestualizzare il programma ed usare i comandi preconfezionati per la creazione degli oggetti. Successivamente alla definizione della classe `StartMarket`, vi è il metodo principale senza il quale non si avvia la simulazione. Il primo passo è quello di creare un oggetto `MarketObserver` e di predisporlo attivando i metodi `.buildObjects()`, `.buildActions()` e `.activateIn()`; con la successiva istruzione `.go()` si attiva il pannello di controllo che ci consentirà di far partire la simulazione col tasto "Start". L'istruzione `.drop()` serve a chiudere la simulazione dopo aver premuto il tasto "Quit" sul pannello dei comandi principali. Nel resoconto del codice di questa classe abbiamo tralasciato una riga, la 14, all'interno di essa vi è l'intestazione di `Swarm`, il primo argomento deve essere uguale al nome del file `.scm`, che contiene i dati di default per i parametri più significativi del modello, i secondi due sono informativi, il terzo è sempre `args`.

```
// StartMarket.java
// Java Market application.

import swarm.Globals;
```

⁵⁶ Diciamo pacchetto poiché `Swarm` contiene una biblioteca di funzioni e detta un protocollo di comunicazione tra gli oggetti. Tra queste due direttrici generali, l'utente può addirittura scegliere il linguaggio di programmazione da usare tra due alternative, l'`Objective C` ed il `Java`.

```

import swarm.defobj.Zone;

public class StartMarket {

    public static void main (String[] args) {

        MarketObserver displaySwarm;

        // Swarm initialization: all Swarm apps must call this first.
        Globals.env.initSwarm ("CompetitiveMarket", "1.0",
        "Alessandro.Bena@libero.it", args);

        // Create a top-level Swarm object, now DisplaySwarm, and
        // build its internal objects and activities. Note that we use
        // the Lisp Archiver to create displaySwarm and to load the
        // model's display parameters from a file. The default
        // filename is the name given by the first argument to
        // initSwarm, above, with the file extension .scm. In this
        // case that is CompetitiveMarket.scm.

        // "displaySwarm", the second argument to getWithZone$key(), is
        // the key in the .scm file which contains the values of the
        // display parameters in the MarketObserver class. For now
        // there is only one parameter, displayFrequency.

        displaySwarm =
        (MarketObserver)Globals.env.lispAppArchiver.getWithZone$key(Globals.env.glo
        balZone, "displaySwarm");

        displaySwarm.buildObjects();
        displaySwarm.buildActions();
        displaySwarm.activateIn(null);

        // Now start the displaySwarm and the control panel it
        // provides.
        displaySwarm.go();

        // The user has pressed Quit. Drop everything and return.
        displaySwarm.drop();
    }
}

```

B.2.2 Il MarketObserver

Il MarketObserver, come citato sopra, assolve alle funzioni di lancio della simulazione e di osservazione del suo andamento. Prima cosa da fare, è importare all'interno del documento le classi per la gestione degli oggetti disponibili in Swarm. Queste funzioni sono principalmente i tipi di oggetti che servono a costruire il mondo degli agenti, i grafici ed ad inviare messaggi agli altri componenti del modello. Il MarketObserver è la diretta espressione della classe `GUISwarm`, grazie alla quale, tramite il meccanismo dell'ereditarietà, assimila tutti i metodi che sono disponibili in quella genitrice. Dopo la dichiarazione dei parametri che compariranno nel pannello dedicato al MarketObserver, `displayFrequency`, che mostra in ogni istante di tempo i dati della simulazione, se fosse multiplo di uno visualizzerebbe i

risultati ad intervalli regolari pari al valore introdotto, `zoomFactor`, mostra gli oggetti di visualizzazione più o meno grandi in base al valore che vi si attribuisce, `simulatedTime`, tiene il conto del trascorrere del tempo. Gli oggetti successivi sono la base su cui si creerà la simulazione; è degno di essere notato il comando `MarketModel modelSwarm`, che fa da inizio della messa in campo degli sciame; gli altri sono i futuri grafici, tra cui ve ne è uno disattivato (`consumerSalaryGraph`), poiché in questa fase dell'esperimento non sentiamo la necessità di visionarli.

Successivamente alla definizione degli oggetti, si richiama il metodo `MarketModel` che organizzerà gli strumenti di cui è stato fornito, creando il pannello dedicato alle sue esigenze, il `Probe`. Il codice successivamente costruisce gli oggetti, già definiti in precedenza, nella memoria del computer, e lancia la costruzione degli oggetti nel `MarketModel`, a cui serve dare un colore per la loro visualizzazione. La mappa colori che abbiamo creato nelle prime 5 posizioni ha dei colori definiti con il nome (`green`, `blue`, `black` ecc...), mentre dalla 6^a in poi vi è il residuo di un'idea di variazione dei colori, ma non è stata sviluppata. Con la tavolozza pronta non resta che dipingere, è proprio questa la funzione dei due prossimi cicli. Il programma crea un oggetto lista e vi copia dentro la sequenza di agenti che il `modelSwarm` ha creato precedentemente, per poi assegnare ad ognuno di loro un colore preso dalla mappa, i singoli agenti hanno al loro interno il metodo che recepisce il colore. Un'indicazione che ho imparato ad apprezzare nella realizzazione del modello è stata quella di scrivere le regole che coinvolgono tutto lo sciame fuori da esso, mentre ciò che interessa il singolo all'interno. Ciò può essere una banalità, ma è servita per la definizione del punto di riferimento da cui guardare le cose. Dopo questa digressione, occupiamoci della visualizzazione sul raster dei nostri agenti colorati, qui dobbiamo spiegare che vi è la necessità per non bloccare il programma, di eseguire il controllo sulle condizioni di esecuzione. In questo modello tale operazione è svolta da una classe esterna, `SwarmUtils`, che è richiamata all'occorrenza (ogni volta che si intende costruire un selettore, è `SwarmUtils` a occuparsene). I settaggi ancora necessari sono di carattere visivo e più importante l'importazione della disposizione degli agenti sulla finestra. Il passo seguente è richiamare il metodo che disegna gli agenti, prima i `consumers` poi i `dealers`, così quando un `consumer` si trova sulle stesse coordinate di un `dealer`, dal nostro punto di vista, sembra che vi entri dentro. Ora è il momento di occuparci dei grafici, il primo è `marketPriceGraph`, in cui sono riportati i valori medi, tra la popolazione dei `dealers`, del prezzo al pubblico, del costo medio e del costo marginale, in funzione del tempo. Il codice rappresenta questi passaggi, si inizializza l'oggetto, il grafico, lo si coordina con il modello, si creano le serie di dati da rappresentare, sempre utilizzando il selettore e la

classe di appoggio. I grafici successivi seguono lo stesso procedimento, il `Salary graph` è disattivato⁵⁷.

Dopo aver completato tutti gli oggetti che ci servono, lo schema del codice si preoccupa di far fare loro quello per cui sono stati costruiti. Entra in gioco il metodo `buildActions()`, la sua presenza è basilare, poiché anche se sono pronti gli oggetti, non eseguono nessun calcolo se non gli viene dato il via con questo metodo. Per prima cosa si dà il via al metodo analogo nella classe `MarketModel`, tramite l'oggetto `modelSwarm`, in seguito si crea un gruppo di azioni e gli si aggiunge una per volta i selettori che contengono i metodi da eseguire in sequenza. Mostrare gli agenti, disegnare il raster, disegnare i nuovi dati sui grafici, aggiornare lo scorrere del tempo, aggiornare il pannello che mostra lo scorrere del tempo, coordinare gli eventi della simulazione e controllare se è esaurito il periodo di osservazione; queste sono le azioni ad essere inserite a questo livello del modello. Tale menù è in seguito inserito nell'oggetto `displaySchedule`, che lo rende visibile a tutte le classi della simulazione.

La lista delle azioni è anch'essa pronta, manca l'attivazione del tutto; infatti il metodo `activateIn()` prende lo `schedule` preparato prima ed esegue tutti gli ordini in esso contenuti, infatti in questo caso il metodo restituisce oggetti di tipo `Activity`, non `Object` come prima.

I metodi seguenti, pur essendo fuori dallo schema principale, assolvono ad alcune delle funzioni richiamate precedentemente. Esaminiamole brevemente: `checkForDone()`, controlla ad ogni passo successivo se la simulazione ha finito i periodi a disposizione o meno, è una delle azioni nello `schedule`; `updateSimulatedTime()`, aggiorna la variabile che nel pannello del `MarketObserver` mostra lo scorrere dei periodi; `_worldRasterDeath()`, `_marketPriceGraphDeath()`, `_liquidityGraphDeath()` e `_hAndTGraphDeath()`, servono ad eliminare il grafico corrispondente a fine simulazione.

```
// MarketObserver.java The observer swarm is collection of objects that
// are used to run and observe the MarketModel that actually comprises
// the simulation.
```

```
import swarm.Globals;
import swarm.Selector;

import swarm.defobj.Zone;
import swarm.defobj.ZoneImpl;
import swarm.defobj.Symbol;

import swarm.gui.Colormap;
import swarm.gui.ColormapImpl;
import swarm.gui.ZoomRaster;
import swarm.gui.ZoomRasterImpl;
```

⁵⁷ Vedi sopra.


```

import swarm.analysis.EZGraph;
import swarm.analysis.EZGraphImpl;

import swarm.space.Value2dDisplay;
import swarm.space.Value2dDisplayImpl;
import swarm.space.Object2dDisplay;
import swarm.space.Object2dDisplayImpl;

import swarm.simtoolsgui.GUISwarm;
import swarm.simtoolsgui.GUISwarmImpl;

import swarm.activity.ActionGroup;
import swarm.activity.ActionGroupImpl;
import swarm.activity.Schedule;
import swarm.activity.ScheduleImpl;
import swarm.activity.Activity;

import swarm.objectbase.Swarm;
import swarm.objectbase.SwarmImpl;
import swarm.objectbase.EmptyProbeMap;
import swarm.objectbase.EmptyProbeMapImpl;

import swarm.collections.ListImpl;

// MarketObserver is a subclass of GUISwarm implementation class.
public class MarketObserver extends GUISwarmImpl {

    // Declare the display parameters and their default values.
    public int displayFrequency = 1;
    public int zoomFactor = 4;
    public int simulatedTime = 0;

    // A flag to signal the end of the simulation.
    public boolean simulationFinished = false;

    // Declare other variables local to MarketObserver.
    public MarketModel modelSwarm;
    public ZoomRaster worldRaster;
    public EZGraph marketPriceGraph;
    public EZGraph liquidityGraph;
    public EZGraph hAndTGraph;
    // public EZGraph consumerSalaryGraph;
    public Value2dDisplay marketDisplay;
    public Object2dDisplay consumerDisplay;
    public Object2dDisplay dealerDisplay;
    public ScheduleImpl displaySchedule;
    public ActionGroupImpl displayActions;

    // This is the constructor for a new MarketObserver.
    public MarketObserver(Zone azone) {

        // Use the parent class to create an observer swarm.
        super(azone);

        // Build a custom probe map. Without a probe map, the default
        // is to show all variables and messages. Here we choose to
        // customize the appearance of the probe, giving a nicer
        // interface.

        // Create the probe map and give it the MarketObserver class.
        EmptyProbeMapImpl probeMap = new EmptyProbeMapImpl(azone, getClass());

        // Now add probes for the variables we wish to probe, using

```

```

// the method in our SwarmUtils class.
probeMap.addProbe(getProbeForVariable("displayFrequency"));
probeMap.addProbe(getProbeForVariable("zoomFactor"));
probeMap.addProbe(getProbeForVariable("simulatedTime"));

// And finally install our probe map into the probeLibrary.
// Note that this library object was automatically created by
// initSwarm.
Globals.env.probeLibrary.setProbeMap$For(probeMap, getClass());
}

// The buildObjects method.
public Object buildObjects() {

    Zone modelZone;
    Colormap colormap;
    Selector sel;

    // Use the parent class to initialize the process.
    super.buildObjects();

    // First we create the model that we're actually observing, by
    // creating an instance of the MarketModel class, modelSwarm.
    // modelSwarm will now be a subSwarm of this top-level
    // MarketObserver rather than the top-level Swarm in its own
    // right. We create modelSwarm in its own newly-created Zone
    // so that modelSwarm's storage is segregated from the rest of
    // the application. Note that as in SimpleSwarmConsumer3, we are
    // reading the modelSwarm parameters from a file and so use
    // the List Archiver to create modelSwarm.

    modelZone = new ZoneImpl(getZone());
    modelSwarm =
(MarketModel)Globals.env.lispAppArchiver.getWithZone$key(modelZone,
"modelSwarm");

    // Now create probe objects on the model and on ourselves.
    // This provides a simple interface to allow the user to
    // change the model and simulation parameters. Note that the
    // createArchivedProbeDisplay() method is provided by the Swarm
    // environment, set up by the call to initSwarm().
    Globals.env.createArchivedProbeDisplay(modelSwarm, "modelSwarm");
    Globals.env.createArchivedProbeDisplay(this, "marketObserver");

    // Instruct the control panel to wait for a button event: we
    // halt here until someone hits a control panel button.
    // Eventually this will allow the user a chance to fill in
    // parameters before the simulation runs.
    getControlPanel().setStateStopped();

    // OK - the user has pressed a button. Now we're ready to
    // start.

    // Allow the model swarm to build its objects.
    modelSwarm.buildObjects();

    // Now build the GUI display objects.

    // First, create a colormap, the correspondence between a
    // color and a byte integer code. This is a global resource
    // which is used by lots of different objects. Then set the
    // three colors we will be using. Since the MarketSpace grid
    // uses one to indicate a cell with market and zero to indicate

```

```

// a cell without market, MarketSpace cells will be displayed in
// red or black depending on whether they contain market or not.
// We'll use green to indicate the location of our consumers.
colormap = new ColormapImpl(getZone());
colormap.setColor$ToName((byte)0, "black");
colormap.setColor$ToName((byte)1, "red");
colormap.setColor$ToName((byte)2, "green");
colormap.setColor$ToName((byte)3, "yellow");
colormap.setColor$ToName((byte)4, "blue");
for (int i = 5; i < 64; i++)
    colormap.setColor$ToRed$Green$Blue((byte) i, 0, (double) i / 63.0,
0);

// Now tell each of the consumers in the model to set its default
// display color to green (2). We do this by getting the list
// of consumers created in modelSwarm and iterating through it.
ListImpl consumerList = modelSwarm.getConsumerList();
for (int i = 0; i < consumerList.getCount(); i++) {

    Consumer consumer = (Consumer)consumerList.atOffset(i);
    consumer.setConsumerColor((byte)2);
}

ListImpl dealerList = modelSwarm.getDealerList();
for (int i = 0; i < dealerList.getCount(); i++) {

    Dealer dealer = (Dealer)dealerList.atOffset(i);
    dealer.setDealerColor((byte)4);
}

// Next, create a "raster widget", a 2-dimensional display
// window. We tell the raster what to do if it dies, give it
// its colormap, set its zoom factor (its actual size on the
// display screen), set its virtual dimensions to the size of
// our world, and give it its title.
worldRaster = new ZoomRasterImpl(getZone(), "worldRaster");
sel = SwarmUtils.getSelector(this, "_worldRasterDeath_");
worldRaster.enableDestroyNotification$notificationMethod(this, sel);
worldRaster.setColormap(colormap);
worldRaster.setZoomFactor(zoomFactor);
worldRaster.setWidth$Height((modelSwarm.getConsumerWorld()).getSizeX(),
(modelSwarm.getConsumerWorld()).getSizeY());
worldRaster.setWidth$Height((modelSwarm.getDealerWorld()).getSizeX(),
(modelSwarm.getDealerWorld()).getSizeY());
worldRaster.setWindowTitle("Market World");

// This instructs the raster to digest all the information we
// have just given it and to initialize itself for display.
worldRaster.pack();

// Also create an Object2dDisplay that will display the consumers
// and the dealers on the raster, giving it the raster, the grid
// on which the objects (consumers and dealers) are located, and
// the draw message to the agents. (The Object2dDisplay relies on
// the objects to send their own draw messages to the raster).
// Once the Object2dDisplay is created, we give it the list of
// consumers and dealers to which the draw message needs to be
// sent. Again, think of the consumerspace and the dealerspace as
// overlaying the raster.)
sel = SwarmUtils.getSelector("Consumer", "drawSelfOn");
consumerDisplay = new Object2dDisplayImpl(getZone(), worldRaster,
modelSwarm.getConsumerWorld(), sel);
consumerDisplay.setObjectCollection(modelSwarm.getConsumerList());

```

```

    sel = SwarmUtils.getSelector("Dealer", "drawSelfOn");
    dealerDisplay = new Object2dDisplayImpl(getZone(), worldRaster,
modelSwarm.getDealerWorld(), sel);
    dealerDisplay.setObjectCollection(modelSwarm.getDealerList());

    // Now create a Value2dDisplay, an object that will display an
    // arbitrary 2-dimensional value array, in this case our
    // marketSpace, on the raster widget. Think of the marketSpace
    // lattice overlaying the raster.
    marketDisplay = new Value2dDisplayImpl(getZone(), worldRaster,
colormap, modelSwarm.getMarket());

    // Create the graph widget to display middle market price.
    marketPriceGraph = new EZGraphImpl(getZone (), "Middle market price and
marginal cost vs. time", "time", "price and marginal cost", "Middle market
price");

    // instruct this _marketPriceGraphDeath_ method to be called when
    // the widget is destroyed
    sel = SwarmUtils.getSelector(this, "_marketPriceGraphDeath_");
    marketPriceGraph.enableDestroyNotification$notificationMethod (this,
sel);

    // create the data for the average market price
    sel = SwarmUtils.getSelector("Dealer", "getPublicPrice");
    marketPriceGraph.createAverageSequence$withFeedFrom$andSelector
("Middle Market Price", modelSwarm.getDealerList(), sel);

    sel = SwarmUtils.getSelector("Dealer", "getAverageCost");
    marketPriceGraph.createAverageSequence$withFeedFrom$andSelector
("Average Cost", modelSwarm.getDealerList(), sel);

    sel = SwarmUtils.getSelector("Dealer", "getMarginalCost");
    marketPriceGraph.createAverageSequence$withFeedFrom$andSelector
("Marginal Cost", modelSwarm.getDealerList(), sel);

    // Liquidity graph.
    liquidityGraph = new EZGraphImpl(getZone (), "Dealers' liquidity not
invested in stock vs. time", "time", "liquidity", "Not invested
liquidity");

    sel = SwarmUtils.getSelector(this, "_liquidityGraphDeath_");
    liquidityGraph.enableDestroyNotification$notificationMethod (this,
sel);

    sel = SwarmUtils.getSelector("Dealer", "getMyLiquidity");
    liquidityGraph.createAverageSequence$withFeedFrom$andSelector ("Not
invested liquidity", modelSwarm.getDealerList(), sel);

    // Happiness and Traded quantity graph.
    hAndTGraph = new EZGraphImpl(getZone (), "Consumers' happiness and
Dealers' sold quantity vs. time", "time", "happines and quantity", "...");

    sel = SwarmUtils.getSelector(this, "_hAndTGraphDeath_");
    hAndTGraph.enableDestroyNotification$notificationMethod (this, sel);

    sel = SwarmUtils.getSelector("Consumer", "getHappiness");
    hAndTGraph.createAverageSequence$withFeedFrom$andSelector ("Consumers'
happiness", modelSwarm.getConsumerList(), sel);

    sel = SwarmUtils.getSelector("Dealer", "getSoldQuantity");

```

```

        hAndTGraph.createAverageSequence$withFeedFrom$andSelector ("Sold
quantity by dealers", modelSwarm.getDealerList(), sel);

/*      // Salary graph
        consumerSalaryGraph = new EZGraphImpl(getZone (), "Wages vs. time",
"time", "wage", "Salary");

        sel = SwarmUtils.getSelector(this, "_consumerSalaryGraphDeath_");
        consumerSalaryGraph.enableDestroyNotification$notificationMethod (this,
sel);

        sel = SwarmUtils.getSelector("Consumer", "getSalary");
        consumerSalaryGraph.createAverageSequence$withFeedFrom$andSelector
("Consumers' salary", modelSwarm.getConsumerList(), sel);

        sel = SwarmUtils.getSelector("Dealer", "getWage");
        consumerSalaryGraph.createAverageSequence$withFeedFrom$andSelector
("Dealers' Wage", modelSwarm.getDealerList(), sel);
*/
        return this;
    }

    public Object buildActions() {

        Selector sel;

        // Use the parent class to begin the process.
        super.buildActions();

        // Call on the model swarm to build and schedule its actions.
        modelSwarm.buildActions();

        // Create an ActionGroup for display. This is a list of
        // display actions that we want to occur at each step in
        // simulation time. First we tell the marketDisplay and the
        // consumerDisplay to display themselves on the raster widget, and
        // then tell the raster widget to display itself on the
        // screen. "doTkEvents", is required at the end to make
        // everything happen. We then check to see if modelSwarm has
        // told us to stop the simulation.
        displayActions = new ActionGroupImpl(getZone());

        sel = SwarmUtils.getSelector(marketDisplay, "display");
        displayActions.createActionTo$message(marketDisplay, sel);

        sel = SwarmUtils.getSelector(consumerDisplay, "display");
        displayActions.createActionTo$message(consumerDisplay, sel);

        sel = SwarmUtils.getSelector(dealerDisplay, "display");
        displayActions.createActionTo$message(dealerDisplay, sel);

        sel = SwarmUtils.getSelector(worldRaster, "drawSelf");
        displayActions.createActionTo$message(worldRaster, sel);

        sel = SwarmUtils.getSelector(marketPriceGraph, "step");
        displayActions.createActionTo$message(marketPriceGraph, sel);

        sel = SwarmUtils.getSelector(liquidityGraph, "step");
        displayActions.createActionTo$message(liquidityGraph, sel);

        sel = SwarmUtils.getSelector(hAndTGraph, "step");
        displayActions.createActionTo$message(hAndTGraph, sel);

```

```

//      sel = SwarmUtils.getSelector(consumerSalaryGraph, "step");
//      displayActions.createActionTo$message(consumerSalaryGraph, sel);

      sel = SwarmUtils.getSelector(this, "updateSimulatedTime");
      displayActions.createActionTo$message(this, sel);

      sel = SwarmUtils.getSelector(Globals.env.probeDisplayManager,
"update");
      displayActions.createActionTo$message(Globals.env.probeDisplayManager,
sel);

      sel = SwarmUtils.getSelector(getActionCache(), "doTkEvents");
      displayActions.createActionTo$message(getActionCache(), sel);

      sel = SwarmUtils.getSelector(this, "checkForDone");
      displayActions.createActionTo$message(this, sel);

      // Finally, put the ActionGroup into a display schedule.
      displaySchedule = new ScheduleImpl(getZone(), displayFrequency);
      displaySchedule.at$createAction(0, displayActions);

      return this;
}

// Activate the schedules so that they are ready to run. The
// swarmContext argument is the zone in which the MarketObserver is
// activated. Typically the MarketObserver is the top-level swarm,
// so it is activated in "null". The other (sub)swarms and
// schedules will be activated inside of the MarketObserver
// context.
public Activity activateIn(Swarm swarmContext) {

    // Use the parent class to activate ourselves in the context
    // passed to us.
    super.activateIn(swarmContext);

    // Now activate the model swarm in the MarketObserver context.
    modelSwarm.activateIn(this);

    // Then activate the MarketObserver schedule in the
    // MarketObserver context.
    displaySchedule.activateIn(this);

    // Finally, return the activity we have built - the thing that
    // is ready to run.
    return getActivity();
}

// This method checks each period to see if the simulation is
// done. It is called at the end of each period.
public void checkForDone() {

    if (simulationFinished) {

        // The simulation is over. Presumably we got here because
        // the user did not QUIT when told to do so after the
        // modelSwarm activity was terminated. We therefore chide
        // her and press QUIT ourselves.
        System.out.println("I said to QUIT!");
        modelSwarm.getActivity().terminate();
        modelSwarm.drop();
        getControlPanel().setStateQuit();
    }
}

```

```

else if (modelSwarm.getActivity().getStatus() == Globals.env.Completed)
{
    // modelSwarm has signaled us that the simulation is
    // finished by terminating itself. (MarketObserver sees
    // this as Completed".) Press the STOP button on the
    // control panel. Pressing STOP rather than QUIT leaves
    // the raster window and the control panel on the display
    // so that the user can look at the results of the
    // simulation. (Those windows will disappear when the
    // user presses QUIT.) We also set a flag to indicate
    // that the simulation is over, in case the user presses
    // START or NEXT instead of QUIT.
    simulationFinished = true;
    System.out.println("The simulation ended after " +
Globals.env.getCurrentTime() + " periods.");
    System.out.println("Press QUIT when ready.");
    getControlPanel().setStateStopped();
}

// We want simulatedTime to keep track of the current time so that
// we can display it in our custom probe map.
public void updateSimulatedTime() {

    simulatedTime = Globals.env.getCurrentTime();
}

// This is a method given to the raster object to tell it what to
// do in the event of an untimely death.
public Object _worldRasterDeath_ (Object caller) {

    worldRaster.drop ();
    worldRaster = null;
    return this;
}

public Object _marketPriceGraphDeath_ (Object caller) {

    marketPriceGraph.drop ();
    marketPriceGraph = null;
    return this;
}

public Object _liquidityGraphDeath_ (Object caller) {

    liquidityGraph.drop ();
    liquidityGraph = null;
    return this;
}

public Object _hAndTGraphDeath_ (Object caller) {

    hAndTGraph.drop ();
    hAndTGraph = null;
    return this;
}

/* public Object _consumerSalaryGraphDeath_ (Object caller) {

    consumerSalaryGraph.drop ();
    consumerSalaryGraph = null;
}

```

```

        return this;
    }*/
}

```

B.2.3 Il MarketModel

Il centro in cui si svolge l'azione è il file `MarketModel`, dal `MarketObserver` giungono qui gli ordini per lanciare gli sciami nel turbinio delle interazioni. Lo schema generale del file è simile al precedente, vi sono una parte di importazione di classi da `Swarm`, la classe principale che è figlia della classe `SwarmImpl`, un metodo `buildObjects()`, un metodo `buildActions()` ed uno `activateIn()`, ma con grandi differenze al proprio interno rispetto al file `MarketObserver.java`.

Esaminiamo quali classi è necessario importare per sviluppare i gruppi di agenti, la principale differenza che si nota è l'assenza degli oggetti che gestiscono i grafici ed il raster. Dopodiché si definiscono i valori dei parametri base del modello, tra cui vi sono i parametri costruttivi, il campo in cui variano le caratteristiche dei `consumers` e quello dei `dealers`. La dichiarazione degli oggetti continua con le variabili che il `Model` invierà agli agenti. I `consumer`, per come li abbiamo definiti, hanno bisogno solo del `consumerSalary` e `researchCost`, rispettivamente il valore del reddito ed il costo opportunità per unità di tempo, in quanto gli altri dati scaturiscono dalle interazioni storiche dei singoli agenti; mentre i `dealer` invece sono più legati all'ambiente, infatti per essere ben descritti necessitano di più aspetti economici, ad esempio `dealerAsset`, `dealerWage`, `dealerCost`, `dealerBudget`, `dealerPrice` e `notInvested`, che rappresentano, l'investimento iniziale, la retribuzione, i costi di gestione, il budget disponibile per gli impieghi caratteristici, il costo delle materie prime e le disponibilità liquide⁵⁸. Gli oggetti non esaminati, `consumerSpace`, `dealerSpace`, `consumerList`, `dealerList`, e `reaperQueue`, contengono la disposizione spaziale dei due sciami, con cui gli agenti conoscono la posizione dei componenti del gruppo e le liste in cui vi sono elencati i singoli agenti con tutte le loro caratteristiche. Il metodo `MarketModel` ha lo scopo di creare il pannello di controllo ad esso dedicato, con cui si può variare il valore dei parametri specificati con il comando `.addProbe(getProbeForVariable(" ... "))`, applicato all'oggetto `probeMap`.

⁵⁸ È assolutamente necessario dire che l'investimento iniziale minimo (`minDealerAsset`), deve essere maggiore della somma dei valori massimi del salario e dei costi (`maxDealerWage + maxDealerCost`), altrimenti, non potendo calcolare il budget in ogni situazione, il programma va in errore. Tale controllo non è stato implementato nel codice.

Il prossimo passo è descrivere il metodo `buildObject()`, in cui prendono corpo i `Consumer` ed i `Dealer` della simulazione. Come consueto le prime righe sono deputate alla definizione degli oggetti utilizzati in questo specifico metodo, variabili di servizio `x`, `y`, `num`, per identificare gli agenti, `aconsumer` e `adealer`, gli agenti veri e propri. Dopodichè si inizializza il processo di simulazione con il metodo `super.buildObjects()`, gli spazi di azione degli agenti riempiendoli di “vuoti”⁵⁹ (`null`) e le liste che conterranno le popolazioni di agenti.

Finalmente giungiamo al punto in cui riempiamo di agenti tutti i contenitori che abbiamo diligentemente preparato in precedenza. Il processo è simile per i due gruppi; si immagina il raster come una matrice che ha le sue coordinate 0, 0 nell’angolo in alto a sinistra della finestra, partendo da questa cella si spazzano tutti gli spazi disponibili, confrontando la variabile che contiene la densità rispetto allo spazio disponibile (`consumerDensity`, `dealerDensity`) con un numero casuale compreso tra zero e uno; se il numero casuale è minore della soglia si prepara ed inserisce un agente a quelle coordinate, attribuendogli un numero progressivo che lo identificherà al di là delle liste, ma che ci è stato utile in alcune verifiche.

Passiamo ora a vedere in dettaglio la preparazione degli agenti. I `Consumer` hanno bisogno di due parametri per partire, il reddito ed il costo opportunità. Il primo è individuato prendendo un valore casuale tra la soglia minima e quella massima immesse in precedenza, troncato alla seconda cifra decimale; il secondo deriva dal reddito, dividendo lo stesso per venti volte il `dealerPeriod`, che è coinvolto anche nella periodicità del reddito dei `consumers`. Pronti i dati, dopo pagine di preparazione, ecco che nasce un `Consumer` a cui si passano una serie di parametri, `Globals.env.globalZone`, `consumerSpace`, per conoscere la posizione degli altri membri del gruppo, `dealerSpace`, per sapere se si è incontrato un `Dealer`, `consumerSalary`, `researchCost`, `x`, `y`, `++num`, `dealerPeriod`, `endTime`. Vi è una riga disattivata che richiama un metodo all’interno del `Consumer`, era lì solo per controllare l’effettiva collocazione degli agenti. Dopodichè si mette l’agente creato nella sua collocazione spaziale e lo si aggiunge alla lista dei consumatori.

Per i `Dealer` il procedimento è analogo, ma i parametri che è necessario definire sono di più. Si parte con il `dealerAsset`, che rappresenta l’investimento iniziale di capitale, il `dealerWage`, come esempio di costo del lavoro endogeno ed il `dealerCost`, i costi di gestione esogeni, che per semplicità non variano nel corso della simulazione, tutti questi sono valori casuali compresi tra un minimo ed un massimo inseriti dal pannello di controllo. Da questi per sottrazione si ricava il budget da investire in beni che verranno poi venduti dal

⁵⁹ È un po’ come inizializzare una variabile a zero, questi sono oggetti, indi si inizializzano con oggetti vuoti.

Dealer che ci si accinge a creare (`dealerBudget = dealerAsset - dealerWage - dealerCost`). Dopodichè bisogna acquistare i beni, sarebbe semplice dividere il budget per il prezzo e comprare così tutto il possibile, ma i nostri venditori non sanno se i beni in cui investono andranno esauriti e non conoscono neppure i livelli di approvvigionamento dei concorrenti, così il ciclo che cerca la quantità acquistabile si ripete finchè non trova un numero casuale⁶⁰ di beni che può essere comprato con quel budget. Da notare che all'interno del ciclo si crea ed inizializza un oggetto `unitaryCost`, che riproduce, esternamente al `MarketModel`, una tabella discreta dei prezzi in funzione delle quantità. Il secondo appunto che faremo è che si è usato un ciclo `do ... while` poiché il processo di ricerca deve essere compiuto almeno una volta, comunque anche l'uso di un ciclo `while` non sarebbe stato un problema. L'eventuale scarto tra il valore del budget ed il valore della quantità per il prezzo, non deve essere trascurato, poiché rappresenta per i dealers una importante riserva di liquidità, per cui merita di essere salvato in un oggetto a lui dedicato per trasferirlo agli agenti. Veniamo ora alla costruzione dell'agente a queste coordinate, lo esaminiamo sotto il profilo degli oggetti che sono necessari per farlo agire, `dealerWage`, `dealerCost`, `dealerBudget`, `startQuantity`, `dealerPrice`, `notInvested`, `dealerPeriod`, `this`, `x`, `y`, `++num`, le prime sei le abbiamo già viste, il `dealerPeriod` serve per la valutazione dell'andamento delle vendite, l'oggetto `this` duplica il `MarketModel` nei dealers per tenere sotto controllo la popolazione, ma questa possibilità è sfruttata solo per togliere i dealers dalla simulazione al verificarsi di determinate condizioni; si nota la mancanza del `dealerSpace`, ma non è un problema visto che i dealers non si spostano. Dopodichè, come con i `Consumer`, gli si fa occupare una cella e lo si aggiunge in fondo alla lista. Prima della fine del metodo, si crea ancora la lista degli agenti Dealer da eliminare, naturalmente all'inizio è vuota.

Tra il `buildObject()` ed il `buildActions()` vi sono dei metodi che ci faranno fare una piccola digressione. Il `trunkNumber` è stato scritto per liberare il modello dai decimali del formato `double`, poiché, ad esempio una differenza tra due valori all'ottava cifra decimale avrebbe fatto discriminare i `Consumer` tra due prezzi praticamente identici⁶¹. Tale metodo permette di selezionare sia la variabile che la posizione decimale da lasciare invariata, al suo interno la variabile potenza salva gli spazi decimali da tenere. Al valore da troncare già moltiplicato viene cambiato il formato, trasformandolo in un intero, che perde la parte decimale e subito riconvertito in `double` dividendolo per riacquistare la dimensione

⁶⁰ Tale numero è cercato tra 1 e 1000, ma non è immutabile, può essere anche tra 1 e 10000, il ciclo cercherà comunque una quantità ammissibile per il budget in questione.

⁶¹ Se un prezzo è 12,34567890... ed un altro è 12,34567891..., il programma considera il secondo più grande, ma nel nostro modello una differenza così piccola non è significativa. A noi basta la seconda cifra decimale, per cui 12,34... è uguale a 12,34...

appropriata⁶². Il procedimento è efficace, ma alle volte lascia uno strascico di cifre di arrotondamento che, nell'insieme, creano più che altro disagio estetico.

I metodi seguenti non hanno al loro interno degli algoritmi, semplicemente inviano delle variabili a chi ne fa richiesta e sono tutti richiamati dal `MarketObserver` `getMarket()`, `getConsumerList()`, `getConsumerWorld()`, `getDealerList()`, `getDealerWorld()`, ognuno manda all'observer un oggetto preciso che servirà per la visualizzazione dell'andamento della simulazione. In questi oggetti, che poi sono liste, sono contenuti gli agenti e quindi, in un susseguirsi di scatole cinesi, anche l'accesso a tutti i metodi ivi contenuti.

Proseguendo incontriamo la parte `buildActions()` le cui principali differenze con lo stesso metodo trovato nell'observer stanno nel diverso tipo di selettori creati. Fermo restando l'utilizzo di una classe esterna per controllare le azioni, sono i metodi richiamati che ne fanno la diversità. I primi due creano un selettore con dentro il metodo in cui sono descritte le azioni che il singolo agente, prima Consumer dopo Dealer, deve compiere in ogni istante di tempo. Il terzo selettore contiene il metodo, inserito nel model, che toglie i dealers dal modello. Il quarto controlla che il tempo di simulazione non sia ancora finito. Le due istruzioni successive incorporano la lista di azioni nello `schedule`, che le eseguirà in sequenza quando nelle prossime righe verrà attivato tramite `activateIn()`.

Prima di passare al processo di esclusione dei dealers, spendiamo due parole sul `checkTime()`, al suo interno vi è semplicemente un'istruzione `if`, che controlla se l'oggetto `Globals.env.getCurrentTime()`, che è contenuto nel `swarm.Globals`, abbia raggiunto o meno il valore che abbiamo immesso come fine della simulazione, per bloccare tutto una volta raggiunto.

Ora occupiamoci del processo di selezione a cui sono sottoposti i dealers. Nell'immaginario di questo modello vi era la necessità di eliminare gli agenti che avessero raggiunto una condizione di non sopravvivenza, il metodo con cui li abbiamo fatti "fallire" è un po' macchinoso. Il primo passo è controllare che nella posizione da cui perviene la richiesta vi sia effettivamente un agente Dealer, in caso affermativo lo si toglie dallo spazio inserendo un vuoto, contestualmente si aggiunge alla lista `reaperQueue` lo stesso agente. Il gioco passa al metodo successivo in cui per prima cosa si crea un oggetto Dealer, se nella lista di attesa vi è ancora qualche agente, l'oggetto appena formato prende le sembianze del primo in lista e viene tolto da lì, la linea successiva lo toglie dalla lista generale. Il doppio passaggio, tra una lista e l'altra e viceversa, può sembrare inutile, ma in questo modo, creando una lista di coda,

⁶² Terna (2003).

vi è un momento in cui al suo interno vi sono tutti gli oggetti da eliminare in quel turno, una risorsa importante se si vuole studiare la situazione di coloro che sono travolti dagli eventi. A chiudere il codice vi è il controllo se vi siano o meno ancora agenti nella simulazione, in caso negativo il programma si arresta. Tale metodo è innescato all'interno del Dealer, ma lo illustreremo a suo tempo.

```
// MarketModel.java
// The top-level MarketModel

import swarm.Globals;
import swarm.Selector;
import swarm.defobj.Zone;

import swarm.objectbase.Swarm;
import swarm.objectbase.SwarmImpl;
import swarm.objectbase.EmptyProbeMap;
import swarm.objectbase.EmptyProbeMapImpl;

import swarm.activity.ActionGroupImpl;
import swarm.activity.ScheduleImpl;
import swarm.activity.Activity;

import swarm.space.Discrete2dImpl;
import swarm.space.Grid2dImpl;
import swarm.collections.ListImpl;

public class MarketModel extends SwarmImpl {

    // Declare the model parameters and their default values.

    // General parameters
    public int worldXSize = 80, worldYSize = 80;
    public int randomStartSeed = 12345;
    public int endTime = 1625;
    public int dealerPeriod = 30;

    // Consumers' parameters
    public double consumerDensity = 0.010;
    public double maxConsumerSalary = 5000;
    public double minConsumerSalary = 400;

    // Dealers' parameters
    public double dealerDensity = 0.010;
    public double maxDealerAsset = 10000;
    public double minDealerAsset = 2500;
    public double maxDealerWage = 1000;
    public double minDealerWage = 200;
    public double maxDealerCost = 1000;
    public double minDealerCost = 200;

    // Declare some other needed variables.
    public Discrete2dImpl marketSpace;

    // Consumers' variables
    public double consumerSalary;
    public double researchCost;
    public ListImpl consumerList;
    public Grid2dImpl consumerSpace;
```

```

// Dealers' variables
public Grid2dImpl dealerSpace;
public ListImpl dealerList, reaperQueue;
public double dealerAsset;
public double dealerWage;
public double dealerCost;
public double dealerBudget;
public double dealerPrice;
public double notInvested;
public int startQuantity;

// Variables needed to make the model
public ScheduleImpl modelSchedule;
public ActionGroupImpl modelActions;

// This is the constructor for a new MarketModel.
public MarketModel(Zone azone) {

    // Use the parent class to create a top-level swarm.
    super(azone);

    // Build a customized probe map. Without a custom probe map
    // the default is to show all variables and messages. Here we
    // choose to customize the appearance of the probe, giving a
    // nicer interface.

    // Create the probe map and give it the MarketModel class.
    EmptyProbeMapImpl probeMap = new EmptyProbeMapImpl(azone, getClass());

    // Now add probes for the variables we wish to probe.
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("worldXSize"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("worldYSize"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("consumerDensity"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("maxConsumerSalary"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("minConsumerSalary"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("dealerDensity"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("maxDealerAsset"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("minDealerAsset"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("maxDealerWage"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("minDealerWage"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("maxDealerCost"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("minDealerCost"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("dealerPeriod"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("randomStartSeed"));
    probeMap.addProbe(getProbeForVariable("endTime"));

    // And finally install our probe map into the probeLibrary.
    // Note that this library was created by initSwarm().
    Globals.env.probeLibrary.setProbeMap$For(probeMap, getClass());
}

// This is the method for building the model's objects: the market
// space, the two-dimensional positioning grid, and the host of both
// consumers and dealers.
public Object buildObjects() {

    int x, y, num;
    Consumer aconsumer;
    Dealer adealer;

    // use the parent class buildObject() method to initialize the
    // process

```

```

super.buildObjects();

// This method permits to choose the initial number of random method
Globals.env.randomGenerator.setStateFromSeed(randomStartSeed);

// Now create the model's objects.
// First create the marketspace and fill it with zeros.
marketSpace = new Discrete2dImpl(Globals.env.globalZone, worldXSize,
worldYSize);
marketSpace.fastFillWithValue(0);

// Then create a 2-D grid that will be used to keep track of
// each consumer's position, insuring that no two consumers will ever
be
// on the same cell. Initialize the grid to be empty.
consumerSpace = new Grid2dImpl(Globals.env.globalZone, worldXSize,
worldYSize);
consumerSpace.fastFillWithObject(null);
dealerSpace = new Grid2dImpl(Globals.env.globalZone, worldXSize,
worldYSize);
dealerSpace.fastFillWithObject(null);

// Now create a List object to manage all the consumers we are
// about to create.
consumerList = new ListImpl(Globals.env.globalZone);
dealerList = new ListImpl(Globals.env.globalZone);

// Iterate over the grid with a certain probability of
// creating a consumer at each site. If a consumer is created, put it
// on the grid and add it to the end of the consumer list. Note
// that we increment the consumer number, num, each time a consumer is
// created.

// We start to create each consumer.
num = 0;
for (y = 0; y < worldYSize; y++)
    for (x = 0; x < worldXSize; x++)
        if (Globals.env.uniformDblRand.getDoubleWithMin$withMax(0.0, 1.0)
<= consumerDensity) {

            consumerSalary =
trunkNumber(Globals.env.uniformDblRand.getDoubleWithMin$withMax(minConsumer
Salary, maxConsumerSalary), 2);
            researchCost = trunkNumber((consumerSalary / (20 * dealerPeriod)),
2);
            aconsumer = new Consumer(Globals.env.globalZone, consumerSpace,
dealerSpace, consumerSalary, researchCost, x, y, ++num, dealerPeriod,
endTime);
//            aconsumer.reportPosition();
            consumerSpace.putObject$atX$Y(aconsumer, x, y);
            consumerList.addLast(aconsumer);
        }

// We start to create each dealer.
num = 0;
for (y = 0; y < worldYSize; y++)
    for (x = 0; x < worldXSize; x++)
        if (Globals.env.uniformDblRand.getDoubleWithMin$withMax(0.0, 1.0)
<= dealerDensity) {

            dealerAsset =
trunkNumber(Globals.env.uniformDblRand.getDoubleWithMin$withMax(minDealerAs
set, maxDealerAsset), 2);

```

```

        dealerWage =
trunkNumber(Globals.env.uniformDblRand.getDoubleWithMin$withMax(minDealerWa
ge, maxDealerWage), 2);
        dealerCost =
trunkNumber(Globals.env.uniformDblRand.getDoubleWithMin$withMax(minDealerCo
st, maxDealerCost), 2);
        dealerBudget = dealerAsset - dealerWage - dealerCost;

        // This loop seeks a quantity of goods obtainable by
        // the current budget (dealerBudget).
        do {

            startQuantity =
Globals.env.uniformIntRand.getIntegerWithMin$withMax(1, 1000);
            UnitaryCost unitaryCost = new UnitaryCost(startQuantity);
            dealerPrice = unitaryCost.getCost();
        } while (startQuantity * dealerPrice >= dealerBudget);

        notInvested = dealerBudget - (startQuantity * dealerPrice);

        adealer = new Dealer(Globals.env.globalZone, dealerAsset,
dealerWage, dealerCost, dealerBudget, startQuantity, dealerPrice,
notInvested, dealerPeriod, this, x, y, ++num);
        dealerSpace.putObject$atX$Y(adealer, x, y);
        dealerList.addLast(adealer);
    }

    // Report the number of consumers created.
    System.out.println(consumerList.getCount() + " consumers were
created.");

    // Report the number of dealers created.
    System.out.println(dealerList.getCount() + " dealers were created.");

    reaperQueue = new ListImpl(Globals.env.globalZone);

    // We're done.
    return this;
}

// Method that permits to trunk the double numbers to the
// decimal position wants
private double trunkNumber(double number, int decimalPosition) {

    int intNumber, power;

    power = 1;

    for (int i = 1 ; i <= decimalPosition ; i++)
        power = power * 10;

    number = number * power;
    intNumber = (int)number;
    number = (double)intNumber;
    number = number / power;

    return number;
}

// The next methods return some useful information about the
// created MarketModel to the caller. They will be used by the
// Observer Swarm.
public ListImpl getConsumerList() {

```

```

    return consumerList;
}

public Grid2dImpl getConsumerWorld() {

    return consumerSpace;
}

public ListImpl getDealerList() {

    return dealerList;
}

public Grid2dImpl getDealerWorld() {

    return dealerSpace;
}

public Discrete2dImpl getMarket() {

    return marketSpace;
}

// This is the method a) for building the list of actions for
// these objects to accomplish and b) for scheduling these actions
// in simulated time.
public Object buildActions() {

    Selector sel;

    // First, use the parent class to initialize the process.
    super.buildActions();

    // Then create an ActionGroup object and insert both a
    // randomWalk message to every consumer in the consumer list and a
    // checkTime message to modelSwarm.
    modelActions = new ActionGroupImpl(getZone());

    sel = SwarmUtils.getSelector("Consumer", "randomWalk");
    modelActions.createActionForEach$message(consumerList, sel);

    sel = SwarmUtils.getSelector("Dealer", "toManage");
    modelActions.createActionForEach$message(dealerList, sel);

    // We've added another action here, the cleaning out of the
    // reaperQueue of dealers that have died. It will be done only
    // after all the dealers have taken their random walks.
    sel = SwarmUtils.getSelector(this, "reapDealers");
    modelActions.createActionTo$message(this, sel);

    sel = SwarmUtils.getSelector(this, "checkTime");
    modelActions.createActionTo$message(this, sel);

    // Now create the schedule and set the repeat interval to unity.
    modelSchedule = new ScheduleImpl(getZone(), 1);

    // Finally, insert the action list into the schedule at period zero
    modelSchedule.at$createAction(0, modelActions);

    return this;
}

```



```

// This method specifies the context in which the model is to be run.
public Activity activateIn(Swarm swarmContext) {

    // Use the parent class to activate ourselves in the context
    // passed to us.
    super.activateIn(swarmContext);

    // Then activate the schedule in ourselves.
    modelSchedule.activateIn(this);

    // Finally, return the activity we have built.
    return getActivity();
}

// This is a pretty crude method to end the simulation after an
// arbitrary number of periods given by the endTime parameter. If
// the simulation time returned by getCurrentTime() is greater
// than endTime, we terminate the modelSwarm activity. The
// MarketObserver will pick this up and handle it. Note that this
// is no longer strictly necessary since the user can now stop the
// simulation at any time using the control panel. Still, this is
// a placeholder for a more sophisticated end-of-simulation
// routine to be introduced later.
public void checkTime() {

    if (Globals.env.getCurrentTime() >= endTime)
        getActivity().terminate();

    return;
}

// dealerDeath insures the orderly death of a dealer. First we check to
// see that the agent is on the grid where it thinks it is. If
// so, we remove it from the grid and add it to reaperQueue for
// later removal.
public void dealerDeath(Dealer adealer) {

    if ((Dealer)dealerSpace.getObjectAtX$Y(adealer.xPos, adealer.yPos) ==
adealer) {

        dealerSpace.putObject$atX$Y(null, adealer.xPos, adealer.yPos);
        reaperQueue.addLast(adealer);
    }
}

// reapDealers drops the dealers queued for removal. It is scheduled
// for action when it is safe to do so, i.e., after all the dealers
// have finished their random walks. We get each agent in the
// reaperQueue and remove it from the dealerListf. If we run out of
// dealers, we terminate the simulation.
public void reapDealers() {

    Dealer adealer;

    while (reaperQueue.getCount() != 0) {

        adealer = (Dealer)reaperQueue.removeFirst();
        dealerList.remove(adealer);
        // System.out.println("Dealer " + adealer.dealerNumber + " has died of
hunger.");
        adealer.drop();
    }
}

```

```

// Check the number of remaining dealers and quit the simulation
// if there are none left, by terminating the ModelSwarm
// activity.
if (dealerList.getCount() == 0)
    getActivity().terminate();
}
}

```

B.2.4 Il Consumer

Finora abbiamo spiegato il modello nel suo complesso, descrivendo come sono realizzati e visualizzati i componenti della simulazione. È giunto il tempo di osservare come reagiscono agli stimoli i singoli individui delle nostre popolazioni; partiamo dai Consumer. Come le precedenti classi, anche gli agenti sono una derivazione di una classe genitrice, la `SwarmObjectImpl`, che ha bisogno di importare una serie di funzionalità. Dopo aver dichiarato tutti gli oggetti che saranno utilizzati nel corso del Consumer, provvediamo ad importare i parametri preparati prima nel `MarketModel` ed a trasferirne il valore negli oggetti disponibili. A questo punto incontriamo il metodo `randomWalk()`, lo stesso citato nello `schedule` del `MarketModel`, che ripete le sue istruzioni in ogni periodo della simulazione. Come prima cosa il consumatore controlla la sua situazione economica con il metodo `updateSalary()`, ma lo esamineremo più avanti, le prossime righe invece contengono la procedura per spostare l'agente in una a caso delle celle tra le nove disponibili nel suo intorno, Figura 30.

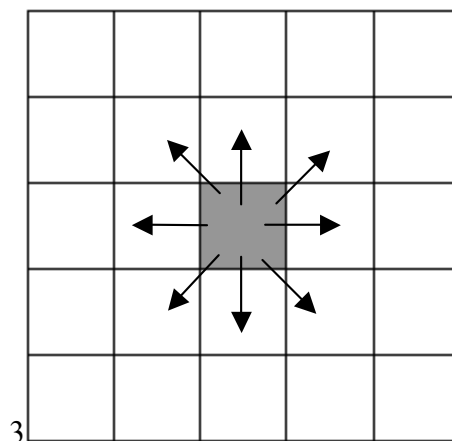


Figura 30. Possibilità di movimento di un Consumer.

Con l'ausilio di un metodo che restituisce un valore intero a caso compreso tra -1 e $+1$, modifichiamo le attuali coordinate dell'agente e le riportiamo all'interno del raster, è necessario farlo poiché se una delle due coordinate supera, o soggiace, in valore le dimensioni del raster, il programma va in errore, cercando di inserire un oggetto al di fuori dello spazio in

cui esso può stare. Un secondo accorgimento da usare nel movimento di un agente, è quello di non sovrapporre due oggetti, per cui prima di trasferire il Consumer, bisogna controllare che non vi sia un altro individuo dello stesso sciame. Una volta controllato che sia vuoto, non resta che: svuotare la vecchia cella, mettere il valore delle nuove coordinate al posto delle precedenti e inserire l'oggetto in questione nella nuova destinazione. Il programma esegue questa, come tutte le altre procedure, in sequenza, per cui si muoveranno prima gli oggetti nei primi posti della lista, poi via via gli altri, così per ognuno il luogo in cui muoversi avrà un aspetto diverso, all'interno dello stesso istante di tempo. Le linee successive intervengono mutando i prezzi, solo nel caso in cui vi siano già stati acquisti, poiché se non si hanno informazioni sui prezzi disponibili, perde di importanza quanto si spende al primo acquisto.

Le prossime nove righe di codice, una per ogni casella del circondario dell'agente, richiamano il metodo `buyHere()`, il quale contiene gli strumenti per individuare i dealers e per decidere se comprare o meno. Lo stesso sistema è stato ripetuto più volte per garantire un maggiore accesso dei consumatori al mercato⁶³, nel modello con una sola cella disponibile le imprese non riuscivano a competere per mancanza di spessore, vi era un limite tecnico troppo stringente. Il procedimento è sempre il medesimo, l'unica differenza sta nelle coordinate che usano, le quali identificano celle diverse. Proseguendo troviamo una struttura molto simile, ma stavolta lo spazio intorno non è usato per gli acquisti, bensì per comunicare tra consumatori. Il metodo `wordOfMouth()` è ripetuto per otto righe anziché nove, poiché è inutile per gli agenti comunicare con se stessi ed ai fini del programma inchioderebbe la simulazione. Le considerazioni che si possono fare sono analoghe alle precedenti.

L'ultima linea richiama un metodo che riporta, alla fine dei periodi, il reddito e la felicità finale di ogni consumatore per costruire, fuori dal modello, il grafico della loro distribuzione.

Lo sguardo si volge ora su un punto focale della nostra simulazione, il metodo `buyHere()`. La prima cosa che fa a questo punto il Consumer è verificare la presenza o meno di un Dealer sul suo cammino, ciò si concretizza interrogando l'oggetto `myDealerSpace` con l'istruzione `.getObjectAtX$Y()` alle coordinate attuali, nel caso sia verificata tale condizione allora qui si può acquistare. Per far "entrare" il consumatore nel venditore, facciamo la cosa opposta, cioè copiamo il Dealer in questione momentaneamente⁶⁴ nel Consumer, in modo che siano disponibili le sue caratteristiche, dopodiché gli si chiede il prezzo con `getPublicPrice()`. Una volta appropriatosi del prezzo, il consumatore controlla che sia maggiore di zero e che

⁶³ Per calcolare l'accesso massimo potenziale, quindi la quantità potenzialmente vendibile, occorre moltiplicare la lunghezza del periodo di osservazione per il numero di celle in cui è possibile acquistare in ogni Dealer:

$$\text{period} \times 9$$

⁶⁴ L'oggetto creato rimane attivo solo per il tempo dello scambio, passata l'azione il programma lo distrugge.

abbia una disponibilità di fondi maggiore o uguale al valore richiesto. Se sussistono le condizioni, il prezzo richiesto è caricato nella prima casella dell'Array che contiene la memoria sui prezzi incontrati dal singolo agente, se è il primo incontro, il valore ottenuto è riprodotto in tutta la memoria disponibile⁶⁵. Procedo quindi all'acquisto, dico al Dealer che ho comprato, `.buyOnePiece()`, aumento la felicità, `happiness++`, si tiene conto della spesa e si registra il luogo in cui l'agente ha scambiato. Altrimenti, nel caso non sia il primo acquisto, il consumatore confronta il dato nella casella zero con quello nella 1, se il nuovo prezzo è inferiore, lo si registra in memoria e si procede all'acquisto come specificato poco sopra. Infine se il prezzo trovato non è appetibile lo si registra comunque in coda. Nel tragitto abbiamo inserito dei commenti che ci sono stati utili nella fase di realizzazione, ora sono spenti.

La riga che chiude il metodo contiene il richiamo di un'istruzione disponibile nel linguaggio Java, che ordina il vettore con i prezzi in modo crescente⁶⁶.

Il secondo piede su cui poggia la simulazione è il metodo `wordOfMouth()`. Diverse prove mostrano come non sarebbe possibile la formazione del mercato senza scambio di informazioni, esaminiamo nelle prossime righe come comunicano i Consumer tra loro. Se nella cella individuata dai parametri `lookAtX` e `lookAtY` si trova un consumatore, si innesca un algoritmo simile a quello usato nello scambio con i Dealer, ma stavolta invece di comprare, il protagonista della situazione chiede quanto è felice al suo compagno di avventura. Di seguito si attua il confronto tra i due dati, se la felicità di chi ha chiesto l'informazione è maggiore, allora sarà ben lieto di comunicare al suo amico dove ha acquistato l'ultima volta. Dato che vi è la già citata necessità di non sovrapporre due agenti sulla stessa cella, abbiamo pensato di racchiudere il passaggio delle coordinate ed il trasferimento dell'oggetto, in un metodo che si auto richiama fino a trovare un posto libero dove far comparire il Consumer meno felice, in prossimità del Dealer. In `tellMeWhere()` si ripete in sostanza lo stesso controllo effettuato durante lo spostamento casuale descritto in testa al paragrafo, ma con due basilari differenze; le coordinate in cui si andrà a trovare non sono una derivazione delle precedenti, ma un messaggio arrivato da un altro Consumer e in caso la posizione d'arrivo fosse già occupata, non rinunciano a spostarsi, ma si richiama lo

⁶⁵ Quest'accorgimento è stato preso per evitare che gli zeri presenti al momento dell'inizializzazione dell'Array scalzassero i successivi prezzi nella fase di ordinamento crescente dei dati.

Passo 1 0; 0; 0; 0; 0.

Passo 2 12,34; 0; 0; 0; 0.

Passo 3 12,34; 12,34; 12,34; 12,34; 12,34.

Altrimenti, ordinando: 0; 0; 0; 0; 12,34 e addio termine di paragone, interpreta i primi 5 acquisti come primo acquisto.

⁶⁶ Disponibile all'indirizzo <http://java.sun.com/j2se/1.4.1/docs/api/java/util/Arrays.html>.

stesso metodo, con piccole variazioni casuali di destinazione, finchè non si trova una cella libera.

Nel proseguire la lettura del codice incappiamo in un oggetto di cui avevamo solo menzionato l'esistenza nelle prime righe di questa classe, `updateSalary()`, in cui ci preoccupiamo di aggiornare la disponibilità di fondi dei consumers. Ogni due macro periodi⁶⁷, il valore rimasto del parametro `mySalary` viene salvato nella variabile `mySave`, e reintegrato con la somma iniziale più i risparmi; non era strettamente necessario passare attraverso `mySave`, ma in questo modo si può accedere ad una variabile con un significato economico, per un'eventuale visualizzazione grafica dell'andamento del risparmio.

Il `reportPosition()` non è usato, fa parte dei modi iniziali per vedere se il programma funziona; `getHappiness()`, `getSalary()` e `getNumber()`, pur essendo coinvolti in punti chiave del modello, la loro struttura è semplice, una volta richiamati restituiscono il parametro assonante col loro nome.

Il prossimo `reportConsSAndH()` è stato ideato per avere a fine simulazione un resoconto, agente per agente, del valore del `consumerSalary` e della `happiness`, per poter disegnare una distribuzione che evidenziasse il livello di felicità in funzione del reddito che hanno utilizzato per raggiungerla⁶⁸.

Il metodo successivo, `setConsumerColor()`, è riportato in due versioni, quella attiva colora tutti gli agenti di verde, quella trasformata in commento invece colora diversamente i consumatori individuati dai numeri inseriti nella condizione al suo interno. Il suo scopo era quello di identificare visivamente alcuni Consumer il cui comportamento era ritenuto particolarmente significativo, al fine di scovare errori di procedura e di osservare la condotta del singolo mentre agisce con la massa.

Infine, un passaggio tanto piccolo quanto fondamentale, ordinare al raster di disegnare l'agente, altrimenti si apprezzerrebbe solo una desolante finestra nera vuota.

```
// Consumer.java
// Defines the class for our Consumer agents/

import swarm.Globals;
import swarm.defobj.Zone;
import swarm.objectbase.SwarmObjectImpl;
```

⁶⁷ Un valore corrispondente a due volte la variabile `period`.

⁶⁸ Questi grafici sono stati realizzati con R. Una volta creati due file contenenti una colonna di dati, rispettivamente il `consumerSalary` ed `happiness`, abbiamo fornito le seguenti istruzioni al programma per ottenere la distribuzione.

```
happiness <- scan(file="C:/ ... /happiness.txt")
salary <- scan(file="C:/ ... /salary.txt")
plot(salary,happiness)
```

```

import swarm.space.Grid2dImpl;

import swarm.gui.Raster;
import swarm.gui.ZoomRasterImpl;

import java.util.Arrays;

public class Consumer extends SwarmObjectImpl {

    // These instance variables keep track of a given consumer's market space,
    // position and identity. We also save the dimensions of the
    // market space so that we can make fewer calls to the getSizeX() and
    // getSizeY() methods in the consumer's randomWalk().
    public double mySalary;
    public double consumerSalary;
    public double mySave;
    public double myResearchCost;
    public double myPrices[];
    public Grid2dImpl myConsumerSpace;
    public Grid2dImpl myDealerSpace;
    public int xPos;
    public int yPos;
    public int consumerNumber;
    public int happiness;
    public int period;
    public int endTime;
    public int buyAtX;
    public int buyAtY;

    int worldXSize;
    int worldYSize;

    // consumerColor records the color that this consumer is to use when
    drawing
    // itself on the GUI display raster.
    public byte consumerColor;

    // Constructor to create a Consumer object in Zone aZone and to
    // place it in the market space and consumer space, mSpace and cSpace, at
    // the specified X,Y location. The consumer is also given a numeric id,
    // cNum.
    public Consumer(Zone aZone, Grid2dImpl cSpace, Grid2dImpl dSpace, double
    cSalary, double rCost, int X, int Y, int cNum, int cPeriod, int eTime) {

        // Call the constructor for the consumer's parent class.
        super(aZone);

        // Record the consumer's market space, consumer space, initial position
    and
        // id number.
        mySalary = cSalary;
        consumerSalary = cSalary;
        myResearchCost = rCost;
        myPrices = new
    double[Globals.env.uniformIntRand.getIntegerWithMin$withMax(3, 6) + 1];
        myConsumerSpace = cSpace;
        myDealerSpace = dSpace;
        worldXSize = myConsumerSpace.getSizeX();
        worldYSize = myConsumerSpace.getSizeY();
        xPos = X;
        yPos = Y;
        consumerNumber = cNum;
        period = cPeriod;

```

```

        endTime = eTime;

//      System.out.println("The consumer " + consumerNumber + " has a memory
of " + myPrices.length + " spaces.");
// We no longer announce the consumer's birth to the console.
}

// This is the method to have the consumer take a random walk backward
// (-1), forward (+1), or not at all (0) in first the X and then
// the Y direction. The randomWalk method uses
// getIntegerWithMin$withMax() to return an integer between a
// minimum and maximum value, here between -1 and +1.
// Globals.env.uniformRand is an instance of the class
// UniformIntegerDistImpl, instantiated by the call to
// Globals.env.initSwarm in StartConsumer. Note that the consumer's
// world is a torus. If the consumer walks off the edge of its
// rectangular world, it is magically transported (via the modulus
// operator) to the opposite edge. If on its walk the consumer finds
// a dealer, it buys from it and updates its happiness so it can
// report its felicity if asked. Note that before the consumer actually
// moves, we must check to see that there is no other consumer at the
// destination cell. If there is, the this consumer just stays put.
public void randomWalk() {

    int newX, newY;

    updateSalary();

    // Decide where to move.
    newX = xPos + Globals.env.uniformIntRand.getIntegerWithMin$withMax(-1,
1);
    newY = yPos + Globals.env.uniformIntRand.getIntegerWithMin$withMax(-1,
1);
    newX = (newX + worldXSize) % worldXSize;
    newY = (newY + worldYSize) % worldYSize;

    // Is there a consumer at the new position already? If not, put a
    // null at this consumer's current position and put this consumer at
the
    // new position.
    if (myConsumerSpace.getObjectAtX$Y(newX, newY) == null) {
        myConsumerSpace.putObject$atX$Y(null, xPos, yPos);
        xPos = newX;
        yPos = newY;
        myConsumerSpace.putObject$atX$Y(this, xPos, yPos);
    }

    // If the consumer not bought already, the research cost doesn't matter
to it.
    if (happiness != 0)
        for (int i = 1 ; i <= (myPrices.length - 1) ; i++)
            myPrices[i] += myResearchCost;

    // If there is a dealer at this cell, the consumer asks from it the
    // public price and decides if to purchase 1 piece.
    buyHere(xPos, yPos); // H
    buyHere((xPos + 1 + worldXSize) % worldXSize, yPos); // E
    buyHere((xPos + 1 + worldXSize) % worldXSize, (yPos + 1 + worldYSize) %
worldYSize); // SE
    buyHere(xPos, (yPos + 1 + worldYSize) % worldYSize); // S
    buyHere((xPos - 1 + worldXSize) % worldXSize, (yPos + 1 + worldYSize) %
worldYSize); // SO
    buyHere((xPos - 1 + worldXSize) % worldXSize, yPos); // O

```

```

        buyHere((xPos - 1 + worldXSize) % worldXSize, (yPos - 1 + worldYSize) %
worldYSize); // NO
        buyHere(xPos, (yPos - 1 + worldYSize) % worldYSize); // N
        buyHere((xPos + 1 + worldXSize) % worldXSize, (yPos - 1 + worldYSize) %
worldYSize); // NE

        // If a consumer meets another one, the happier tell to the second
        // one were it bought the last time.
        wordOfMouth((xPos + 1 + worldXSize) % worldXSize, yPos, buyAtX,
buyAtY); // E
        wordOfMouth((xPos + 1 + worldXSize) % worldXSize, (yPos + 1 +
worldYSize) % worldYSize, buyAtX, buyAtY); // SE
        wordOfMouth(xPos, (yPos + 1 + worldYSize) % worldYSize, buyAtX,
buyAtY); // S
        wordOfMouth((xPos - 1 + worldXSize) % worldXSize, (yPos + 1 +
worldYSize) % worldYSize, buyAtX, buyAtY); // SO
        wordOfMouth((xPos - 1 + worldXSize) % worldXSize, yPos, buyAtX,
buyAtY); // O
        wordOfMouth((xPos - 1 + worldXSize) % worldXSize, (yPos - 1 +
worldYSize) % worldYSize, buyAtX, buyAtY); // NO
        wordOfMouth(xPos, (yPos - 1 + worldYSize) % worldYSize, buyAtX,
buyAtY); // N
        wordOfMouth((xPos + 1 + worldXSize) % worldXSize, (yPos - 1 +
worldYSize) % worldYSize, buyAtX, buyAtY); // NE

        reportConsSAndH(endTime);

    }

    public void buyHere(int hereX, int hereY) {

        if (myDealerSpace.getObjectAtX$Y(hereX, hereY) != null) {

            Dealer dealer = (Dealer)myDealerSpace.getObjectAtX$Y(hereX, hereY);
            double buyPrice = dealer.getPublicPrice();

            // Begin of the decisional process.
            if ((buyPrice >= 0) && (mySalary > buyPrice)) {

                myPrices[0] = buyPrice;

                if (myPrices[1] == 0) {
                    for (int i = 1 ; i <= (myPrices.length - 1) ; i++)
                        myPrices[i] = myPrices[0];
                    dealer.buyOnePiece();
                    happiness++;
                    mySalary -= buyPrice;
                    buyAtX = hereX;
                    buyAtY = hereY;
                }
                // System.out.println("Consumer " + consumerNumber + " buys at price
of " + myPrices[0] + ", its happiness is " + happiness + ", and its wage is
" + mySalary + ".");
            } else
                if (myPrices[0] <= myPrices[1]) {
                    myPrices[(myPrices.length - 2)] = myPrices[0];
                    dealer.buyOnePiece();
                    happiness++;
                    mySalary -= buyPrice;
                    buyAtX = hereX;
                    buyAtY = hereY;
                }
            // System.out.println("Consumer " + consumerNumber + " buys at
price of " + myPrices[0] + ", its happiness is " + happiness + ", and its
wage is " + mySalary + ".");
        }
    }

```



```

        } else if (myPrices[0] < myPrices[myPrices.length - 1])
            myPrices[(myPrices.length - 1)] = myPrices[0];

        } else
        //      System.out.println("Consumer number " + consumerNumber + " meets
a dealer, but it cannot purchase due to finished the money.");
        // which sold all its stocks. It sold " + dealer.getSoldQuantity() + "
piece already

        Arrays.sort(myPrices, 1, myPrices.length);

        /*      System.out.println("Consumer " + consumerNumber + ", its array of
prices is:");
        for (int i = 0 ; i <= (myPrices.length - 1) ; i++)
            System.out.println (myPrices[i]);*/
        }
    }

    // Method that permits to meet another consumer.
    public void wordOfMouth(int lookAtX, int lookAtY, int buyAtX, int buyAtY)
    {

        if (myConsumerSpace.getObjectAtX$Y(lookAtX, lookAtY) != null) {
            Consumer friend = (Consumer)myConsumerSpace.getObjectAtX$Y(lookAtX,
lookAtY);
            int itsHappiness = friend.getHappiness();

            if (happiness > itsHappiness) {
                //      System.out.println("Consumer " + consumerNumber + ", which has " +
happiness + " of felicity, meets a friend with only " + itsHappiness + ",
the consumer number " + friend.getNumber() + ".");

                // It sends the location of the last purchase.
                friend.tellMeWhere(buyAtX, buyAtY);
            }
        }
    }

    public void tellMeWhere(int whereX, int whereY) {

        // To go at dealer address, (x, y).
        if (myConsumerSpace.getObjectAtX$Y(whereX, whereY) == null) {
            myConsumerSpace.putObject$atX$Y(null, xPos, yPos);
            xPos = whereX;
            yPos = whereY;
        }
        //      System.out.println("I have to go at " + xPos + ", " + yPos + ".");
        myConsumerSpace.putObject$atX$Y(this, xPos, yPos);
    } else {
        whereX += Globals.env.uniformIntRand.getIntegerWithMin$withMax(-1,
1);
        whereY += Globals.env.uniformIntRand.getIntegerWithMin$withMax(-1,
1);
        tellMeWhere(((whereX + worldXSize) % worldXSize), ((whereY +
worldYSize) % worldYSize));
    }
}

    public void updateSalary() {

        if (Globals.env.getCurrentTime() == (2 * period)) {
            mySave = mySalary;
            mySalary = consumerSalary + mySave;
        }
    }

```

```

    }

    // Method to report the consumer's position to the console.
    public void reportPosition() {

        System.out.println("Consumer " + consumerNumber + " is at " + xPos + ",
" + yPos);
    }

    // Method to send our happiness to the met consumer.
    public int getHappiness() {

        return happiness;
    }

    public double getSalary() {

        return mySalary;
    }

    // Method to send my own number to another consumer.
    public int getNumber() {

        return consumerNumber;
    }

    public void reportConsSAndH(int endTime) {

        if (Globals.env.getCurrentTime() == endTime)
            System.out.println(consumerSalary + " " + happiness);
    }

    // These are methods that allow the consumer to draw itself on the GIU
    // raster display object. The first tells the consumer what color it
    // should use, the second draws the consumer at its current location.
    public Object setConsumerColor(byte c) {

        consumerColor = c;
        return this;
    }

    /* If you should point a consumer, you try to use this method
    public Object setConsumerColor(byte c) {

        if ((consumerNumber == 23) || (consumerNumber == 82)) {
            consumerColor = (byte)(c - 1);
            return this;
        } else {
            consumerColor = c;
            return this;
        }
    }
    */

    public Object drawSelfOn (Raster r) {

        r.drawPointX$Y$Color (xPos, yPos, consumerColor);
        return this;
    }
}

```

B.2.5 Il Dealer

Dopo un'ampia descrizione del codice che rappresenta lo sciame dei consumatori, non possiamo tirarci in dietro di fronte ad una lettura altrettanto analitica anche della classe Dealer. In precedenza abbiamo sottolineato il fatto che al Consumer fossero necessarie meno variabili iniziali, tale caratteristica sconta però una maggior complessità delle azioni che compie nel suo vagare. Per i venditori accade l'opposto, molti parametri rispetto ad un numero di azioni più limitato. Infatti tali agenti non si muovono neppure. Per il primo tratto di codice valgono le stesse considerazioni fatte per il Consumer, dando maggior spazio alle variabili delineate. Le prime, `myAsset`, `myWage`, `myCost`, `myPurchasePrice`, `quantity`, `myBudget`, `myLiquidity` e `period`, arrivano direttamente dal `MarketModel`, il loro valore muterà nel corso del programma, ma i valori iniziali li fornisce il `model`, `oldBudget`, `soldQuantity` e `stockQuantity`, servono a tenere il conto degli avvenimenti passati, `myPublicPrice` e `myIncrease`, sono completamente endogene all'agente, inizialmente determinate casualmente, in seguito il frutto delle decisioni del Dealer. Il metodo richiamato dal `model` è il `toManage()`, al suo interno la prima istruzione che si nota, oltre a quella disattivata, è la doppia condizione che subordina la continuazione del programma, al raggiungimento del valore contenuto in `period` da parte del tempo corrente di simulazione, tale accorgimento si è reso necessario per creare dei macro periodi al cui termine i venditori potessero stilare due conti su come è andata la gestione. L'istruzione di scrittura dei ":" serve per indicare visivamente quanti Dealer intraprendono il processo decisionale. Prima di prendere qualsiasi decisione occorre proteggere il termine di confronto, per cui si copia il valore di `myBudget` in `oldBudget`, e calcolare il nuovo budget che, molto semplicemente, è il ricavato delle vendite, meno i costi, più la liquidità proveniente dai periodi precedenti. Nel caso in cui il vecchio bilancio sia maggiore dell'attuale, significa che la fase è stata in perdita, quindi occorre confrontare le vendite per decidere le azioni da compiere. Se la quantità venduta è minore di quella in cui abbiamo investito, abbassiamo i prezzi, altrimenti, pur avendo venduto tutto siamo in perdita, il prezzo era troppo basso, lo alziamo; in ogni caso la fase negativa incide sul reddito dell'agente, il quale si abbassa⁶⁹. Se al contrario la situazione è florida, si apre uno scenario differente al Dealer, le opzioni che abbiamo scelto siano disponibili sono tre, lasciare tutto come sta, incrementare il prezzo per sfruttare la fase positiva o incrementare il reddito. La scelta è compiuta casualmente, la prima condizione discrimina tra lasciare tutto così o fare qualcosa, al 50% di probabilità, in caso si compiano delle azioni, vi è nuovamente il 50% di

⁶⁹ Tutti gli incrementi ed i decrementi sono calcolati come percentuale variabile del vecchio valore, dallo 0 al 15%.

probabilità di alzare il prezzo piuttosto del reddito. Se si guarda il tutto con il teleobiettivo⁷⁰, i venditori in questa situazione non faranno nulla nel 50% dei casi, alzeranno il prezzo nel 25% e ritoccheranno in su il salario nel restante 25%.

Passate le considerazioni sul prezzo, sfiliamo alla fase di rinnovamento delle scorte, con le decisioni sulle quantità. La prima condizione prevede che ci siano state vendite, per cui scorte da rifornire, la seconda che vi siano fondi per acquistarle. In caso affermativo si salva la differenza tra gli acquisti e le vendite nell'oggetto `stockQuantity`, che vorrebbe rappresentare il magazzino, dopodiché si parte con il ciclo per individuare la quantità che rientra nel budget. L'algoritmo è simile a quello del model, la sola differenza sta nel fatto che la soglia massima di acquisto è funzione delle vendite precedenti. Una volta trovata la quantità ed il costo di acquisto, calcoliamo la liquidità residua sia in caso di avvenuto approvvigionamento, sia in caso le istruzioni precedenti vengano saltate⁷¹. Per chiudere il procedimento azzeriamo le vendite poiché si apre un nuovo periodo.

Dopo tutta questa fatica il Dealer deve ancora superare le forche caudine della condizione che può determinarne il decesso. Il codice è chiaro e spietato, se il salario si riduce a zero, oppure se i suoi debiti (liquidità negativa) sono superiori al budget, la condizione innesca il metodo contenuto nel `MarketModel` che elimina i dealers, `modelSwarm.dealerDeath(this)`.

Continuando la lettura del listato, ci imbattiamo nei metodi non principali della classe. Il `reportPosition()` è omologo di quello visto nel `Consumer.java`, come esso anche questo non è attivo. Ora spieghiamo perché nel consumer si controllava che il prezzo ricevuto fosse positivo, nel `getPublicPrice()` si invia a chi ne fa richiesta (i consumatori) il prezzo di vendita, ma prima il metodo controlla l'esistenza di scorte, in caso negativo restituisce -1, che il consumer interpreta come indisponibilità alla vendita. I successivi quattro procedimenti inviano gli oggetti interessati ai grafici nell'observer, ma il `getAverageCost()` merita due parole in più, poiché non è un parametro direttamente disponibile, ma il calcolo non presenta particolari difficoltà. Il `getMarginalCost()` restituisce il costo al produttore, poiché la derivata del costo totale è uguale al `myPurchasePrice`. Per eseguire l'acquisto, i consumer richiamano il `buyOnePiece()`, che tiene conto delle vendite e ne restituisce il valore. I rimanenti metodi sono già stati illustrati nei paragrafi precedenti.

È da sottolineare che della struttura incontrata nel `MarketModel` e nel `MarketObserver` (`buildObject()`, `buildActions()`, `activateIn()`), non si riscontra nella forma degli agenti

⁷⁰ Che appiattisce la profondità di campo di un'immagine tanto da far apparire soggetti in fila distanti tra loro, come quasi a contatto.

⁷¹ In tale evenienza la liquidità del prossimo periodo sarà uguale al budget attuale. La condizione iniziale non esclude budget positivi in assenza di vendite.

componenti gli sciami, poiché non è necessario costruire degli `schedule` per comunicare con tutti gli agenti, basta sfruttare le particolarità di java e mandare dei messaggi agli oggetti, innescandoli con particolari condizioni.

```
// Dealer.java
// Defines the class for our Dealer agents/

import swarm.Globals;
import swarm.defobj.Zone;
import swarm.objectbase.SwarmObjectImpl;

import swarm.gui.Raster;
import swarm.gui.ZoomRasterImpl;

public class Dealer extends SwarmObjectImpl {

    // These instance variables keep track of a given dealer's marketspace,
    // position and identity.
    public double myAsset;
    public double myWage;
    public double myCost;
    public double oldBudget;
    public double myBudget;
    public double myPurchasePrice;
    public double myPublicPrice;
    public double myLiquidity;
    public double myIncrease;
    public int quantity;
    public int soldQuantity;
    public int stockQuantity;
    public int period;
    public MarketModel modelSwarm;
    public int xPos;
    public int yPos;
    public int dealerNumber;

    // dealerColor records the color that this dealer is to use when drawing
    // itself on the GUI display raster.
    public byte dealerColor;

    // Constructor to create a Dealer object in Zone aZone and to
    // place it in the dealerspace, dSpace, at the specified X,Y
    // location, with its economic features. The dealer is also
    // given a numeric id, dNum.
    public Dealer(Zone aZone, double asset, double wage, double cost, double
oBudget, int boughtQ, double pPrice, double notInvestedLiquidity, int
dPeriod, MarketModel mSwarm, int X, int Y, int dNum) {

        // Call the constructor for the dealer's parent class.
        super(aZone);

        // Record the dealer's marketspace, dealerspace, initial position and
        // id number.
        myAsset = asset;
        myWage = wage;
        myCost = cost;
        myBudget = oBudget;
        quantity = boughtQ;
        myPurchasePrice = pPrice;
```

```

    myLiquidity = notInvestedLiquidity;
    period = dPeriod;
    modelSwarm = mSwarm;
    xPos = X;
    yPos = Y;
    dealerNumber = dNum;

    myIncrease =
    trunkNumber(Globals.env.uniformDblRand.getDoubleWithMin$withMax(1.5, 4),
4);
    myPublicPrice = trunkNumber((myPurchasePrice * myIncrease), 2);

//    System.out.println("Dealer " + dealerNumber + "\n bought " + quantity
+ " piece of stock\n invested " + myBudget + "\n with wage of " + myWage +
"\n asset of " + myAsset + ".");
    // We no longer announce the dealer's birth to the console.
}

// This is the method to have the dealer take a random walk backward
// (-1), forward (+1), or not at all (0) in first the X and then
// the Y direction. The randomWalk method uses
// getIntegerWithMin$withMax() to return an integer between a
// minimum and maximum value, here between -1 and +1.
// Globals.env.uniformRand is an instance of the class
// UniformIntegerDistImpl, instantiated by the call to
// Globals.env.initSwarm in StartDealer. Note that the dealer's
// world is a torus. If the dealer walks off the edge of its
// rectangular world, it is magically transported (via the modulus
// operator) to the opposite edge. If on its walk the dealer finds
// market, it eats it and turns on the haveEaten flag so it can
// report its feast if asked. Note that before the dealer actually
// moves, we must check to see that there is no other dealer at the
// destination cell. If there is, the this dealer just stays put.
public void toManage() {

//    reportDealer(20, 0);

    if (Globals.env.getCurrentTime() > (period - 1))
    if ((Globals.env.getCurrentTime() % period) == 0) {
        System.out.print(":");

        // Spent a lot of period, the dealer makes a balance of the
        situation.
        oldBudget = myBudget;
        myBudget = (soldQuantity * myPublicPrice) - myWage - myCost +
myLiquidity;

        // At this point, the dealer makes a decision about
        // prices, compared with both budget and sold quantity.
        if (oldBudget >= myBudget) {
            if (quantity > soldQuantity)
                myPublicPrice -= trunkNumber(myPublicPrice *
Globals.env.uniformDblRand.getDoubleWithMin$withMax(0, 0.15), 2);
            else
                myPublicPrice += trunkNumber(myPublicPrice *
Globals.env.uniformDblRand.getDoubleWithMin$withMax(0, 0.15), 2);
            myWage -= trunkNumber(myWage *
Globals.env.uniformDblRand.getDoubleWithMin$withMax(0, 0.15), 2);
        } else {
            if (Globals.env.uniformIntRand.getIntegerWithMin$withMax(0, 100) >
50) {
                if (Globals.env.uniformIntRand.getIntegerWithMin$withMax(0, 100)
> 50)

```

```

        myPublicPrice += trunkNumber(myPublicPrice *
Globals.env.uniformDb1Rand.getDoubleWithMin$withMax(0, 0.15), 2);
        else
            myWage += trunkNumber(myWage *
Globals.env.uniformDb1Rand.getDoubleWithMin$withMax(0, 0.15), 2);
    }
}

// Little's calculations for very little balance
if ((myBudget > 0) && (soldQuantity > 0)) {
    stockQuantity = quantity - soldQuantity;

    // Purchase of a quantity of goods.
    do {

        quantity = Globals.env.uniformIntRand.getIntegerWithMin$withMax(0,
(5 * soldQuantity));
        UnitaryCost unitaryCost = new UnitaryCost(quantity);
        myPurchasePrice = unitaryCost.getCost();
    } while ((quantity * myPurchasePrice) >= myBudget);

    myLiquidity = myBudget - (quantity * myPurchasePrice);
    quantity += stockQuantity;
    } else {
        myLiquidity = myBudget;
    }

    soldQuantity = 0;

    if ((myWage <= 0) || (myLiquidity <= (0 - myBudget)))
        modelSwarm.dealerDeath(this);
}

// Method to report the dealer's position to the console.
public void reportPosition() {

    System.out.println("Dealer " + dealerNumber + " is at " + xPos + ", " +
yPos);
}

// Method to send the price to both the consumer and the observer
public double getPublicPrice() {

    if (quantity != soldQuantity)
        return myPublicPrice;
    else
        return -1;
}

// Method to send the average cost to the observer
public double getAverageCost() {

    double averageCost;

    averageCost = trunkNumber(myPurchasePrice + (myWage + myCost) /
quantity, 2);
    return averageCost;
}

public double getMarginalCost() {

    return myPurchasePrice;
}

```

```

    }

    public double getWage() {

        return myWage;
    }

    public double getMyLiquidity() {

        return myLiquidity;
    }

    // Method to receive the purchase from the consumer
    public double buyOnePiece() {

        soldQuantity++;
        return soldQuantity;
    }

    // Method to control the purchases of the consumer
    public double getSoldQuantity() {

        return soldQuantity;
    }

    // Method that permits to trunk the double numbers to the
    // decimal position wants
    private double trunkNumber(double number, int decimalPosition) {

        int intNumber;
        int power = 1;

        for (int i = 1 ; i <= decimalPosition ; i++)
            power = power * 10;

        number = number * power;
        intNumber = (int)number;
        number = (double)intNumber;
        number = number / power;

        return number;
    }

    // These are methods that allow the dealer to draw itself on the GIU
    // raster display object. The first tells the dealer what color it
    // should use, the second draws the dealer at its current location.
    public Object setDealerColor(byte c) {

        dealerColor = c;
        return this;
    }

    /* // If you should point a consumer, you try to use this method
    public Object setDealerColor(byte c) {

        if ((dealerNumber == 19) || (dealerNumber == 20) || (dealerNumber ==
13) || (dealerNumber == 5)) {
            dealerColor = (byte)(c - 1);
            return this;
        } else {
            dealerColor = c;
            return this;
        }
    }

```



```

    }*/

    public Object drawSelfOn (Raster r) {

        r.drawPointX$Y$Color (xPos, yPos, dealerColor);
        return this;
    }

    public void reportDealer(int who, int time) {

        if (Globals.env.getCurrentTime() == time) {
            if (dealerNumber == who) {
                System.out.println("Feature of Dealer " + dealerNumber + ":\nAsset: "
+ myAsset + "\nWage: " + myWage + "\nCost: " + myCost + "\nBudget: " +
myBudget + "\nLiquidity: " + myLiquidity + "\nPrice: " + myPublicPrice +
"\nQuantity: " + quantity + "\nSold: " + soldQuantity);
            }
        }
    }
}

```

B.2.6 Lo SwarmUtils

Le prossime due classi non sono parti fondamentali del modello, ma abbiamo deciso di utilizzarle perché snelliscono notevolmente il codice del programma.

Il file SwarmUtils.java è una classe puramente di servizio, il suo scopo è esclusivamente tecnico, infatti al suo interno vi è il metodo per controllare che i metodi dei selettori in cui transitano i messaggi `buildActions`, esistano all'interno del modello e che non generino errori. Nel corso della simulazione ogni volta che occorre un selettore, il codice punta a questa classe.

```

// SwarmUtils.java

import swarm.Globals;
import swarm.Selector;

public class SwarmUtils {

    // These two static methods create a selector. A selector is an
    // object of the Selector class used by Swarm to encapsulate a
    // "message" destined for an object, where the message is the name
    // of a method defined for the class to which the object belongs.
    // Because the method must indeed be defined for the class of the
    // object and because this can be determined only at run time,
    // there is a possibility that the creation of the selector will
    // throw an exception if the class and the method do not match.
    // Java requires that events that might throw exceptions be
    // enclosed in try/catch blocks. If there is an error creating
    // the new selector in the try block, the catch block can handle
    // the resulting exception. Here we have taken a pretty crude
    // approach to handling the exception: we simply call
    // System.exit(1). (Note that the "return null" which ends the
    // catch block is there only to tell the compiler that "return

```

```

// sel" will never be reached if an exception occurs and sel is
// undefined. We'll exit on an exception before ever returning
// sel to the calling method.)

// Note that the getSelector method overloaded. It can be
// called with either a string containing the class name as its
// first argument, or with an object of the desired class. In the
// first case, the string is converted to a class identifier using
// the forName() method, while in the second case getClass() is
// used to find the class identifier for the object. The second
// argument to getSelector is always a string containing the
// method name. (The boolean "false" at the end of the Selector
// constructor is theobjCFlag. It allows one to use
// ObjectiveC-type key/value method syntax. Since we always use
// Java-style method names, for us the flag is always false.)

public static Selector getSelector(String name, String method) {

    Selector sel;

    try {

        sel = new Selector(Class.forName(name), method, false);
    } catch (Exception e) {

        System.err.println("There was an error in creating a Selector for
method " + method + "\nin Class " + name + ".");
        System.err.println (name + "." + method + " returns " +
e.getMessage());
        System.err.println("The process will be terminated.");
        System.exit(1);
        return null;
    }

    return sel;
}

public static Selector getSelector(Object obj, String method) {

    Selector sel;

    try {

        sel = new Selector(obj.getClass(), method, false);
    } catch (Exception e) {

        System.err.println("There was an error in creating a Selector for
method " + method + "\nin Class " + (obj.getClass()).getName() + ".");
        System.err.println ((obj.getClass()).getName() + "." + method + "
returns " + e.getMessage());
        System.err.println("The process will be terminated.");
        System.exit(1);
        return null;
    }

    return sel;
}
}

```

B.2.7 L'UnitaryCost

L'ultima classe di cui ci occuperemo è stata studiata come una tabella, che restituisce un prezzo a seconda della quantità richiesta. Al suo interno non vi è un calcolo che riproduce in modo continuo un prezzo funzione della quantità, ma bensì una sequenza di condizioni che delimitano degli intervalli a cui è assegnato un valore; una volta immessa la quantità richiesta, il metodo controlla in quale intervallo cade ed assegna il valore corrispondente. Successivamente, la parte finale del codice, restituisce il valore che consideriamo il costo unitario della quantità acquistata dal Dealer.

```
// UnitaryCost.java

import swarm.Globals;
import swarm.Selector;

public class UnitaryCost {

    public double price;

    public UnitaryCost(int q) {

        if ((q > 0) && (q <= 5))
            price = 15;

        if ((q > 5) && (q <= 15))
            price = 12;

        if ((q > 15) && (q <= 45))
            price = 10;

        if ((q > 45) && (q <= 135))
            price = 8;

        if ((q > 135) && (q <= 405))
            price = 6;

        if (q > 405)
            price = 4;
    }

    public double getCost() {

        return price;
    }
}
```

Bibliografia

- Aldrich H. (1979), *Organizations and Environments*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Arrow K. J. (1974), *The Limits of Organization*, NY: W.W. Norton & Co.
- Arthur W. B. and Lane D. A. (1993), *Information contagion*, Structural Change and Economic Dynamics.
- Arthur W.B., Durlauff S., Lane D. (1997), *The economy as an evolving complex system II*, Addison-Wesley, Reading, MA.
- Axelrod R. (1997), *Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences*, Conte, R., Hegselmann, R. and Terna, P. (a cura di), *Simulating Social Phenomena*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 456, pp.21-40, Berlin: Springer.
- Axtell R. (2000), *Why agents? on the varied motivations for agent computing in the social sciences*, Center on Social and Economic Dynamics, Working Paper No. 17.
- Baker G., Gibbons R. e Murphy K. J. (1990), "Market Networks and Corporate Behavior", Amer. J. Soc. 96:3, pp. 589–625.
- Barabasi A. (2002), *Linked: The New Science of Networks*, Cambridge, MA: Perseus Books.
- Barnes J. A. (1972), *Social Networks*, Reading, MA: Addison-Wesley. Gary S.
- Batten D. F. (2000), *Discovering Artificial Economics – How Agents Learn and Economies Evolve*, Westview Press, Boulder, Oxford.
- Becker (1962), "Irrational Behavior and Economic Theory", J. Polit. Econ. 70:1, pp. 1–13.
- Bertuglia C. S., Vaio F. (2003), *Non linearità, caos, complessità. Considerazioni sui sistemi naturali e sociali*, Bollati Boringhieri.
- Bowles S. (1999), "'Social Capital' and Community Governance", Focus, 20, 6-10.
- Bowles S. e Gintis H. (2002), "Social capital and community governance", Economic Journal, this issue.
- Brock W. e Durlauf S. (2001a), "Interactions-Based Models", in Handbook of Econometrics, Vol. 5 (ed. J. Heckman and E. Leamer), pp. 3297-3380. Amsterdam: North Holland.
- Brock, W. e Durlauf S. (2001b), "Growth empirics and reality", World Bank Economic Review, vol. 15, no. 3, pp. 229-272.
- Burt R. S. (1977a), "Positions in Multiple Network Systems, Pt. One: A General Conception of Stratification and Prestige in a System of Actors Cast as a Social Topology", Soc. Forces 56:1, pp. 106–31.

- Burt R. S. (1977b), "*Positions in Multiple Network Systems, Pt. Two: Stratification and Prestige among Elite Decision-Makers in the Community of Altnestadt*", Soc. Forces 56:2, pp. 551–75.
- Burt R. S. (1980), "*Models of Network Structure*", Ann. Rev. Soc. 6, pp. 79–141.
- Burt R. S. (1982), *Toward a Structural Theory of Action*, NY: Academic Press.
- Burt R. S. (1984), "*Network Items and the General Social Survey*", Soc. Networks 6, pp. 293–339.
- Burt R. S. (1990), "*Kinds of Relations in American Discussion Networks*", in Structures of Power and Constraint: Papers in Honor of Peter M. Blau. Craig Calhoun, Marshall W. Meyer, and W. Richard Scott, eds. NY: Cambridge U. Press.
- Burt R. S. (1992), *Structural Holes: The Social Structure of Competition*, Cambridge: Harvard U. Press.
- Burt R. S. (1997), "*The Contingent Value of Social Capital*", Admin. Sci. Quart. 42:2, pp. 339–65.
- Burt R. S. (2002), "*Bridge Decay*", Social Networks, forthcoming.
- Burt R. S., Jannotta Jr. J. E. e Mahoney J. T. (1998), "*Personality Correlates of Structural Holes*", Social Networks 19:4, pp. 63–87.
- Casella A. (1996), "*On Market Integration and the Development of Institutions: The Case of International Commercial Arbitration*", Eur. Econ. Rev. 40:1, pp. 155–86.
- Casella A. e Rauch J. (1998), "*Anonymous Market and Group Ties in International Trade*", work. paper 133. NY: Russell Sage Foundation.
- Chevalier J. e Mayzlin D. (2003), *The effect of word of mouth on sales: online book reviews*, Yale School of Management.
- Coleman J. S. (1988), "*Social Capital in the Creation of Human Capital*", Amer. J. Soc. 94:sup., pp. S95–S120.
- Daniels M. G., Farmer J. D., Iori G., Smith E. (2002), *How storing supply and demand affects price diffusion*, Santa Fe working paper at www.santafe.edu/sfi/publications/Working-Papers/02-01-001.pdf
- Delli Gatti D., Di Guilmi C., Gallegati M., Giulioni G. (2003), *Financial Fragility, Industrial Dynamics and Business Fluctuations in an Agent Based Model*, Forthcoming.
- Demsetz H. (1967), "*Towards a Theory of Property Rights*", Am. Econ. Rev. 57, 2:347-359.
- DiMaggio P. e Louch H. (1998), "*Socially Embedded Consumer Transactions: For What Kinds of Purchases Do People Most Often Use Networks?*" Amer. Soc. Rev. 63:5, pp. 619–37.

- DiPasquale D. e Glaeser E. (1999), *"Incentives and social capital: do homeowners make better citizens?"*, Journal of Urban Economics, vol. 45, pp. 354-384.
- Djankov S., Glaeser E. L., La Porta R., Lopez-de-Silanes F. and Shleifer A. (2003), *The New Comparative Economics*, Harvard Institute of Economic Research, Discussion Paper Number 2002.
- Durlauff S. N. (2002), *On the Empirics of Social capital*, Department of Economics, University of Wisconsin.
- Durlauff S. N. (2003), *Complexity and empirical economics*, in corso di pubblicazione.
- Durlauff S. e Johnson P. (1995), *"Multiple regimes and cross-country growth behavior"*, Journal of Applied Econometrics, vol. 10, pp. 365-384.
- Faulkner R. R. (1983), *Music on Demand: Composers and Careers in the Hollywood Film Industry*, New Brunswick, NJ: Transaction.
- Faulkner R. R. e Anderson A. B. (1987), *"Short-Term Projects and Emergent Careers: Evidence from Hollywood"*, Amer. J. Soc. 92:4, pp. 879-909.
- Forni M., Lippi M. (1997), *Aggregation and the Microfoundations of Dynamic Macroeconomics*, Oxford University Press, Oxford.
- Gilbert N. e Terna P. (2000), *How to Build and Use Agent-Based Models in Social Science*, Mind & Society, pp.57-72.
- Gode D. K. e Sunder S. (1993), *"Allocative Efficiency of Markets with Zero-Intelligence Traders: Market as a Partial Substitute for Individual Rationality"* J. Polit. Econ. 101:1, pp. 119-37.
- Granovetter M. S. (1973), *"The Strength of Weak Ties"*, Amer. J. Soc. 78:6, pp. 1360-80.
- Granovetter M. S. (1976), *"Network Sampling: Some First Steps"*, Amer. J. Soc. 81:6, pp. 1287-303.
- Granovetter M. S. (1985), *"Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness"*, Amer. J. Soc. 91:3, pp. 481-510.
- Granovetter M. S. (1995), *"Business Groups"*, in Handbook of Economic Sociology. Neil J. Smelser and Richard Swedberg eds. Princeton: Princeton U. Press.
- Hahn F. (1994), *An Intellectual Retrospective*, Quarterly Review.
- Härdle W. e Kirman A. P. (1995), *"Nonclassical Demand: A Model-Free Examination of Price-Quantity Relations in the Marseilles Fish Market"*, J. Econometrics 67:1, pp. 227-57.
- Hayek F. A. (1952), *The Sensory Order*, University of Chicago Press, Chicago.
- Hayek F. A. (1960), *The Constitution of Liberty*, South Bend, IN: Gateway Editions Ltd.

- Hayek F. A. (1967), *Studies in philosophy, politics and economics*, University of Chicago Press, Chicago.
- Hobbes T. (1991), *Leviathan*, reprinted in R. Tuck, ed., *Leviathan* (1651), New York, NY: Cambridge University Press.
- Hölldobler B. e Wilson E. O. (1997), *Formiche – Storia di una esplorazione scientifica*, Adelphi, Milano. Ed. originale 1994, *Journey to the Ants – A Story of Scientific Exploration*.
- Johnson P. E. (2001), *What I learned from the Artificial Stock Market*, lark.cc.ukans.edu/~pauljohn/ResearchPapers/ASM01/ASM_Essay.pdf.
- Kilpatrick H. E. jr. (2001), *Complexity, Spontaneous Order and Friedrich Hayek: Are Spontaneous Order and Complexity Essentially the Same Thing?*, *Complexity*, Vol. 6, N. 4.
- Kirman A. P. e Vignes A. (1991), “*Price Dispersion: Theoretical Considerations and Empirical Evidence from the Marseille Fish Market*”, in *Issues in Contemporary Economics: Proceedings 9th World Congress Int. Econ. Assoc.*, Athens, Greece. Vol. 1: *Markets and Welfare*. Kenneth G. Arrow ed. London: Macmillan.
- Kirman A. P. (1992), *Whom or What Does the Representative Individual Represent?*, In *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 6, pp. 117-136.
- Kirman A. P. (1993), *Ants, Rationality and Recruitment*, *Quarterly Journal of Economics*.
- Kirman A. P. e Vriend N. J. (2001), “*Evolving Market Structure: An ACE Model of Price Dispersion and Loyalty*”, *J. Econ. Dynamics Control* 25:3–4, pp. 459–502.
- Kocak O. (2002), “*Social Orders of Exchange: Valuation Problems and Emergence of Order in Markets*”, paper presented at Stanford Business School.
- Krackhardt D. (1987), “*Cognitive Social Structures*”, *Social Networks* 9:2, pp. 109–34.
- Krackhardt D. (1992), “*The Strength of Strong Ties: The Importance of Philos in Organizations*”, in *Networks and Organizations*. Nitin Nohria and Robert G. Eccles eds. Boston: Harvard Business School Press.
- Kranton R. E. e Minehart D. F. (2001), “*A Theory of Buyer-Seller Networks*”, *Amer. Econ. Rev.* 91:3, pp. 485–508.
- Kumbasar E., Romney A. K. e Batchelder W. H. (1994), “*Systematic Biases in Social Perception*”, *Amer. J. Soc.* 100:2, pp. 477–505.
- Lane D. and Vescovini R. (1996), *Decision rules and market share: Aggregation in an information contagion model*, *Industrial and Corporate Chang.* path dependence

- Laumann E. O. e Pappi F. U. (1980), *Networks of Collective Action: A Perspective on Community Influence Systems*, NY: Academic Press.
- Laureano P. (2002), *Giardini di Pietra - I sassi di Matera e la civiltà mediterranea*, Bollati Boringhieri.
- Lazear E. P. (1999), *Economic Imperialism*, Hoover Institution, Graduate School of Business, Stanford University.
- Manski C. F. (2000), *Economic Analysis of Social Interactions*, forthcoming in the Journal of Economic Perspectives.
- Manski C. F. (1992), "School Choice (Vouchers) and Social Mobility", *Economics of Education Review*, 11, 351-369.
- Manski C. F. (1993), "Adolescent Econometricians: How Do Youth Infer the Returns to Schooling?", in C. Clotfelter and M. Rothschild (editors) *Studies of Supply and Demand in Higher Education*, Chicago: University of Chicago Press.
- Marx K. (1974), *Das Kapital*, London: Lawrence and Wishart, 1872.
- Von Mises L. (1933), *Epistemological Problems of Economics*, Ludwig von Mises Institute.
- Montesquieu, De Secondat M. (1984), *The Spirit of Laws*. Special Edition, The Legal Classics Library. Birmingham, AL: Lucas Printing Company, 1748.
- Olson M. (1965), *The Logic of Collective Action*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Olson M. (1982), *The Rise and Decline of Nations*, New Haven, CT: Yale University Press.
- Olson M. (1993), "Dictatorship, Democracy, and Development," *Am. Pol. Sc. Rev.* 87, 3:567-575.
- Olson M. (2000), *Power and Prosperity: Outgrowing Communist and Capitalist Dictatorships*, New York, NY: Basic Books.
- Ormerod P. (2003), *L'economia della farfalla. Società, mercato e comportamento*, Instar Libri.
- Parisi D. (2001), *Simulazioni — La realtà rifatta nel computer*, Mulino, Bologna.
- Pellicelli G. (1999), *Il Marketing*, Utet.
- Podolny J. M. (1993b), "A Status-Based Model of Market Competition", *Amer. J. Soc.* 98:4, pp. 829-72.
- Podolny J. M. (1994), "Market Uncertainty and the Social Character of Economic Exchange", *Admin. Sci. Quart.* 39:3, pp. 458-83
- Podolny J. M. e Page K. L. (1998), "Network Forms of Organization", *Ann. Rev. Soc.* 24, pp. 57-76.
- Posner R. (1974), "Theories of Economic Regulation", *Bell J. Econ.* 5, 2:335-358.

- Posner R. (1995), *“What do Judges Maximize?”*, chapter 3 in *Overcoming Law*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Powell W. W. (1990), *“Neither Market Nor Hierarchy: Network Forms of Organization”*, Res. Org. Behav. 12, pp. 295–336.
- Schotter A. R. (1996), *Microeconomia*, Il mulino.
- Schweitzer F., Zimmermann J. and Mühlenbein H. (2001), *Coordination of Decisions in a Spatial Agent Model*, Iscom.
- Slanina F. (2000), *Social organization in the minority game model*, Physica A.
- Smith A. (1976), *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Chicago, IL: University of Chicago Press, 1776.
- Solomon S., Weisbuch G., de Arcangelis L., Jan N. and Stauffer D. (2000). *Social percolation models*. Physica A. social percolation
- Terna P. (2001b), *Cognitive Agents Behaving in a Simple Stock Market Structure*, in F. Luna and A. Perrone (eds), *Agent-Based Methods in Economics and Finance: Simulations in Swarm*. Kluwer Academic, Dordrecht and London, pp.188-227.
- Terna P. (2002), *La simulazione come strumento di indagine per l'economia*, Workshop su “Scienze Cognitive ed Economia” organizzato dalla Associazione Italiana di Scienze Cognitive, 21 settembre 2002, Rovereto.
- Terna P. (2003), *Consumatori e mercato*, Atlante del XXI secolo, in corso di pubblicazione.
- Terna P. (2003), *Another ASM (Artificial Stock Marker), so AASM: Why?*, in corso di pubblicazione.
- Tullock G. (1967), *“The Welfare Cost of Tariffs, Monopoly, and Theft”*, Western Econ. J. 5, 0:224-232.
- Vriend N. (1995), *Self-organization of markets: an example of a computational approach*, Computational economics. lock in effects
- Weisbuch G. and Stauffer D. (2000), *Hits and flops dynamics*, Physica A.
- Weisbuch G., Kirman A. P. e Herreiner D. (2000), *“Market Organisation and Trading Relationships”*, Econ. J. 10:463, pp. 411–36.
- White H. C. (2002), *Markets from Networks: Socioeconomic Models of Production*, Princeton: Princeton U. Press.
- Zuckerman E. W. (2003), *On Networks and Markets by Rauch and Casella*, eds., in *Journal of Economic Literature*. Vol. 41, pp. 545-565.