

Appunti di
Econofisica
Con esempi ed esercizi svolti

Dispense tratte da seminari svolti presso
il Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari
su argomenti di carattere economico, finanziario,
organizzativo-aziendale e sociale

a cura di
Giancarlo Cappellini

Contributi di

Marco Aita
Giancarlo Cappellini
Guido Cappellini
Alessandro Chessa
Luigi Minerba
Stefano Montesanti
Gianni Mula
Bernardo Spagnolo



Copyright © MMVIII
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133 a/b
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-2204-7

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: dicembre 2008

Indice

Prefazione	11
Autori	15
1 Avventure di un fisico in finanza	17
2 La teoria dei giochi in ambito economico e sociale	21
2.1 Introduzione: un gioco facile	22
2.2 Un primo esempio di competizione industriale . . .	22
2.3 Il dilemma dei prigionieri come gioco non cooperativo	25
2.4 Il gioco dei duellanti e la guerra fredda	26
2.5 La competizione industriale rivisitata: il metodo esaustivo	28
2.6 Conclusioni	29
Bibliografia	29
3 Il messaggio keynesiano e l'analisi macroeconomica	31
3.1 Introduzione storica	32
Bibliografia	41
4 Macro e microsimulazione di mercati	43
4.1 Introduzione	43
4.2 I modelli macroscopici	46
4.2.1 Il modello ARCH	46
4.3 I modelli microscopici	47
4.3.1 Minority games	49
Bibliografia	52

5	Le organizzazioni sanitarie complesse	55
5.1	Introduzione	55
5.2	L'azienda sanitaria pubblica	58
5.3	I DRG (Diagnosis Related Groups)	59
5.4	Definizione dei prodotti ospedalieri	63
5.5	Gli indicatori dell'attività sanitaria	65
5.5.1	Durata media della degenza (DM)	66
5.5.2	Tasso di occupazione dei posti letto (TU)	67
5.5.3	Intervallo di turnover (It)	68
5.5.4	L'indice di case flow	68
5.6	Applicazione	70
	Bibliografia	71
6	Microcredito e microimprese: un ponte tra due realtà	75
6.1	Esercizi	82
6.1.1	Esercizio 1	82
6.1.2	Esercizio 2	83
	Bibliografia	83
7	Effetti indotti dal rumore in sistemi complessi	85
7.1	Introduzione	86
7.2	Rumore e non linearità	87
7.3	La risonanza stocastica	89
7.4	L'attivazione risonante	96
7.5	La stabilità incrementata dal rumore	99
7.6	Il modello di moto browniano geometrico	103
7.7	Conclusioni	107
	Bibliografia	108
8	Breve glossario dei termini finanziari	113
	Bibliografia	125
	Tavole	127

Indice delle figure

3.1	Funzioni del consumo e del risparmio	40
4.1	Curva sperimentale dei ritorni dei prezzi	45
4.2	Estensione power-law	48
4.3	Fluttuazioni dei ritorni e della ricchezza media	51
4.4	Curva dei ritorni dei prezzi	53
7.1	Realizzazioni del processo di Wiener	88
7.2	Potenziale a due buche	91
7.3	Rapporto segnale rumore	93
7.4	Profili del potenziale	97
7.5	Tempo medio di fuga	98
7.6	Un sistema totalmente instabile	101
7.7	Un sistema metastabile	102
8.1	Opzioni <i>call</i> e <i>put</i>	119
8.2	Funzioni Domanda-Offerta	123

Indice delle tabelle

2.1	Un gioco non cooperativo	23
2.2	Il dilemma dei prigionieri	23
2.3	Il gioco dei duellanti con guadagni in euro	27
2.4	Competizione tra aziende	27
5.1	Riepilogo Attività 2005, Parte A.	71
5.2	Riepilogo Attività 2005, Parte B.	72
5.3	Informazioni di base.	72
5.4	Indicatori.	73
6.1	Raggruppamento delle aziende	76
6.2	Soggetti promotori del microcredito per l'Italia	78
6.3	Soggetti beneficiari del microcredito per l'Italia	79
6.4	Promotori del microcredito per l'Italia	79
6.5	Promotori del microcredito per la nostra realtà	80
6.6	Diffusione del microcredito nelle aree extraeuropee	81
8.1	Esempio di libro degli ordini	121

Prefazione

Questa raccolta di appunti trae origine da alcuni seminari tenuti negli ultimi anni presso il Dipartimento di Fisica della Università di Cagliari da autori di diversa formazione e provenienza istituzionale su argomenti di carattere economico, finanziario, organizzativo-aziendale e sociale. La motivazione alla base dell'organizzazione dei suddetti seminari è legata alla ormai riconosciuta validità e potenzialità dell'utilizzo di metodi e modelli della ricerca in Fisica in problematiche proprie di altri settori. Data inoltre la forte crisi di vocazioni alle carriere scientifiche (tra le quali quella in Fisica) che si è riscontrata negli ultimi anni sia nel nostro paese che a livello europeo (si veda ad esempio il rapporto EU 2004, *Europe needs more scientists*, ISBN 92-894-8481-0), abbiamo pensato di aprire il nostro Dipartimento anche a professionalità di alto profilo diverse da quelle tradizionalmente ospitate. I suddetti seminari hanno quindi rappresentato un primo *giro d'orizzonte* fatto a livello locale sulle potenzialità di applicazione di metodologie mutuata dalla Fisica a problematiche di carattere diverso (relative all'Econofisica o Finanza quantitativa e non solo), pensando che in un prossimo futuro un laureato in Fisica possa trovare sbocchi professionali di alto profilo anche nell'ambito economico, finanziario, gestionale e sociale come già avviene in altre nazioni. Vogliamo qui ricordare che tematiche di carattere sociale e finanziario hanno comunque ricevuto già da tempo l'attenzione di molti fisici nel nostro paese: basti ricordare nel passato il contributo di Majorana (E. Majorana, *Il valore delle leggi statistiche nella Fisica e nelle Scienze sociali*, Scientia **36**, 54 1942) e nel presente più recente quello di Mantegna (R.N. Mantegna, H.E. Stanley, *An Introduction to Econophysics: Correlations and*

Complexity in Finance, Cambridge University Press, Cambridge 2000).

Il primo documento della presente raccolta, elaborato da M. Aita, illustra i vari possibili impieghi di fisici in ambito finanziario con le relative problematiche e le conoscenze professionali necessarie per affrontarle. Il documento seguente, curato da chi scrive, sulle applicazioni della Teoria dei Giochi in ambito economico e sociale, presenta esempi dal mondo economico, finanziario, politico, sociale affrontati nell'ambito della Teoria dei Giochi. J.M. Keynes è stato l'artefice di una vera e propria rivoluzione del pensiero economico con notevoli implicazioni negli ambiti della Politica economica negli 1930–40. Nel documento di Guido Cappellini vengono forniti alcuni cenni della vasta teoria scientifica del Keynes insieme a semplici esercizi applicativi. Nel documento *Macro e microsimulazione dei mercati* di A. Chessa e G. Mula vengono affrontate le nuove metodologie applicate dai fisici e matematici alle fenomenologie dei mercati partendo da modellizzazioni dei mercati stessi. In particolare vengono approfonditi i modelli macroscopici (modello ARCH) e i modelli microscopici (*Minority Games*). Il contributo di L. Minerba si focalizza sul funzionamento di una grande organizzazione di professionisti del campo sanitario. Con un chiaro esempio vengono riportate in dettaglio le tematiche che debbono essere affrontate nei problemi di programmazione delle risorse sanitarie. Nel documento seguente di S. Montesanti vengono trattate le problematiche delle microimprese nell'ambito degli accelerati processi di globalizzazione dell'economia. In particolare viene descritto l'originale meccanismo introdotto dall'economista M. Yunus (premio Nobel 2006 per la Pace) per lo sviluppo accelerato delle microimprese con l'accesso facilitato al microcredito. Nell'ultimo contributo B. Spagnolo ha mostrato, con esempi tratti dalla dinamica stocastica non lineare, che la presenza del rumore può influenzare l'evoluzione di un sistema fisico non lineare in modi non intuitivi. Inoltre viene proposto un esercizio sui mercati finanziari da svolgere utilizzando l'approccio fenomenologico dei modelli stocastici. Conclude la raccolta un breve glossario dei principali termini finanziari. Alla fine del libro le tavole a colori citate nel testo.

G. Cappellini, A. Chessa e G. Mula riconoscono il supporto del

MIUR attraverso il progetto PON–CyberSar relativamente ai loro contributi della presente raccolta.

Ricordiamo che la presente raccolta di contributi vuole avere un carattere divulgativo e non esaustivo sui vari temi trattati: per maggiori approfondimenti rimandiamo alla bibliografia alla fine di ogni contributo. Vogliamo infine ringraziare il Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari per aver permesso la realizzazione del suddetto ciclo di seminari.

Cagliari, marzo 2008

Giancarlo Cappellini

Autori

- Dr. *Marco Aita*
MPS Finance, Siena
- Prof. *Giancarlo Cappellini*
SLACS–CNR–INFN e Dipartimento di Fisica, Università di Cagliari
- Dr. *Guido Cappellini*
Autostrade per l'Italia S.p.a., Roma
- Dr. *Alessandro Chessa*
SLACS–CNR–INFN, Linkalab, CYBERSAR e Dipartimento di Fisica, Università di Cagliari
- Dr. *Luigi Minerba*
Dipartimento di Igiene e Sanità Pubblica, Policlinico di Cagliari
- Dr. *Stefano Montesanti*
Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma
- Prof. *Gianni Mula*
SLACS–CNR–INFN, Linkalab, CYBERSAR, Dipartimento di Fisica, Università di Cagliari
- Prof. *Bernardo Spagnolo*
Dipartimento di Fisica e Tecnologie Relative, Università di Palermo

Capitolo 1

Avventure di un fisico in finanza

Marco Aita

MPS Finance – Siena

Sommario

In questo intervento vengono illustrate le opportunità di carriera per fisici in ambito finanziario. Vengono mostrati esempi di problemi finanziari tipici, con discussione del tipo di preparazione di base necessaria per affrontarli. Vengono inoltre illustrati i vari tipi di lavoro che un fisico si può aspettare di trovare in Finanza, con alcuni confronti sui vari mercati del lavoro in Italia e all'estero e alcuni suggerimenti utili ai “giovani scienziati” interessati a questo tipo di carriera. Il presente contributo è pensato come una raccolta ragionata e commentata dei lucidi che hanno fatto parte delle due presentazioni tenute dall'autore presso il nostro Dipartimento.

Tavola C1

In questa tavola viene esemplificato il funzionamento e la schematizzazione di una banca di investimenti. La parte dei *sales* e *traders*/gestori costituisce il cosiddetto *Front Office*, quella parte

della banca che si occupa cioè dei rapporti con il mondo esterno. Più all'interno sono i sistemi di *management* e di *trading* che collaborano con gli specialisti delle analisi quantitative *quants* e *risk managers*. Più all'interno si trovano le parti computazionali o dell'Information Technology (IT), del MBO (*Middle-Back Office*, la parte di supporto operativo) insieme alla Contabilità. Le varie funzioni sono poi collegate fra loro da linee di flusso che manifestano l'interdipendenza dei vari settori.

Tavola C2

In questa tavola sono riportate le professionalità presenti in una banca di investimenti in funzione della complessità/tecnicità del lavoro e del livello retributivo (quest'ultimo è diviso in tre macroregioni, i.e. affari–controllo–operazioni). Ritroviamo le professionalità descritte nella Tavola C1 con anche gli esperti ALM e gli accademici/universitari. Il massimo nelle due “variabili” è in alto a sinistra, il minimo in basso a destra.

Tavola C3

In questa tavola vengono riportate ancora le professionalità presenti in una banca di investimenti in funzione del volume del lavoro (ore di lavoro) e della pressione o *stress* a cui è sottoposto l'operatore. Ritroviamo le professionalità descritte nella Tavola C1 con anche gli esperti ALM e gli accademici/universitari. Il massimo nelle due “variabili” è ancora in alto a sinistra, il minimo in basso a destra.

Tavola C4

Vengono elencati qui le principali problematiche che devono essere affrontate in Finanza. Si va dalla modellizzazione dell'andamento dei mercati, alla misurazione del rischio e alla stima della volatilità.

Tavola C5

Forse questa è una delle più interessanti schede per i fisici. Infatti viene delineato il tipo di lavori nei quali possono essere messe in luce le professionalità dei fisici. A parte l'IT, la parte del leone in una banca di investimenti è fatta dalle mansioni di *risk management* e di analisi quantitativa.

Tavola C6

Per quanto riguarda la preparazione professionale dei fisici che aspirano a ricoprire incarichi in Finanza sono richieste conoscenze profonde e quindi “dure” in alcuni settori che vanno dalla probabilità e statistica alle conoscenze generali di informatica e programmazione.

Tavola C7

Ci sono molte altre caratteristiche anche personali che possono aiutare nella collocazione nel mondo del lavoro e in particolare in Finanza. Queste vanno dalla capacità di lavorare in squadra alla curiosità.

Tavola C8

... e naturalmente importantissima è la conoscenza della lingua inglese come non trascurabili sono la fiducia nelle proprie capacità, la giovane età e la vivacità dell'intelligenza.

Tavola C9

Sono riportati i principali *links* da consultare per chiunque voglia affacciarsi al mondo dell'Econofisica (detta anche Finanza quantitativa).

Tavola C10

In questi articoli brevi sono riportate le esperienze delle persone che hanno fatto una scelta professionale nella finanza venendo da una formazione in Fisica o in altre discipline scientifiche. Interessante sono anche gli aspetti e notizie informali che vengono forniti dai vari autori e che molte volte sono importanti per effettuare delle scelte professionali e di vita. Tutti i contributi possono essere trovati su ScienceCareers.org.

Tavola C11

In questa ultima tavola è riportata la bibliografia fondamentale sugli argomenti tecnici dell'Econofisica.

Capitolo 2

Applicazioni della teoria dei giochi in ambito economico e sociale

Giancarlo Cappellini

*SLACS-CNR-INFN e Dipartimento di Fisica
Università di Cagliari*

Sommario

In questo breve articolo vogliamo presentare esempi del mondo economico, finanziario, politico e sociale che possono essere affrontati nell'ambito della Teoria dei Giochi. Vogliamo considerare in tali esempi, senza l'utilizzo del formalismo matematico, i concetti di base e la terminologia della Teoria dei Giochi diventati di uso comune in vari ambiti e ambienti. Concetti quali equilibrio di Nash, strategie dominanti e dominate, vengono chiariti facendo riferimento ad esempi concreti ed esercizi. In maniera voluta il presente articolo non rappresenta una trattazione sistemica e esaustiva di tali argomenti ma vuole, attraverso semplici esempi, cercare di far capire quale risulta essere l'utilizzo di una determinata terminologia in problemi di concorrenza e conflitto tratti da situazioni reali. Il livello della trattazione è mantenuto volutamente a livello elementare.

2.1 Introduzione: un gioco facile

La Teoria dei Giochi (TdG) in generale si occupa di rispondere alla domanda: qual'è il risultato più probabile di un gioco o una di una competizione. Dato che in questo testo vogliamo procedere per esempi, per introdurre le idee chiave della TdG si può prendere come esempio il gioco più facile: un gioco a mossa singola e simultanea. In questo gioco due o più giocatori possono prendere una singola decisione allo stesso tempo. I giocatori sono sempre supposti razionali. Anche se sembra assurdo quest'ultimo è un requisito importante dato che in molti casi nella realtà si possono verificare strategie paganti non razionali. Ad esempio una compagnia aerea può decidere di ribassare il prezzo dei biglietti oltre al limite della perdita economica per cercare di danneggiare una concorrente sulla stessa tratta. In questo testo ci occuperemo dei soli giochi non cooperativi. Nei giochi non cooperativi due o più giocatori anche contro l'interesse generale non prevedono mai l'eventualità di addivenire ad un accordo. Purtroppo anche di questa situazione si possono fare molti esempi reali: due enti o persone decidono, pur di non mettersi d'accordo, di ricorrere alle vie legali per la soluzione di una controversia accollandosi notevoli oneri materiali, finanziari e morali. Per una trattazione approfondita e per una formalizzazione dei concetti esposti si può fare riferimento alla bibliografia originale di Nash [1]. Facciamo subito un esempio.

2.2 Un primo esempio di competizione industriale

Riteniamo interessante presentare come primo esempio quello della competizione industriale tra due imprese di uno stesso paese che vogliono decidere se aprire o meno una filiale in uno stesso paese estero. Naturalmente questo è un esempio tipico di gioco a due giocatori non cooperativo dato che le direzioni delle due imprese non verranno mai ad una soluzione compromissoria. Un esempio pratico è stata la competizione tra le industrie automobilistiche giapponesi Toyota e Honda sul mercato americano nei primi anni Novanta dello scorso secolo [2]. Per facilitare la comprensione

Tabella 2.1: Schematizzazione di un gioco non cooperativo a due giocatori che simula la competizione tra un'azienda C (giocatore di colonna) e un'azienda R (giocatore di riga) relativamente alla decisione di costruzione di una propria nuova filiale in un altro paese. Le cifre riportate — la prima per il giocatore di riga e la seconda per quello di colonna — in ogni casella sono i guadagni in milioni euro.

	az. C; cost.	az. C; non cost.
Az. R; cost.	16, 16	20, 15
Az. R; non cost.	15, 20	18, 18

Tabella 2.2: Schematizzazione del gioco non cooperativo del dilemma dei prigionieri con “guadagni” rappresentati da anni di carcere. Il giocatore di colonna è Carlo e quello di riga è Roberto. I dati riportati sono negativi perché rappresentano anni di carcere che vanno a detrazione del totale degli anni di vita da cittadini liberi dei sospettati.

	Carlo; conf.	Carlo; non conf.
Roberto; conf.	-6, -6	0, -12
Roberto; non conf.	-12, 0	-2, -2

conviene rappresentare la competizione in forma tabellare. Nella tabella 2.1 sono riportati i profitti delle due aziende nelle quattro configurazioni possibili. I dati numerici sono indicativi.

Come si vede chiaramente dalla tabella 2.1, ogni azienda sceglie una strategia che la porti al massimo profitto, per qualsiasi strategia segua l'avversario. Nel caso in esame esiste una situazione di equilibrio a cui tende ciascuna azienda, che è quella di aprire una nuova filiale, tale posizione viene detta di equilibrio di Nash [1, 2]. Nel caso infatti dell'azienda C i profitti oscillano tra 16 e 20 milioni se costruisce e tra 15 e 18 se non costruisce. Per l'azienda R la situazione è analoga. L'equilibrio di Nash complessivo è che entrambe costruiscano. Ipotizziamo per assurdo che l'azienda C costruisca e si aspetti che R non lo faccia, arrivando ad un

guadagno di 20 milioni, allora l'azienda R è costretta a costruire per aumentare da 15 a 16 milioni i propri guadagni. Si noti che la condizione di equilibrio di Nash non garantisce la massimizzazione del guadagno complessivo delle due aziende (32 milioni se entrambe costruiscono e 36 se entrambe non costruiscono). Infatti perseguire gli interessi privati determina il prevalere dell'interesse proprio (cosiddetto *self-interest*) contro quello collettivo.

Dal punto di vista storico la TdG prima del contributo di Nash si occupava principalmente dei giochi a due partecipanti a somma zero. Questi giochi però hanno una più ristretta applicazione nella realtà. Nash introdusse la distinzione tra giochi cooperativi e non cooperativi. Per farla breve nei giochi non cooperativi non ci sono mai accordi validi tra i giocatori. L'idea di Nash ha aperto la TdG, considerando un misto di cooperazione e non cooperazione, alle applicazioni che vanno dalle scienze economiche a quelle politiche e sociali fino alla biologia evolutiva. Altro fattore importante è l'interdipendenza. L'esito di un gioco per un giocatore dipende da ciò che decidono di fare gli altri giocatori e viceversa. Un gioco a mosse simultanee determina un circolo logico del tipo io penso che il mio avversario pensi che io pensi che il mio avversario pensi... Nash ha permesso la rottura di questo circolo fornendo una ricetta che permette l'arrivo ad una situazione di equilibrio [2, 3]. Il concetto di equilibrio non cooperativo è stato formulato per la prima volta da Nash nella sua tesi di dottorato in Matematica [1]. I giocatori cercano un insieme di strategie in modo che la propria scelta sia la migliore se gli altri scelgono quelle che sono migliori per loro. Se un giocatore ha una strategia che non subisce l'influenza di quello che fanno gli altri questa viene detta dominante mentre se ha come scelte una uniformemente negativa questa si dice dominata [1, 2, 3]. Nell'esempio della tavola 2.1 nella pagina precedente ciascun giocatore ha una strategia dominante (costruire) contro una dominata (non costruire) (*dominant and dominated strategy*). Le due singole strategie dominanti si intersecano nella posizione di equilibrio di Nash globale della competizione. Una ricetta operativa per individuare facilmente l'equilibrio di Nash è quello di eliminare tutte le strategie dominate dal gioco, se ce ne sono. Se ne esistono di dominanti l'equilibrio di Nash si trova alla loro intersezione. Esistono in generale situazioni in cui sono presenti più situazioni di equilibrio oppure giochi che non prevedo-

no posizioni di equilibrio. Ormai la TdG è considerata una branca della microeconomia legata alla analisi delle decisioni ottimali da prendere in situazioni di competizione [2]. I principali contributi alla TdG moderna sono dovuti a John Forbes Nash, professore di matematica all'Università di Princeton, soprattutto relativamente alla possibilità di esistenza di situazioni di equilibrio [1, 3].

2.3 Il dilemma dei prigionieri come gioco non cooperativo

Ecco uno dei giochi non cooperativi più conosciuto. La polizia arresta due sospettati di un reato e li interroga in celle separate. A ciascuno è offerta la possibilità di confessare, accusare l'altro prigioniero, o di non dire nulla. Il singolo prigioniero è premiato con la libertà se confessa e l'altro invece non confessa. Quest'ultimo prende il massimo della pena pari a 12 anni di carcere. Se tutte e due confessano hanno un pena di 6 anni, dato che comunque hanno commesso un reato, mentre se tutti e due non confessano hanno una pena di 2 anni dato che si hanno solo indizi a loro carico. Nella tabella 2.2 nella pagina 23 è riportato lo schema per il giocatore di colonna Carlo e per quello di riga Roberto. La caratteristica fondamentale del gioco è che, indipendentemente dalla scelta dell'altro sospettato, ciascuno dei prigionieri otterrebbe il maggior vantaggio se confessasse. Se l'altro confessa, il sospettato in questione dovrebbe fare lo stesso e in tal modo evitare un punizione particolarmente dura per il fatto di non cedere. Se invece l'altro non parla, confessando il sospettato riceverà un trattamento premiante dato che si è trasformato in testimone. La confessione risulta la strategia dominante per ognuno. È da notare che il vantaggio maggiore si avrebbe per entrambe nel caso che entrambe non confessassero, ma ciò richiederebbe la collaborazione che non è prevista nei giochi non cooperativi: in questa situazione la scelta razionale per ciascuno è quella di confessare. Questa situazione è il punto di equilibrio di Nash del "gioco" [2, 3]. Nota che gli anni di carcere totali all'equilibrio di Nash (12) sono più dei 4 totali della posizione in cui entrambe decidono di non collaborare. Il dilemma dei prigionieri è un caso emblematico di competizione

tra interessi collettivi e particolari. È importante notare che nel caso di reali organizzazioni criminali, la strategia da seguire per i sospettati sarebbe dettata da regole interne dell'organizzazione di appartenenza che tipicamente premia comportamenti di non collaborazione con gli inquirenti e punisce molto severamente quelli di collaborazione con gli stessi. In questo caso avremmo sicuramente due sospettati-giocatori collaboranti che è contro l'ipotesi dei giochi non cooperativi.

Il dilemma del prigioniero ha generato una vastissima letteratura anche in psicologia dove sono importanti i fattori che determinano la cooperazione e la defezione. La posizione di equilibrio di Nash, definita come la scelta della miglior strategia da parte di ciascun giocatore nell'ipotesi che tutti gli altri giocatori scelgano a loro volta la propria migliore strategia, non è necessariamente la migliore dal punto di vista del gruppo di giocatori. Per fare un esempio economico l'esistenza dell'equilibrio di Nash contraddice la *mano invisibile* di Adam Smith: quando ciascuno dei partecipanti persegue il proprio interesse individuale, non favorisce necessariamente il massimo vantaggio della collettività [2].

2.4 Il gioco dei duellanti e la guerra fredda

Un altro esempio molto importante in ambito strategico è quello che va sotto il nome del gioco, per altro piuttosto demenziale, dei duellanti (o meno nobilmente detto *chicken*) [2]. Due giovani decidono di sfidarsi e quindi con le rispettive automobili si lanciano l'uno contro l'altro su una strada, di solito la notte di fronte agli amici. Se prima dell'impatto uno dei due devia allora lui si comporta da vile (*chicken*) e l'altro diviene l'“eroe della notte”. Se entrambe deviano dalla traiettoria rettilinea non viene dimostrato nulla e nessuno dei due perde la faccia.

Nel malaugurato caso in cui entrambe non cambino strada sono destinati all'urto e quindi alle lesioni gravi o alla morte, eventualità che qui volutamente escludiamo. Vediamo come possiamo costruire la tavola di rappresentazione del gioco chiaramente non cooperativo dei duellanti Claudio (giocatore di colonna) e Romeo (giocatore di

Tabella 2.3: Schematizzazione del gioco non cooperativo dei duellanti con guadagni rappresentati in euro. Il giocatore di colonna è Claudio e quello di riga Romeo. Il significato di guadagni negativi nel caso di incidente è che a seguito di urto entrambe devono sostenere ingenti spese per danni alle automobili e alle persone.

	Claudio; dev.	Claudio; non dev.
Romeo; dev.	0, 0	-100, 100
Romeo; non dev.	100, -100	-10.000, -10.000

Tabella 2.4: Schematizzazione del gioco della competizione tra un'azienda colonna (C) e una riga (R) relativamente all'apertura di una nuova filiale in un altro paese.

	az. C; cost.	az. C; non cost.
az. R; cost.	16r, 16c	20r, 15
az. R; non cost.	15, 20c	18, 18

riga). Per pura necessità di rappresentazione riportiamo i guadagni e le perdite (quantificate anche in caso di incidente) in euro. Nella tabella 2.3 la prima configurazione in alto a sinistra rappresenta la situazione in cui entrambe cambiano strada, quella in basso a destra la situazione in cui i due tirano dritto. Il gioco presenta chiaramente due posizioni di equilibrio di Nash. Ipotizziamo infatti che Claudio cambi strada: a questo punto Romeo per massimizzare i vantaggi della sfida deve preferire non cambiare strada. Se invece Claudio non devia allora per Romeo, per minimizzare danni è meglio deviare. Ricordiamo, per quanto possa essere assurdo in questo esempio, che i giocatori sono sempre pensati razionali nelle loro decisioni. Questo gioco può essere anche calato con molta facilità nella realtà storica ed economica. Ad esempio negli anni Cinquanta e Sessanta dello scorso secolo una schematizzazione del gioco dei duellanti poteva rappresentare le sfide occorrenti nell'ambito della guerra fredda tra USA e URSS in cui una maggiore aggressività da parte

di un contendente poteva essere seguita dall'indietreggiamento dell'avversario ai fini del raggiungimento di una nuova situazione di equilibrio. Guarda caso in un periodo importante della sua vita Nash ha lavorato per il laboratori della RAND (Research and Development) negli USA su problemi di strategia [3]. In campo economico il gioco dei duellanti può essere calzante per il caso in cui si inneschi la concorrenza tra due imprese in un mercato che ne può sostenere al massimo una. La soluzione del gioco dei duellanti è che una delle due resta mentre l'altra esce da quel mercato. Questa situazione è detta del mercato naturale monopolistico (*natural monopoly market*) [2].

2.5 La competizione industriale rivisitata: il metodo esaustivo

Ci si può chiedere se esistono delle regole determinate per la ricerca delle configurazioni di equilibrio di Nash. Nello spirito della presente relazione cerchiamo una risposta tramite un esempio. Se consideriamo la competizione industriale e la corrispondente tabella 2.1 nella pagina 23, sappiamo che ogni azienda ha sia una strategia dominata che una dominante. Quindi un primo passo è di escludere le strategie dominate e da questa esclusione la posizione di equilibrio di Nash segue dalla intersezione delle strategie dominanti. Nel caso non esistano strategie dominate e dominanti si può procedere nel seguente modo. Analizziamo le risposte del giocatore di riga (azienda R) a tutte le singole azioni del giocatore di colonna (azienda C). Nella tabella 2.4 nella pagina precedente riportiamo i risultati del metodo delineato in questo paragrafo. Se il giocatore di colonna azienda C sceglie di costruire la migliore risposta per l'azienda R è quella di costruire con guadagno pari a 16 m.ni di euro. Possiamo operativamente segnare questo risultato con una r sulla casella corrispondente della tabella 2.4 nella pagina precedente. Se l'azienda C decide di non costruire allora per il giocatore di colonna la risposta più ragionevole è quella di costruire con un guadagno di 20 milioni di euro. Anche questa scelta viene contrassegnata dalla lettera r. Se adesso analizziamo le possibili risposte razionali del giocatore di

colonna, azienda C, alle iniziative della azienda R troviamo che la scelta di costruire con guadagni rispettivamente di 16 e 20 milioni di euro sono le risposte ragionevoli alle iniziative di costruire e di non costruire del giocatore di riga e vengono contrassegnate dalla lettera c. Ci ricordiamo che l'equilibrio di Nash si ottiene quando ciascun giocatore ottiene il massimo guadagno per qualsiasi strategia scelta dall'altro giocatore. Quindi si ha equilibrio quando questa situazione si realizza per ognuno dei giocatori, i.e. quando troviamo nella tabella 2.4 nella pagina 27 una o più configurazioni in cui entrambe le scelte sono contrassegnate dai simboli r e c rispettivamente per le scelte del giocatore di riga e di colonna. Tale situazione è rappresentata dalla condizione in cui entrambe costruiscono. Il metodo esaustivo è quello che permette sempre e comunque la determinazione delle posizioni di equilibrio nel caso ce ne siano presenti nel gioco-confronto sotto esame. È il metodo forse più lungo ma fornisce sempre risultati certi ed è quello che può essere implementabile, nel caso di più giocatori con più strategie, mediante un programma di risoluzione a calcolatore. Per ragione di semplicità nel presente articolo abbiamo considerato sempre due giocatori con due possibili strategie ma naturalmente si possono esaminare con procedure simili a quelle qui proposte i confronti tra due o più giocatori con due o più strategie di gioco. Anche queste ultime situazioni sono molto comuni nella vita comune e professionale in ambienti differenti [2]. Per rendersi infine conto del livello di successo che hanno avuto i risultati e i metodi proposti da Nash, basti pensare che le nuove tecniche per organizzare le aste di gara relative alla vendita o concessione di risorse pubbliche da parte di alcuni governi moderni sono una diretta conseguenza delle sue idee [3].

2.6 Conclusioni

In questo breve scritto abbiamo presentato esempi del mondo economico, finanziario, politico e sociale che possono essere affrontati nell'ambito della TdG. Sono stati definiti termini quali equilibrio di Nash, strategie dominanti e dominate. Abbiamo voluto, attraverso semplici esempi, cercare di far capire qual è l'utilizzo

di una certa terminologia in problemi di concorrenza e conflitto tratti da situazioni reali.

Bibliografia

- [1] John Nash, *Giochi non cooperativi e altri scritti*, Zanichelli, Bologna 2004.
- [2] David Besanko, Ronald R. Braeutigan *Microeconomics: An Integrated Approach*, John Wiley & Sons, New York 2002.
- [3] Silvia Nasar, *Il genio dei numeri*, Rizzoli, Milano 1999.