



UNIVERSITA` DEGLI STUDI DI PISA

DIPARTIMENTO DI ECONOMIA E MANAGEMENT

Corso di Laurea in Economia e Commercio

TESI DI LAUREA

**TIT FOR TAT STRATEGY E INSORGENZA
DELLA COOPERAZIONE**

CANDIDATO:

Claudio MARTELLA

RELATORE:

Prof. Neri SALVADORI

ANNO ACCADEMICO 2014-15

INDICE

INTRODUZIONE.....	4
CAPITOLO PRIMO – LA TEORIA DEI GIOCHI E IL DILEMMA DEL PRIGIONIERO	5
1.1 Introduzione alla teoria dei giochi.....	5
1.2 La ricerca dell’equilibrio.....	6
1.3 Il dilemma del prigioniero.....	8
1.4 Importanza del futuro e dilemma del prigioniero iterato.....	12
1.5 Le ipotesi dietro il dilemma del prigioniero	19
CAPITOLO SECONDO – OCCHIO PER OCCHIO.....	22
2.1 Introduzione	22
2.2 Il torneo di Axelrod.....	23
2.3 Perché vinse TIT FOR TAT	26
2.4 La seconda edizione del torneo di Axelrod.....	28
CAPITOLO TERZO - LE REGOLE DEL SUCCESSO.....	32
3.1 Definizione	32
3.2 Non essere invidiosi.....	32
3.3 Non essere i primi a defezionare(Bontà).....	33
3.4 Ricambiare sia Cooperazione che Defezione(Ritorsione)	34
3.5 Non peccare d’astuzia(Trasparenza)	35
3.6 Conclusioni	37

CAPITOLO QUARTO – SOPRAVVIVENZA E	
ADATTAMENTO.....	38
4.1. Introduzione e caratteristiche della ESS	38
4.2. “The evolution of cooperation”	41
4.2.1 Robustezza	42
4.2.2 Stabilità.....	45
4.2.3 Vitalità iniziale.....	48
4.3 Conclusioni	51
CAPITOLO QUINTO – L’INSORGENZA DELLA	
COOPERAZIONE.....	53
5.1 Definizione	53
5.2 Casi tangibili.....	54
5.2.1 Il compratore.....	54
5.2.2 Pace in trincea	55
5.2.3 Tasse e multe	55
5.2.4 BitTorrent.....	56
5.2.5 Matrimoni e divorzi.....	56
5.2.6 Il doping	57
5.3 Dimostrazioni	58
CONCLUSIONE.....	63
APPENDICE	66
• GLOSSARIO DELLE STRATEGIE CITATE	66
BIBLIOGRAFIA.....	68
SITOGRAFIA	70

INTRODUZIONE

L'oggetto della tesi seguente è l'analisi della versione iterata del dilemma del prigioniero e delle difficoltà incontrate da chi si trovi ad affrontare scelte strategiche basate sui suoi assiomi, si propone quindi di ricercare la strategia più adatta a massimizzare il pay-off di lungo periodo. Il lavoro inoltre evidenzia quei casi tratti dagli ambiti più vari in cui può insorgere la cooperazione tra individui anche quando questi agiscano mossi da interessi diametralmente opposti e senza alcun accordo preliminare.

L'interesse per lo studio del dilemma del prigioniero è nato affrontando il programma di Economia Politica al primo contenente la teoria dei giochi; la scelta di affrontare tra i CFU liberi l'esame di Economia Industriale è stata fatta in virtù della possibilità di approfondire tematiche come l'analisi delle condizioni in cui possano prosperare strategie funzionali alla nascita della cooperazione come la cosiddetta TIT FOR TAT.

Il politologo Robert Axelrod chiedendosi come possa nascere cooperazione in un mondo così dominato dall'egoismo del singolo organizza un torneo informatizzato alla ricerca della migliore strategia per affrontare la versione iterata del dilemma del prigioniero.

La trattazione si sofferma sulla analisi dei risultati del torneo e delle sue edizioni successive e sulle caratteristiche della strategia vincente: successivamente tali caratteristiche vengono opportunamente valutate in ambiti della vita di tutti i giorni per verificare la loro adattabilità.

Il lavoro si conclude enumerando vari ambiti in cui la cooperazione può instaurarsi anche tra fazioni diametralmente opposte e senza alcun accordo preliminare tra le parti;

le dimostrazioni alla fine cercano di spiegare quali variabili in gioco debbano essere modificate per permettere l'insorgenza della cooperazione.

CAPITOLO PRIMO

LA TEORIA DEI GIOCHI E IL DILEMMA DEL PRIGIONIERO

1.1 Introduzione alla teoria dei giochi

La teoria dei giochi è lo studio che ha come oggetto i “giochi di strategia”, ognuno di essi è *“un insieme astratto di regole che vincola il comportamento dei giocatori e definisce i risultati sulla base delle azioni che essi compiono”*¹

Tali regole devono specificare chi sono i giocatori, l'importanza della sorte all'interno del gioco, l'ordine in cui i giocatori mettono in atto le loro mosse e la gamma di scelte che ognuno di loro ha a disposizione; inoltre le regole specificano di quali informazioni siano in possesso i giocatori prima di fare le loro scelte e soprattutto il grado di utilità che essi perseguiranno in virtù delle scelte fatte dagli altri.

L'insieme delle scelte fatte dal singolo individuo definisce la sua “strategia” e il fatto che esso debba confrontarsi con altri partecipanti senza sapere quanto e se essi tengano al suo benessere pone il processo decisionale del singolo in una condizione d'incertezza; ogni individuo per agire in modo ottimale deve operare delle previsioni sulle strategie degli avversari e persino sulle loro possibili previsioni in merito alla strategia da lui stesso utilizzata.

*“La questione centrale dei giochi di strategia sta nel comprendere come e quando il processo 'io penso che egli pensi che io penso terminerà”*²

Ogni strategia individuale adottata determinerà un “esito” o pay-off che rappresenta il guadagno del singolo partecipante alla fine del gioco; il valore del pay-off ottenuto però non dipende unicamente dalle scelte del singolo bensì varia a seconda del contesto in

¹ A.SCHOTTER, Microeconomia, Tr.it., 4 ed., Torino, Giappichelli, 2009, p. 210

² Id. , pp.213

cui tali strategie sono messe in atto ovvero a seconda delle scelte fatte dagli altri partecipanti; scopo dell'individuo che agisce in maniera razionale è quello di massimizzare questo pay-off.

Le strategie di un giocatore si possono suddividere in “pure” e “miste”:

- una strategia pura è un piano d'azione completo che definisce la scelta che egli compirà in qualsiasi situazione si venga a trovare all'interno del gioco;
- una strategia mista è una distribuzione di probabilità sulle strategie pure che il giocatore ha a disposizione: date n strategie pure la strategia mista definisce con che probabilità il giocatore sceglierà una strategia oppure l'altra tramite valori p_1-p_n attribuiti a ogni singola strategia dell'insieme considerato con $0 \leq p_i \leq 1$ e $p_1+p_2+\dots+p_n=1$

1.2 La Ricerca dell'equilibrio

Analizzare un gioco serve a trovare la posizione di equilibrio tra i partecipanti agenti in maniera razionale; la situazione di equilibrio denota un profilo di strategie scelte dai giocatori tale che nessuno sia interessato a modificare la propria.

Questa posizione può sembrare facilmente raggiungibile nel caso di giochi cooperativi ovvero quando i giocatori possono accordarsi tra loro per giungere a una posizione favorevole a tutti; diverso è il caso dei giochi non cooperativi, dove viene a mancare la possibilità di coordinarsi e gli unici incentivi a modificare le scelte su cui è possibile fare un'analisi sono quelli individuali.

« Un gioco può essere descritto in termini di strategie, che i giocatori devono seguire nelle loro mosse: l'equilibrio c'è, quando nessuno riesce a migliorare in maniera unilaterale il proprio comportamento. Per cambiare, occorre agire insieme. »³

Così John Nash rispose al matematico Piergiorgio Odifreddi quando gli chiese di spiegare con parole semplici la sua teoria dell'equilibrio.

Il teorema che garantisce l'esistenza di tale equilibrio è stato formulato appunto dallo stesso John Nash nel 1950, quando era dottorando a Princeton, e si definisce come “una combinazione di strategie (indicate con l'apice e)”

$$s_1^e, s_2^e, \dots, s_N^e$$

Tale che

$$U_i (s_1^e, s_2^e, \dots, s_i^e, \dots, s_N^e) \geq U_i (s_1^e, s_2^e, \dots, s_i, \dots, s_N^e)$$

per ogni i e per ogni strategia scelta dal giocatore i -esimo.”

L'espressione a sinistra della disuguaglianza definisce il payoff in termini di utilità che riceve il giocatore i quando sceglie s_i^e e i restanti giocatori scelgono una strategia s^e , l'espressione a destra invece definisce il caso in cui il singolo giocatore i opera un cambio di strategia *ceteris paribus*: tale scelta gli procurerà un'utilità minore o al più uguale.

In altre parole nel punto di equilibrio si ha un insieme di strategie adottate dai giocatori tale che nessuno può migliorare la propria situazione cambiando la propria strategia.⁴

La dimostrazione matematica dell'esistenza di questo equilibrio è il contributo più importante di John Nash alla teoria dei giochi. Ecco cosa scrisse di lui un suo collega, Peter Ordeshook, durante i suoi studi:

“Il concetto di equilibrio di Nash è forse l'idea più importante nella teoria dei giochi non cooperativi. [...] Sia che analizziamo le strategie di elezione dei candidati, le cause della guerra, la manipolazione degli ordini del giorno nelle legislature, o le azioni delle lobby, le previsioni circa gli eventi si riducono ad una ricerca o ad una descrizione

³ P. ODIFREDDI, John Nash genio e follia, L'Espresso, 11.03.2008

⁴ J.NASH, Equilibrium Points in n-Person Games, Proceedings of the Natural Academy of Science of the United States of America., vol. 36,pp. 48-49

*degli equilibri. In termini più semplici, le strategie di equilibrio sono ciò che prevediamo delle persone.”*⁵

In un equilibrio di Nash l'individuo che sceglie di cambiare la propria strategia *ceteris paribus* determina un peggioramento delle proprie condizioni, tuttavia se a cambiare le rispettive strategie sono tutti è possibile che le condizioni di alcuni se non di tutti i partecipanti migliorino, ciò avviene nei casi in cui l'equilibrio non rappresenta un ottimo di Pareto.

L'ottimo di Pareto è un'allocatione di beni(o strategie) tale che nessuno può migliorare la propria condizione senza determinare un peggioramento per un altro giocatore.

1.3 Il dilemma del prigioniero

La mancata coincidenza tra equilibrio di Nash e ottimo paretiano è il contesto in cui nasce il gioco chiamato dilemma del prigioniero.

Due banditi vengono catturati dopo un furto e rinchiusi in due celle separate senza la possibilità di comunicare; viene chiesto loro di parlare, i due hanno quindi due possibilità: tacere o parlare accusando l'altro. A seconda dell'interazione delle due strategie adottate si giungerà a una diversa coppia di payoff per i due prigionieri e più precisamente:

- un duplice silenzio porta ad entrambi 1 anno di galera
- se uno solo dei due accusa l'altro egli sarà libero(0 anni) mentre l'accusato rimarrà in prigione 6 anni
- la reciproca accusa porterà a una punizione per entrambi di 3 anni di reclusione

⁵J. J. O'CONNOR, E. F. ROBERTSON, MacTutor History of Mathematics archive, Nash biography, 2003

Posti:

- T (Temptation to defect) il pay-off in termini di utilità di chi accusa (0 anni di galera in questo caso);
- R(Rewards for mutual cooperation)quello per entrambi quando tacciono (1 anno a testa);
- P (Punishment for mutual defection) il payoff per la reciproca accusa (3 anni a testa);
- S(Sucker's payoff) quello per chi è stato accusato senza ricambiare (6 anni di galera) ;

La condizione necessaria perché il gioco rappresenti un dilemma del prigioniero è che l'ordine di preferenza dei risultati sia

$$T > R > P > S .$$

Pertanto il pay-off T dovrà procurare al singolo il grado di utilità maggiore in assoluto ed essa diminuirà man mano che verranno percepiti i restanti pay-off fino alla minima in assoluto garantita da S. La matrice dei payoff sarà quindi la seguente

		Prigioniero B	
		<i>SILENZIO</i>	<i>ACCUSA</i>
Prigioniero A	<i>SILENZIO</i>	(-1;-1)	(-6;0)
	<i>ACCUSA</i>	(0;-6)	(-3;-3)

Tabella 1. Pay-off del dilemma in termini di anni di prigione da scontare

I pay-off utilizzati appunto rispettano la condizione $T > R > P > S$

I due prigionieri in celle separate e senza poter comunicare stanno affrontando un gioco non-cooperativo pertanto qualsiasi risultato scaturito dalle loro scelte sarà frutto esclusivamente delle loro considerazioni individuali senza possibilità di accordo.

La tabella mostra che per ogni singolo prigioniero, non sapendo cosa farà l'altro, la scelta più razionale ovvero efficiente in termini di utilità individuale è sempre quella di accusare il compagno; infatti i pay-off di chi accusa sono T o P a seconda che l'altro taccia o ricambi l'accusa, e tali ricompense sono maggiori di quelle che riceve chi tace sia nel caso che l'altro taccia(R) sia nel caso che l'altro accusi(S); è infatti facilmente verificabile che rispettivamente $T > R$ e $P > S$; si dice in questo ambito che la strategia dell'accusa domina strettamente quella del silenzio.

*“Dominanza – Una strategia è strettamente dominante se risulta la miglior risposta di un giocatore, indipendentemente dalla strategia adottata dall'altro”*⁶

La situazione in cui entrambi accusano è un equilibrio di Nash poiché è appunto il caso in cui ogni componente fa ciò che è meglio per sé, cioè mira a massimizzare il proprio profitto a prescindere dalle scelte degli altri ed è anche la posizione dalla quale allontanarsi *ceteris paribus* significa per il singolo un peggioramento delle proprie condizioni; essa però non è un ottimo paretiano perché non rappresenta il caso in cui è impossibile migliorare la condizione di tutti i partecipanti.

Nel riquadro in alto a sinistra compaiono i pay-off dei prigionieri in caso di duplice silenzio: entrambi dovranno scontare solo 1 anno di reclusione quindi un terzo del periodo che spetterebbe loro se si accusassero a vicenda, pertanto entrambi perseguendo una strategia “non razionale” dal punto di vista individuale giungerebbero comunque a un risultato migliore sul piano complessivo;

$$U_{\text{Silenzio-Silenzio}}(-1,-1) > U_{\text{Accusa-Accusa}}(-3,-3)$$

⁶ A. SCHOTTER, Op. cit. , pp.221-3

la coppia di pay-off (1,1) è un ottimo paretiano perché come tale è una situazione in cui è impossibile migliorare il benessere di un individuo senza peggiorare quello degli altri; è dimostrato quindi che si giunge a un ottimo paretiano discostandosi dalla ricerca dell'equilibrio di Nash ; osservando la matrice dei pay-off del gioco in questione è curioso notare che non solo l'equilibrio di Nash (Accusa, Accusa) nel dilemma del prigioniero non rappresenta un ottimo paretiano ma paradossalmente è l'unica coppia di valori che non lo fa! Le altre tre coppie di pay-off conseguenti dalle scelte dei due prigionieri sono infatti tre diversi ottimi paretiani, ovvero situazioni in cui nessuno dei due prigionieri può apportare miglioramenti alla propria condizione senza danneggiare quella dell'altro.

« Non è dalla benevolenza del macellaio, del birraio o del fornaio, che noi ci aspettiamo la nostra cena, ma dal loro rispetto nei confronti del loro stesso interesse. Noi ci rivolgiamo, non alla loro umanità ma al loro amor proprio, e non parliamo loro delle nostre necessità ma della loro convenienza. »⁷

In questa frase estratta dalla sua opera “La ricchezza delle nazioni” si esprime il significato della teoria della "mano invisibile" dell'economista scozzese Adam Smith; egli sosteneva che il perseguimento del benessere individuale portasse vantaggi all'intero sistema, il singolo che massimizza il proprio profitto è spinto da una sorta di “mano invisibile” a recare vantaggi all'intera collettività, il “vizio privato” diventa “pubblica virtù”; in campo economico la “mano invisibile” è la competitività tra privati che porta i prezzi ad abbassarsi recando vantaggio alla collettività.

La disamina sul dilemma del prigioniero ha mostrato che se i giocatori -secondo l'assioma di razionalità- cercano di massimizzare il proprio pay-off tale scelta a livello aggregato porterà l'intero gioco verso un equilibrio non ottimale, inferiore in termini di utilità all'ottimo paretiano al quale tuttavia è impossibile arrivare se ognuno si comporta in maniera razionale.

Il dilemma del prigioniero rientra nelle vite di tutti i giorni, dalle decisioni economiche nelle interazioni tra stati alle decisioni belliche, dalla politica estera al comportamento degli animali in biologia; molte di queste situazioni si snodano in conseguenze molto più complicate rispetto all'esempio enunciato, facendo entrare in gioco implicazioni

⁷ A.SMITH, La Ricchezza delle nazioni, Tr.it. , UTET, Torino, 1958

psicologiche, obblighi morali, imposizioni della legge o anche semplice istinto di sopravvivenza.

1.4 Importanza del futuro e dilemma del prigioniero iterato.

Come già spiegato nel dilemma del prigioniero il giocatore che prima di scegliere la strategia si affida a un processo decisionale razionale non potrà che scegliere di accusare il compagno, tuttavia nell'esempio considerato non è dato sapere se i due banditi avranno modo di incontrarsi nuovamente in futuro, magari una volta scontati i rispettivi anni di galera potrebbero ritrovarsi per una birra, o magari per il ben meno nobile fine di riformare la banda; in ogni caso potrebbero trovarsi a discutere sugli anni di galera trascorsi e sulle scelte fatte durante quei due interrogatori separati, ciò darebbe spazio a recriminazioni magari nel caso che uno dei due sia stato tradito dall'altro, magari potrebbe prendere piede il desiderio di vendetta o comunque di biasimo verso chi ha tradito; diventa lecito chiedersi nell'ipotesi di un nuovo colpo andato male che porti a una nuova cattura quindi a una nuova possibilità di giocare il dilemma del prigioniero quali scelte faranno i due personaggi.

La riproposizione dello stesso gioco tra i partecipanti per un numero ripetuto di volte è alla base di quello che viene definito dilemma del prigioniero iterato.

Cosa cambia da un dilemma del prigioniero giocato in un singolo turno? Nella versione iterata del dilemma i giocatori verranno nuovamente a contatto in futuro e ciò implicherà una serie diversa di considerazioni al momento di scegliere che strategia utilizzare a ogni turno; nel gioco a un solo turno i due prigionieri dopo la scelta fatta e gli anni di galera rispettivamente scontati non si incontrano più; ogni prigioniero al momento di scegliere se tacere o accusare il compagno opererà la scelta migliore per sé stesso senza temere una futura ritorsione, ciò renderà allettante la tentazione ad uscire dalla contesa col massimo pay-off possibile ovvero senza scontare alcun anno di galera, tale risultato è però perseguibile solo per mezzo della Accusa quindi, operando entrambi lo stesso processo razionale che li porterà alla stessa conclusione, e essendo entrambi a

conoscenza del ragionamento dell'altro la scelta razionale resta quella di accusare; è ovvio infatti che se il prigioniero 1 sa che il prigioniero 2 è tentato al suo stesso modo di tradire per ottenere il pay-off maggiore, contando sul fatto che le strade si separeranno definitivamente, per non rischiare di farsi 6 anni di galera dovrà per forza accusare; pertanto l'ipotesi di razionalità di entrambi e l'istinto di autodifesa condurranno il gioco a un solo turno all'equilibrio di Nash, che però è stato dimostrato non essere in questo caso un ottimo paretiano.

Questo ragionamento porta quindi alla conclusione che se nel dilemma del prigioniero non c'è futuro è impossibile, per l'ipotesi di razionalità, instaurare un qualsiasi tipo di collaborazione tra i partecipanti, tutti saranno infatti tentati a perseguire il risultato migliore per se stessi vanificando ogni tentativo di ottenere un equilibrio di collaborazione.

“Come potrebbe, in un mondo di egoisti e in assenza di un'autorità superiore centralizzata, insorgere la cooperazione?”⁸

Da questa domanda dello studioso di teoria dei giochi Robert Axelrod nasce l'idea su come sia giusto affrontare il dilemma del prigioniero e soprattutto se esista un modo migliore di altri in assoluto.

L'evidenza ha dimostrato che lo scontro tra individui che scelgono di massimizzare il proprio profitto porta a una situazione sub-ottimale (P,P<R,R) ;

È quindi necessario dare ai giocatori un buon incentivo per capire che la collaborazione di fatto è la soluzione più conveniente perché porta a entrambi i vantaggi che l'egoismo diffuso non può dare.

L'eventualità che i due o più individui possano incontrarsi nuovamente è ciò che rende possibile la nascita della cooperazione; ciò significa che la scelta operata oggi non solo determina l'esito della mossa attuale ma può influire sul giudizio dei partecipanti in merito alle scelte da fare in futuro; è il futuro a esercitare la sua influenza sul presente.

⁸ R.AXELROD, Giochi di reciprocità , Tr.it. ,Milano, Feltrinelli, 1985 (ed.or. 1984) p.11

Tuttavia le mosse future conteranno sempre meno delle mosse presenti per due motivi: innanzitutto la tendenza dell'individuo a dare ai risultati ottenuti un'importanza minore via via che si perdono nel futuro; inoltre il costante rischio che si interrompa questo rapporto tra gli individui rende sempre incerto affidarsi a ottenere un qualcosa che potrebbe per cause di forza maggiore non arrivare.⁹

Quando perciò una mossa non ha le stesse possibilità di avere luogo di quella precedente è chiaro che i valori delle due debbano divergere, in particolar modo il valore di una mossa varrà una frazione della mossa precedente poiché avrà una probabilità minore di avvenire.¹⁰

Questo effetto si ottiene attribuendo al valore delle mosse future un parametro di sconto w ($0 < w < 1$) che indica il peso che ogni scelta futura ha in confronto a una scelta presente.¹¹ Si riprende il dilemma del prigioniero e si sostituiscono gli anni di galera comminati con un pay-off in punti e si definisce il Silenzio come Cooperazione e l'Accusa come Defeazione.

⁹ Id. , p. 18

¹⁰ M.SHUBIK , “Game theory, behavior, and the paradox of the Prisoner's Dilemma: three solutions”, *Journal of Conflict Resolution*, June 1970 vol. 14 no. 2 :181-193

¹¹R.AXELROD, *Op. cit.* , p.18

La matrice dei risultati assume la seguente forma:

		Prigioniero B	
		<i>COOPERAZIONE</i>	<i>DEFEZIONE</i>
Prigioniero A	<i>COOPERAZIONE</i>	(3;3)	(0;5)
	<i>DEFEZIONE</i>	(5;0)	(1;1)

Tabella 2. Pay-off del dilemma in termini di punteggio

L'ordine di utilità dei pay-off resta lo stesso ($T > R > P > S$) ma 6 anni di galera assumono valore 0,3 anni assumono valore 1,1 anno assume valore 3 e 0 anni rappresentando il pay-off massimo diventano 5.

Ipotizzando quindi che due prigionieri debbano ripetere più volte la scelta, essi otterranno il pay-off in tabella oggi e una sua frazione w per la mossa successiva, quindi ogni mossa varrà la w -esima parte della precedente ;

ad esempio una serie ripetuta di R varrà

$$R(1+w+w^2+w^3+w^4+....)$$

e poiché la sommatoria tra parentesi per valori compresi tra 0 e 1 -come appunto w - è uguale a $1/(1-w)$ è facilmente verificabile che il valore totale dei pay-off è una funzione crescente del peso del futuro:

All'aumentare del fattore di sconto w , infatti, diminuisce il denominatore del moltiplicatore $1/(1-w)$ aumentando quindi il risultato.

Tramite un esempio numerico si vede perché l'entità del futuro è così importante per l'individuo in sede di scelta presente:

Considerando i soliti due prigionieri che a ogni interrogatorio continueranno a tradirsi vicendevolmente ottenendo a ogni turno un punteggio di 1, e che venga attribuito alla variabile w il valore di 0,9 ; la mossa successiva frutta un pay-off che equivale al 90% di quello procurato dalla stessa mossa un turno prima

$$V_{\text{tot}} = P * 1/(1-w) \quad V_{\text{tot}} = 1 * 1/(0,1) = 10$$

I due prigionieri otterranno un pay-off totale di 10.

Ora ipotizzando che il peso del futuro cali drasticamente passando ad un misero 0,2:

$$V_{\text{tot}} = 1 * 1/(0,8) = 1,25$$

Entrambi otterranno un pay-off totale di solo 1,25.

Il pay-off è drasticamente diminuito ma è un'altra la cosa che questo semplice esempio rende evidente:

Guardando il primo caso dei 10 punti ottenuti ben 9 sono ottenuti da scelte future mentre solo 1 è derivato dalla scelta fatta al tempo presente, quindi il 90% del risultato finale è determinato dalle scelte che il prigioniero farà in futuro; viceversa quando il valore di w scende a 0,2 dell'output finale di 1,25 ben l'80% (1) è stato ottenuto dalla

scelta fatta nel presente a fronte di 0,25 punti derivati dall'attualizzazione dei pay-off futuri.

Questo risultato è molto importante e influisce sul comportamento da adottare nell'affrontare il dilemma.

I calcoli confermano che il peso del futuro è fortemente determinante per valutare se una scelta sia ottima in termini di pay-off procurati, in particolare quando il futuro ha un peso molto alto sarà proprio nelle scelte successive che l'individuo otterrà la percentuale maggiore del suo pay-off, mentre per valori di w bassi viceversa sarà molto importante massimizzare il pay-off nel presente perché di fatto la mossa attuale procurerà la percentuale maggiore del pay-off ottenuto.

In virtù della suddetta deduzione quindi i due giocatori, se sanno di aver davanti a loro un futuro d'interazione di grossa importanza, dovranno agire in modo tale da non pregiudicare questo futuro e i guadagni che esso può portare, un buon deterrente al tradimento nel primo turno. Non avrebbe, infatti, senso compromettere il guadagno della parte più cospicua del pay-off solo per massimizzare il risultato attuale.

Viceversa se esiste la certezza che in futuro non esisteranno più interazioni o che per cause molteplici il peso w a esse attribuito sia nullo o trascurabile diventa razionale la scelta di massimizzare il pay-off attuale ricorrendo alla strategia dominante.

Nel dilemma del prigioniero a singolo turno è giustificato l'egoismo del singolo: essendo questo il caso estremo corrispondente a $w=0$ non esisteranno pay-off futuri pertanto ottenere il massimo dall'unico turno giocato è corretto razionalmente parlando.

Non altrettanto decisa e univoca è la strategia da utilizzare se l'importanza del futuro comincia a farsi ingombrante, quando davanti al giocatore si palesa un futuro indefinito ma importante, egli sa che i pay-off futuri avranno un ruolo decisivo nel computo finale,

preservare le future interazioni diventa l'imperativo da seguire pur sacrificando parte dei pay-off attuali.

L'essenza del dilemma del prigioniero iterato risiede in questa indecisione, nel non sapere se esiste e quale sia la strategia migliore per massimizzare la somma dei propri pay-off; è un gioco diverso da quello degli scacchi ad esempio; il giocatore esperto di scacchi può ipotizzare che l'avversario per vincere seguirà la strategia che lo porterà alla mossa più temuta e questa consapevolezza può dargli un buon grado di pianificazione; questa peculiarità fa parte di tutti quei "giochi" in cui ciò che è perso da un individuo è vinto in egual misura da un altro e viceversa .

Questi giochi sono chiamati "giochi a somma zero" e come dice appunto il nome sono giochi in cui la somma dei pay-off del sistema è zero; se un giocatore perde 100 dollari in un uno contro uno a poker l'altro li vince.

Il dilemma del prigioniero non rappresenta un gioco a somma zero, esistono infatti set di strategie che consentono a entrambi i giocatori di ottenere un vantaggio senza causare danni a nessuno anzi migliorando la situazione di tutti; la scelta di inseguire la vittoria, non solo farà scontrare gli individui l'uno contro l'altro ,ma spesso causerà una perdita per entrambi.

L'accento posto sull'aggettivo indefinito riferito al futuro ha una logica spiegazione: nell'ipotesi in cui due giocatori sappiano di doversi incontrare esattamente 10 volte si giunge al comportamento che terranno entrambi tramite quella che viene chiamata "induzione all'indietro(backwards induction)" ,ovvero partendo dallo studio dell'ultima mossa del gioco, in questo caso la decima, e scorrendo all'indietro; al decimo incontro i giocatori sanno che sarà l'ultima volta che si incontreranno, questa consapevolezza renderà di fatto l'ultimo turno di questo dilemma iterato come un semplice dilemma del prigioniero "singolo" con le scelte che ne conseguono: entrambi saranno spinti dall'assenza di futuro a Defezionare cercando di cogliere il pay-off maggiore e finendo appunto con un equilibrio di defezione che scontenta entrambi; facendo un passo indietro si giunge al nono turno: i giocatori consapevoli entrambi che al prossimo turno saranno costretti (dall'ipotesi di razionalità) a Defezionare non vedranno con convenienza l'idea di Cooperare pertanto anch'esso si concluderà con un equilibrio di Defezione; non serve esplicitare ulteriori turni per dimostrare che anche nei precedenti

incontri quindi sin dall'inizio le stesse ipotesi del nono turno guideranno i partecipanti verso una duplice Defezione.

Ecco spiegata la non-definizione del futuro in cui si svolge questo dilemma del prigioniero iterato come condizione necessaria affinché i partecipanti siano incentivati effettivamente a collaborare; ogni limite posto al numero di incontri non farebbe altro rendere ogni turno l'ultimo e verrebbe meno per entrambi la convenienza a collaborare davanti a un futuro di Defezioni.

Entrambi i giocatori non devono aver modo di sapere se il turno giocato possa essere l'ultimo o meno.

Un futuro importante quindi obbliga a comprendere l'altro, a conoscere le sue mosse o comunque a studiare il suo approccio strategico per cercare di tracciarne un profilo, così da poter studiare e applicare reazioni efficienti che non causino conflitti inutilmente dispendiosi; l'individuo non può più prescindere dalle azioni degli altri partecipanti pertanto non avrà più una strategia dominante a lungo termine ; oltre all'interazione diventerà molto importante l'archiviazione delle informazioni su chi si ha di fronte, sulle sue scelte pregresse, sul suo atteggiamento passato di fronte alla gentilezza o aggressività mostrata e tanti altri fattori che di fatto lasceranno sempre una certa percentuale di indeterminatezza nella scelta della strategia più efficiente, con l'obbligo comunque di ricordare che *“non esiste una strategia ottimale indipendente da quella adottata dall'avversario se il parametro di sconto w è sufficientemente alto”*.¹²

1.5 Le ipotesi dietro il dilemma del prigioniero

Il cammino per trovare una strategia che meglio si adatti a diversi tipi di avversario non trascende da regole ben precise delineate da Axelrod nel suo testo “Giochi di reciprocità”

¹² R.AXELROD, Op .cit. , p.20

- soggetti diversi ottengono risultati che possono non essere confrontabili tra loro chiaramente legati al diverso ambito in cui il dilemma si sta svolgendo;
- pay-off di egual valore possono garantire diversi gradi di utilità a diversi soggetti, l'unica condizione necessaria resta infatti l'ordine di preferenza dei 4 pay-off $T > R > P > S$ per ogni individuo;
- per misurare i valori basta un metro di misura relativo(i risultati di uno rispetto a quelli dell'altro)
- la cooperazione può non esser vista in maniera ugualmente positiva dal resto del mondo, esempio lampante sono due imprese che mettono in atto pratiche collusive danneggiando i consumatori;
- l'ipotesi di comportamento razionale non è necessaria: spesso, infatti, l'agire individuale nella massimizzazione del profitto può essere dettato da istinti, procedure operative ,costumanze o imitazioni ¹³¹⁴
- va considerata la possibilità che le scelte dei giocatori possano non essere consapevoli, rispondere o meno a un favore ricevuto può non delineare una strategia preimpostata ,l'individuo può non scegliere sempre deliberatamente;

In un gioco non-cooperativo l'insorgere eventuale della cooperazione non deriva da accordi verbali o minacce credibili;

- non esiste infatti alcun meccanismo in grado di garantire impegni realizzabili con certezza o minacce¹⁵;
- è necessario che entrambi i giocatori considerino tutte le possibili strategie a disposizione della controparte e che essi stessi possano disporre dell'intero set di mosse;
- nessun giocatore può sapere cosa starà per fare l'altro pertanto come strumento di analisi avrà a disposizione solo le interazioni pregresse con esso;

¹³ H.A. SIMON "A Behavioral Model of Rational Choice", The Quarterly Journal of Economics, Vol. 69, No. 1. ,Feb., 1955, pp. 99-118

¹⁴ R. M. CYERT, J.G. MARCH," A Behavioral Theory of the Firm, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1963

¹⁵ T.C. SCHELLING , The strategy of conflict, Cambridge, Mass. , Harvard University Press, 1960

- non è possibile in alcun modo evitare l'interazione con l'altro pertanto a ogni mossa le scelte da fare ci saranno e saranno sempre tra le stesse possibilità;
- non è nelle possibilità del giocatore modificare i risultati ottenibili dall'altro ,i pay-off dati considerano già eventuali interessi di chi li ottiene.¹⁶

¹⁶ M.TAYLOR, *Anarchy and Cooperation*, New York, Wiley, 1976

CAPITOLO SECONDO

OCCHIO PER OCCHIO

2.1 Introduzione

“Risolvere” il dilemma del prigioniero iterato ha assunto una grande importanza proprio perché molte situazioni politiche, economiche e sociali si basano sui suoi assunti, persino il comportamento di molti animali rispecchia le dinamiche del dilemma del prigioniero; gli spinarelli ad esempio quando temono che la presenza di un pesce grosso minacci un loro branco mandano in avanscoperta un gruppo di esploratori, essi si avvicinano al pesce per studiarne le caratteristiche, le abitudini e l'eventuale aggressività, arrivati a una distanza considerata rischiosa, si palesano due possibilità: che il pesce li attacchi e ne catturi una parte o l'intera mandata o che non lo faccia, nel primo caso potranno tornare tutti dal branco con maggiori informazioni, viceversa lo potranno fare solo gli eventuali sopravvissuti in modo da rendere consapevole il branco delle attitudini del predatore (una sparizione dell'intero gruppo di esploratori rappresenta un feedback abbastanza negativo...); dal punto di vista del singolo spinarello questa è la tipica situazione del dilemma del prigioniero: la mossa più razionale ed efficiente per il singolo sarebbe, infatti, quella di non avventurarsi in avanscoperta per non rischiare la vita, ma se tutti facessero così nessun gruppo di esploratori, sarebbe formato e nessuno del branco potrebbe conoscere, di fatto, le abitudini del pesce più grosso, nessuna informazione metterebbe in pericolo l'intero branco di spinarelli che per egoismo compromettono la sicurezza di tutti.¹⁷

Una situazione economica molto diffusa che ricalca il dilemma del prigioniero è il problema del free-rider, ovvero colui che sfrutta beni o informazioni pagate da altri senza sostenerne il costo, un tale comportamento dal punto di vista individuale è ineccepibile visto che il singolo ottiene un beneficio che di fatto hanno pagato altri per

¹⁷ L. MERÖ, *Calcoli morali*, Tr.it. , Bari, Edizioni Dedalo, prima ristampa, 2001 (ed.or. . 1996)

lui, il problema nasce quando la pluralità degli individui cogliendo la convenienza emula in sempre maggior numero questo comportamento, la conseguenza sarà ovviamente un sempre minor numero di soggetti paganti questo onere a fronte di una crescita esponenziale del fronte degli “scrocconi”; tale situazione renderà chiaro anche ai pochi rimasti quanto sia sconveniente sobbarcarsi una spesa di sempre maggiore entità pro-capite quindi nessuno finirà per pagare più e il servizio/bene non verrà più acquistato ,tutto ciò a danno dell'intera comunità; tale problema nasce appunto per la categoria dei “beni pubblici” e in particolar modo per il loro carattere di non-escludibilità, ovvero l'impossibilità di limitarne l'uso solo a chi li paga. Nel proseguimento del lavoro sarà ripreso questo tema e analizzata una possibile soluzione per far convergere la comunità verso la cooperazione.

Questi due esempi, seppur inerenti ambiti così diversi, tracciano una linea-guida nel tortuoso sentiero della risoluzione di questo dilemma iterato: la Difezione alla lunga porta danni seppur sia una tentazione forte per il singolo, egli deve con lungimiranza guardare al futuro e capire che la Cooperazione spesso è la via migliore per ottenere risultati più alti in termini di pay-off.

2.2. Il torneo di Axelrod

*“Come potrebbe, in un mondo di egoisti e in assenza di un'autorità superiore centralizzata, insorgere la cooperazione?”*¹⁸

Per dare una risposta a questa domanda Robert Axelrod, nel 1979 organizzò un torneo informatizzato invitando a competervi molti celebri scienziati autori di teorie o articoli sul dilemma del prigioniero; Axelrod chiese loro di spedire la strategia che ritenevano ottimale per affrontare la forma iterata del dilemma e di spedirla sotto forma di procedura informatica.

¹⁸ R.AXELROD, Op. cit. p.11

Una volta ricevute le avrebbe messe a confronto in una competizione round-robin, ognuna di esse avrebbe dovuto competere in una serie di duecento ripetizioni contro ciascuna delle altre.

La matrice dei premi sarebbe stata la seguente

		Programma 2	
		<i>COOPERAZIONE</i>	<i>DEFEZIONE</i>
Programma 1	<i>COOPERAZIONE</i>	(3;3)	(0;5)
	<i>DEFEZIONE</i>	(5;0)	(1;1)

Tabella 3. Matrice dei risultati applicata al torneo di Axelrod

Axelrod non comunicò ai partecipanti il numero di round che i loro programmi avrebbero dovuto giocare in modo tale da non permettere che tale informazione fosse inserita nell'algoritmo e come già dimostrato riducesse il dilemma iterato alla sua versione semplice.

Al torneo presero parte quattordici programmi risalenti a cinque discipline diverse: psicologia, economia politica, scienze politiche, matematica e sociologia; fu estremamente curioso e interessante che scienze così “distanti” avessero potuto interagire e confrontarsi grazie all'utilizzo di un linguaggio universale. A questi programmi ne fu aggiunto uno introdotto dallo stesso Axelrod chiamato RANDOM.

Il punteggio di riferimento per le duecento ripetizioni fu considerato quello di 600 punti, cioè quel che avrebbe ottenuto il singolo programma incontrando a ogni turno un avversario che avrebbe contraccambiato la Cooperazione.

Ogni programma pertanto doveva incontrare ognuno degli altri in gara più il programma RANDOM più una copia di sé stesso per duecento turni ciascuno, il tutto venne fatto ripetere cinque volte per stabilizzare i risultati di ogni interazione e minimizzare le deviazioni dal valore medio...

La vittoria del torneo andò al programma TIT FOR TAT^{19*} del professor Anatol Rapoport dell'università di Toronto. Rapoport insieme a due colleghi -Stephen Richardson e Kenneth Boulding -durante la guerra Fredda, applicò la teoria dei giochi per delineare l'evoluzione dei rapporti tra Ovest e Est e per spiegare che i conflitti non erano necessariamente “a somma zero” in cui una nazione si afferma a danno di un'altra.

Il suo programma TIT FOR TAT, composto di sole quattro righe di codice Fortran, era il più semplice di quelli partecipanti alla competizione e seguiva due semplici istruzioni:

- non competere mai al primo turno
- dal secondo turno in poi imitare la mossa fatta dall'avversario al turno precedente.

Prima del torneo vero e proprio ci furono degli incontri preliminari in cui il programma di Rapoport aveva raccolto un secondo posto, ma in una variante della prima gara era arrivato primo e tutti questi dati erano stati inoltrati ai partecipanti al torneo; quindi, in nome della più completa trasparenza, gli altri tredici avversari, potendo disporre di resoconti dettagliati sull'andamento degli incontri poterono studiare e sfruttare le peculiarità di TIT FOR TAT per cercare di migliorarlo e batterlo ma incredibilmente nessuno ci riuscì.

Questa vittoria poneva in seria evidenza la particolarità del dilemma del prigioniero iterato: diversamente dai tornei di scacchi computerizzati, dove la complessità era

¹⁹ Ogni strategia citata verrà scritta in stampatello maiuscolo, in Appendice si troverà il glossario delle strategie nominate nel testo.

necessaria per affermarsi, nel torneo di Axelrod trionfò il programma più semplice. Johan Joss della Eidgenössische Technische Hochschule di Zurigo aveva partecipato al secondo campionato mondiale di scacchi informatizzato presentando il programma più semplice in assoluto, la strategia non pagò ed arrivò ultimo²⁰; egli fu anche uno dei partecipanti al torneo di Axelrod presentando una versione modificata del TIT FOR TAT ma alla stregua degli altri non riuscì a sopraffarlo.

2.3 Perché vinse TIT FOR TAT

Analizzando i risultati del torneo va detto che TIT FOR TAT totalizzò una media di 504 punti a partita, non arrotondabile al punteggio-benchmark di 600 punti che era stato considerato in precedenza ma comunque molto alta (media di 2,52 punti a interazione).

La prima grande discriminante tra le prime otto posizioni della classifica finale del torneo e le restanti è la bontà;

-un programma buono è un programma che non usa mai per primo la Difezione

I primi otto programmi classificati non competevano mai per primi o se lo facevano succedeva solo negli ultimi turni.

Diventa ovvio immaginare che programmi cosiddetti “buoni” incontrandosi tra loro abbiano totalizzato 600 punti ogni volta ,ovvero il risultato dell'esito di duplice Cooperazione ripetuto per duecento turni: è infatti chiaro che due programmi che non defezionano mai per primi se si incontrano daranno vita a una serie infinita di reciproche Cooperazioni.

Nel dilemma del prigioniero iterato gli effetti di una strategia non sono sempre validi, vanno contestualizzati e dipendono dalle strategie che essa si trova a contrastare, cosicché un eccesso di bontà può essere molto efficace se fronteggiato da altrettanta bontà, ma può fallire in un confronto con strategie molto aggressive.

²⁰ P.R.JENNINGS, “ The Second World Computer Chess Championships”, BYTE, Vol. 3, No. 1,January 1978,pp. 108-118

Nel torneo di Axelrod pertanto molti programmi hanno avuto successo grazie al confronto con avversari dotati di caratteristiche che ne hanno esaltato l'efficacia; un esempio di questi avversari fu il programma DOWNING, innovativo rispetto agli altri presentati perché più che una variazione di TIT FOR TAT era un vero e proprio tentativo di comprendere l'avversario tramite calcoli probabilistici sulla sua reattività: esso stimava la probabilità che il programma opposto contraccambiasse Cooperazione e Defezione e in base al modello di avversario delineato da tali stime operava la scelta atta a massimizzare il proprio pay-off ; non era un caso che un programma così attento a “psicanalizzare” l'avversario venisse proprio dal ramo della psicologia.

Nel testare la reattività dell'avversario DOWNING doveva attaccarlo alle prime due mosse scegliendo la Defezione, così facendo poteva trovarsi davanti diversi tipi di programmi e tale differenza era marcata dalla presenza o meno di una caratteristica importante: la clemenza.

"La clemenza è definita come la propensione a collaborare nelle mosse che seguono quella in cui l'altro giocatore abbia defezionato”²¹

DOWNING fu considerato un “grande elettore” proprio per questa peculiarità che riuscì a dividere in programmi incontrati in diverse fazioni a seconda che punissero o meno la sua intraprendenza.

La clemenza di cui era munito TIT FOR TAT permetteva di insegnare all'avversario quanto la cooperazione fosse più conveniente della competizione: perdonando le defezioni avversarie tramite una punizione moderata il programma clemente, si proclamava disposto a tornare a cooperare con l'avversario finché questo non riprovasse a competere; i risvolti di tale disponibilità nell'ottica dei risultati dei programmi coinvolti sono notevoli se si pensa a cosa possa succedere nel caso opposto: due programmi non clementi che si scontrano non ammettono di perdonare l'attacco subito, quindi una qualsiasi defezione da una delle due parti rischia di dar vita a un circolo vizioso competitivo risultante in una serie interminabile di payoff di 1 per entrambi i giocatori; il modo per uscire da questo circolo vizioso di rpicche e vendette era minimizzare l'eco della singola defezione e mostrarsi disponibili a tornare a collaborare.

²¹ R.AXELROD, Op.cit. p. 37

La clemenza del programma TIT FOR TAT generò un malinteso tra i partecipanti del torneo: quando ricevettero le analisi degli incontri preliminari in cui il programma di Rapoport aveva ben figurato molti si convinsero che per ottenere risultati migliori servisse essere meno clementi, invece fu dimostrato che una strategia in grado di battere TIT FOR TAT se avesse partecipato al torneo sarebbe stata una sua variante più clemente: essa rispondeva con la defezione solo dopo due attacchi consecutivi dell'avversario invece che dopo uno solo come l'originale; ciò serviva nei casi in cui il programma avversario usasse la Defezione in maniera casuale senza un preciso progetto, una maggiore clemenza serviva a scremare tra questi tipi di programmi e tra coloro che tentavano di approfittare della bontà avversaria, questi ultimi alla seconda Defezione venivano quindi puniti e rimessi in riga da questa strategia definita appunto TIT FOR TWO TATS.

Il programma DOWNING stesso sarebbe potuto arrivare primo nel torneo se avesse considerato reattiva la controparte e avesse quindi evitato di partire con le due Defezioni di prova, il pessimismo invece ha relegato il programma in decima posizione proprio perché programmi reattivi e poco clementi l'hanno punito dopo le sue prime due mosse con una serie di defezioni più o meno prolungate procurando di fatto bassi pay-off a ogni turno dei rispettivi incontri.

2.4 La seconda edizione del torneo di Axelrod

Le possibilità che certi programmi fuori gara avrebbero potuto avere la meglio sul programma di Rapoport lasciò ancora troppa ambiguità sul percorso da intraprendere per “risolvere” al meglio il dilemma del prigioniero, fu pertanto necessario organizzare una seconda competizione per osservare se TIT FOR TAT sarebbe riuscito a confermarsi.

Esattamente come agli albori del primo torneo venne esposto l'iter degli incontri preliminari anche nella seconda competizione vennero distribuiti agli iscritti i resoconti e le analisi dettagliate dei risultati, ancora una volta il programma di Rapoport poté

essere analizzato da tutti i partecipanti prima ancora di competere; nell'analisi distribuita inoltre erano esposti anche i possibili programmi fuori-gara che avrebbero potuto battere TIT FOR TAT nel primo torneo; tutti erano quindi al corrente delle possibili scorciatoie da intraprendere per battere Rapoport, soprattutto sapevano di partire tutti dalle stesse conoscenze e considerazioni in virtù del materiale ricevuto. Queste premesse contribuirono ad aumentare il livello di sofisticatezza del torneo.

I partecipanti furono 62 provenienti da Gran Bretagna, Stati Uniti, Norvegia, Nuova Zelanda, Svizzera e Canada e comprendevano i partecipanti al primo torneo ai quali si aggiunse una vasta gamma di concorrenti di origine disparata: da chi si diletta con l'informatica al docente della biologia evolutiva, dal ragazzino di dieci anni con l'hobby per il computer a chi al computer aveva già dedicato un'intera carriera.

La crescita imponente dei partecipanti permise di analizzare TIT FOR TAT dentro un ambiente più variegato e sicuramente più probante rispetto al primo girone.

Per evitare che i partecipanti agissero conoscendo la lunghezza di ogni incontro fu posto un w pari a 0,99654, corrispondente a una probabilità dello 0,000346 che la partita terminasse a una data mossa; ciò rese le partite di durata variabile impedendo i cosiddetti "colpi di fine-mano"²² cioè la già illustrata situazione in cui i giocatori, consapevoli di affrontare l'ultima mossa, si comportano come in un dilemma del prigioniero one-shot scegliendo la Difezione: così facendo tramite induzione all'indietro ogni singola mossa della partita diviene l'ultima invalidando ogni tentativo di collaborazione.

Ai partecipanti del torneo era permesso di presentare un programma appartenente ad altri, era pertanto lecito che qualcuno sfruttasse il TIT FOR TAT di Rapoport, tuttavia nessuno lo fece questi incredibilmente vinse anche la seconda competizione.

Con 63 partecipanti (fu incluso nuovamente RANDOM), 3969 incontri e oltre un milione di mosse non era facile individuare le ragioni del nuovo successo di TIT FOR TAT.

Una prima analisi permise di confermare la stretta correlazione tra la bontà e la posizione finale del programma considerato: sulle prime quindici strategie classificate

²² R.AXELROD, Op.cit. ,p. 42

solo una non era buona e si classificò ottava, viceversa tra le ultime quindici classificate, solo una “non defezionava mai per prima”.

Osservando il campione delle strategie buone fu possibile scoprire tra esse una caratteristica cruciale che garantiva migliori risultati a coloro che ne erano provviste : la ritorsione ovvero la reazione immediata a una Defezione avversaria impediva di fatto alla controparte di acquisire vantaggi all'interno della partita: i programmi ritorcenti se la cavarono egregiamente contro programmi che cercavano di sfruttare l'altrui bontà per piazzare proficue Defezioni e accrescere il proprio pay-off a discapito dell'avversario. Un esempio di questi programmi fu il cosiddetto TESTER, presentato da David Gladstein e piazzatosi al quarantaseiesimo posto; come il nome suggerisce, era un programma fatto per testare le difese avversarie, partiva con una Defezione alla prima mossa ma in caso di pronta reazione della controparte assumeva la strategia del TIT FOR TAT, se l'avversario invece si dimostrava, sfruttabile piazzava casualmente delle Defezioni senza mai farlo due volte di fila, proprio questa caratteristica lo rese ideale per sfruttare un programma come TIT FOR TWO TATS che avrebbe potuto vincere il primo torneo e che fu presentato alla seconda edizione, essendo un programma impostato per reagire solo dopo due Defezioni di fila le sporadiche e singole Defezioni di TESTER erano perdonate permettendo al programma di Gladstein di ottenere il massimo pay-off ogni volta che sceglieva di attaccare.

Un altro programma presente nel secondo torneo utile a capire perché fosse così importante essere ritorcenti per ottenere dei buoni risultati fu TRANQUILIZER, questo programma tendeva a stabilire un rapporto di fiducia con l'avversario scegliendo la Cooperazione anche per una dozzina di mosse ammesso che esso non defezionasse, poi piazzava casualmente una Defezione studiando la risposta della controparte, in caso di mancata ritorsione aumentava la frequenza delle Defezioni, tuttavia non sceglieva mai due volte di fila la Defezione finché la media dei pay-off ottenuti fosse rimasta al di sopra dei 2,25 punti per mossa e non defezionava in ogni caso più del 25% delle volte.

Questi due programmi pur piazzandosi in posizioni non ottimali evidenziarono la necessità della “ritorsione” come caratteristica del programma perfetto punendo strategie che pur essendo buone, non reagivano di fronte a Defezioni casuali e non provocate. L'esempio di TIT FOR TWO TATS sopraffatto da queste due strategie conferma quanto importante sia l'ambiente in cui una strategia si colloca ai fini del

risultato, questa modifica del TIT FOR TAT avrebbe potuto vincere il primo torneo se fosse stata in gara mentre nella seconda edizione si piazzò ventiquattresima.

Dietro a questo risultato apparentemente sorprendente c'è una spiegazione logica: i partecipanti al secondo torneo avendo ricevuto resoconti dettagliati sull'andamento della prima edizione, sulle strategie utilizzate, sui ragionamenti svolti per affermare che TIT FOR TAT seppur vincente era tutt'altro che imbattibile avevano tratto un insegnamento: essere buoni e clementi per ottenere buoni risultati; tuttavia chi nell'analisi si è spinto oltre gli effetti diretti di questa massima sui partecipanti al secondo torneo di Axelrod ha potuto dedurre che se molti avessero scelto la bontà e la clemenza come caratteristiche da implementare nei loro programmi sarebbe stato conveniente introdurre in un ambiente tanto buono e sfruttabile programmi più "aggressivi". Da questa logica nasce la presenza di programmi come TESTER e TRANQUILIZER che seppur con cautela cercavano con Difezioni più o meno distanziate di sfruttare le debolezze e la bontà altrui; tuttavia neanche simili programmi hanno ottenuto buoni risultati poiché la loro aggressività ha dovuto fare i conti all'interno del torneo anche con programmi poco clementi che li hanno castigati con serie improduttive di Difezioni annullando ogni possibile effetto positivo delle loro strategie.

CAPITOLO TERZO

LE REGOLE DEL SUCCESSO

3.1 Definizione

La disamina svolta grazie ai risultati ottenuti dai tornei di Axelrod permette di tracciare una serie di regole da seguire quando si affronta il dilemma del prigioniero iterato:

- Non essere invidiosi
- Non essere i primi a defezionare (Bontà)
- Ricambiare sia Cooperazione sia Defezione (Ritorsione)
- Non peccare d'astuzia (Trasparenza)

3.2 Non essere invidiosi

Comprendere che il dilemma del prigioniero non è assolutamente un gioco a somma zero è la chiave per capire il successo di TIT FOR TAT.

La sua affermazione nei tornei di Axelrod è avvenuta nonostante non abbia mai vinto uno scontro diretto con una strategia antagonista: è, infatti, facile verificare che il suo algoritmo, lasciando all'avversario la possibilità di scegliere per primo la Defezione, la porrà sempre in posizione di svantaggio poiché TIT FOR TAT otterrà sempre un punteggio uguale o minore della controparte.

TIT FOR TAT non ha peccato d'invidia, che nella terminologia di Axelrod determina la volontà di guadagnare ad ogni costo un pay-off maggiore dell'avversario; un sentimento che troverebbe lecitamente spazio in giochi a somma zero dove la vittoria della antagonista corrisponde alla propria sconfitta, ma ciò non avviene in giochi come il dilemma del prigioniero dove è stato anzi triviale far comprendere all'avversario quale sia il giusto modo per ottenere entrambi un buon pay-off.

L'input a instaurare collaborazioni reciprocamente premianti dato da TIT FOR TAT le ha permesso di ottenere risultati migliori in media di ogni altra strategia presente nelle varie edizioni del torneo.

3.3 Non essere i primi a defezionare (Bontà)

L'analisi dei tornei di Axelrod ha mostrato che le strategie buone hanno ottenuto tendenzialmente i piazzamenti migliori in ogni edizione; nel primo torneo le prime otto classificate erano strategie buone mentre nel secondo i primi quindici piazzamenti presentavano 14 strategie buone e una sola cattiva: HARRINGTON;

anche la simulazione ecologica del torneo di Axelrod mostrò come alla fine delle mille generazioni restassero in gioco solo strategie buone.

Si può a buona ragione dedurre quindi che la bontà sia stata caratteristica essenziale per l'ottenimento di punteggi soddisfacenti e più generalmente per la sopravvivenza di una strategia; tuttavia è necessario precisare che affinché essere buoni sia la soluzione migliore, il parametro w deve essere sufficientemente alto rispetto ai parametri di rendimento T, R, P ed S ; viceversa il futuro non avrebbe un peso così ingombrante da rendere profittevole instaurare un rapporto cooperativo con l'avversario, diventerebbe razionalmente giusto scegliere la Defezione così come avviene nel dilemma del prigioniero a una mossa.

Posto un w sufficientemente alto e una durata indefinita dell'interazione, i tornei hanno dimostrato che tentare di defezionare per primi, seppur possa aver pagato in caso di avversari sfruttabili, ha messo il programma in seria difficoltà contro avversari disposti alla ritorsione, spesso instaurando una spirale di rappresaglie deleteria e dalla quale non sempre è possibile uscire per tornare alla Cooperazione.

Altra prerogativa delle strategie buone è la possibilità di penetrare tramite raggruppamenti anche in ambienti ostili alla presenza di una probabilità di interagire p sufficientemente alta, ciò è garantito dagli alti pay-off derivanti da ogni interazione tra strategie buone e impedisce di fatto il processo contrario ovvero la possibilità che un

ambiente dominato da strategie buone possa essere invaso da mutanti “cattivi” sia singolarmente che tramite raggruppamenti.

La simulazione ecologica del torneo ha fornito interessanti considerazioni grazie alla prestazione dell'unica strategia non-buona classificatasi tra le prime quindici del secondo torneo; HARRINGTON ha, infatti, sfruttato le strategie non ritorcenti presentando tassi di crescita simili a quelli di TIT FOR TAT per le prime centocinquanta generazioni; da quel momento tuttavia proprio l'aver indebolito questo range di strategie fino alla loro completa estinzione ha sottratto a HARRINGTON la propria unica fonte di sostentamento lasciandolo in balia delle uniche strategie che non si lasciavano sfruttare; il declino e la successiva scomparsa di HARRINGTON han confermato quanto la bontà sia una strategia dominante anche in termini evolutivisti.

Defezionare per primi può sembrare profittevole inizialmente ma nel lungo periodo da un lato svuota l'ambiente dalle uniche strategie con le quali si rivela una mossa proficua e dall'altro si presta a severe rappresaglie qualora la controparte sia una strategia ritorcente.

3.4 Ricambiare sia Cooperazione sia Difezione (Ritorsione)

Imitare la mossa precedente dell'avversario, sia essa Difezione o Cooperazione, fu un'altra peculiarità che rese particolarmente robusta TIT FOR TAT; la reciprocità della strategia di Rapoport la rende collettivamente stabile quando il futuro ha un peso abbastanza ingombrante, cioè se usata dalla totalità dei giocatori non esiste modo migliore che uniformarsi a essi.

La reciprocità oltre a rendere TIT FOR TAT massimamente discriminante l'ha resa adatta a una vasta gamma di situazioni permettendole il successo contro svariate strategie e oltretutto le permetterebbe l'ipotetica invasione di un mondo popolato da una strategia cattiva partendo da un piccolo raggruppamento come già dimostrato.

Rimane tuttavia difficile stabilire il timing e la quantità adatta di Defezioni da comminare a un avversario che per primo defezioni contro TIT FOR TAT; nel primo torneo fu dimostrato che una strategia ancor più clemente come TIT FOR TWO TATS se avesse partecipato avrebbe ottenuto un punteggio migliore del programma di Rapoport, tuttavia nella seconda edizione la variazione dell'ambiente di gioco ha impedito a TIT FOR TWO TATS di raggiungere persino il terzo superiore della classifica mentre TIT FOR TAT si è confermata in prima posizione; il motivo fu da attribuire alla presenza massiccia di strategie fortemente aggressive tese a sfruttare programmi che diversamente da TIT FOR TAT non reagivano immediatamente alla prima Defezione subita.

L'ambiente in ogni caso determina con le sue innumerevoli variazioni quale sia il giusto livello di clemenza da adottare anche se tendenzialmente TIT FOR TAT ha dimostrato che una risposta di uno su uno si avvicina alla soluzione ideale.

3.5 Non peccare d'astuzia (Trasparenza)

Il dilemma del prigioniero essendo un gioco a somma diversa da zero non permette all'individuo di conoscere a prescindere quale sarà la strategia dell'avversario; nei giochi a somma zero partire dall'ipotesi che l'avversario cercherà di massimizzare il proprio pay-off scegliendo la mossa più dannosa per l'individuo lo mette nella condizione di poter ragionare sulla contromossa migliore, pertanto ipotizzando come costante questa tendenza alla massimizzazione la strategia adottata non modificherà le considerazioni dell'avversario; nel dilemma del prigioniero invece ogni singola mossa può determinare un cambiamento nella strategia della controparte generando un vero e proprio effetto eco; questa è la caratteristica che molti programmi del torneo di Axelrod hanno ignorato considerando gli avversari come semplici strutture inerti dell'ambiente; anche programmi come TESTER con le loro Defezioni atte a studiare il comportamento avversario non hanno considerato quanto tali mosse potessero influire sulle considerazioni del programma opposto spesso causando effetti indesiderati; la modellizzazione dell'avversario senza considerare il suo possibile adattamento a ogni

mossa compiuta è stato un errore cruciale che ha determinato il fallimento di molti programmi sofisticati.

Nella gamma dei programmi buoni figurava la cosiddetta TRIGGER STRATEGY, ovvero un programma disposto a cooperare ma che alla prima Defezione subita reagiva con una serie infinita di Defezioni; anche questa forma di astuzia non è stata premiante perché tendeva a essere efficiente unicamente con programmi buoni e nonostante fornisse un buon deterrente per l'avversario a defezionare spesso finiva con rinunciare a possibilità di cooperazione solo per una Defezione casuale ricevuta;

ricordando quanto più proficua possa essere una cooperazione di lungo periodo è facile calcolare la serie di pay-off ai quali TRIGGER STRATEGY rinunciava con la sua totale mancanza di clemenza.

Un'altra forma di astuzia determinante è quella di farsi riconoscere dall'avversario, paradossalmente il contrario di quel che in un gioco a somma zero sarebbe la scelta vincente; nel dilemma del prigioniero la trasparenza ha permesso a TIT FOR TAT di mostrare ai programmi affrontati a quali rischi si andasse incontro usando contro di esso la Defezione; inoltre una strategia casuale e non decifrabile mostra alla controparte un errato messaggio di inerzia ad ogni mossa subita togliendo ogni incentivo a instaurare una cooperazione che potrebbe non essere compresa e ricambiata; a questo proposito TIT FOR TAT nella sua semplicità e intelligibilità mostra all'avversario che punirà ogni Defezione e premierà ogni Cooperazione rendendo chiaro quanto sia importante optare per la seconda possibilità nell'interesse del proprio pay-off totale.

3.6 Conclusioni

Non scegliere mai per primo la Defezione, mostrarsi pronto a replicare a ogni mossa subita, rendersi volontariamente intellegibile alla controparte per mostrare quanto sia sconveniente iniziare serie infinite di Defezioni ma allo stesso tempo mostrare la clemenza per tornare a Cooperare dopo aver restituito la Defezione subita in egual misura, tutte queste caratteristiche avevano permesso a TIT FOR TAT di vincere le due edizioni del torneo di Axelrod tuttavia come affermato nel primo capitolo, posto un w sufficientemente grande non esiste una strategia ottimale indipendente dalle strategie che essa si trova ad affrontare; proprio questa stretta correlazione tra il successo di una strategia e l'ambiente in cui essa veniva utilizzata portò interrogativi sull'efficacia di TIT FOR TAT in un qualsiasi ambiente; ipotizzando che nel primo torneo le strategie “non - buone” fossero state più della metà come effettivamente accadde, il programma di Rapoport avrebbe incontrato serie difficoltà viste le sue caratteristiche e sicuramente non avrebbe ottenuto la vittoria, si sarebbe appunto trovato in un ambiente sbagliato.

Anche il curioso caso di TIT FOR TWO TATS, accreditata come ipotetica vincitrice del primo torneo a scapito della strategia di Rapoport se solo avesse partecipato, ma che nella seconda edizione è poi naufragata oltre la ventesima posizione sollevò ulteriori dubbi sui criteri che avevano permesso l'affermazione di una strategia piuttosto che di un'altra.

La stessa classifica del torneo di Axelrod dipese da quali strategie scelsero di parteciparvi quindi da un criterio arbitrario come il capriccio umano.

Per trarre delle conclusioni sensate era necessario pertanto eliminare o quantomeno ridurre sensibilmente quest'arbitrarietà.

CAPITOLO QUARTO

SOPRAVVIVENZA E ADATTAMENTO

4.1 Introduzione e caratteristiche della ESS

Il valore di TIT FOR TAT come strategia andava confermato verificando quanto fosse adatta a prosperare in un ambiente realistico e non limitato da concetti arbitrari come nel caso dei tornei di Axelrod.

A questo proposito lo stesso Axelrod cominciò a interrogarsi sulla validità di TIT FOR TAT in termini di ESS.

*“Una ESS (evolutionary stable strategy) è definita come una strategia che, se la maggior parte dei membri di una popolazione l'adotta, non può essere migliorata da una strategia alternativa.”*²³

Poiché in una popolazione ogni singolo individuo tenta di massimizzare il proprio successo, l'unica strategia a resistere sarà quella che non potrà essere migliorata da nessun individuo, ogni singola deviazione sarà punita dalla selezione naturale.

Tale concetto fu introdotto dal biologo e genetista John Maynard Smith, colui che presentò TIT FOR TWO TATS alla seconda edizione del torneo di Axelrod, anche se fatto risalire a W.D. Hamilton e R.H. Mac Arthur, egli ipotizzò una popolazione di una specie particolare divisa in maniera puramente convenzionale, quindi trascendendo dal carattere vero e proprio degli animali in questione, in falchi e colombe, i primi combattevano sempre fino a esaurire le proprie forze, salvo ritirarsi in caso di grave ferite; le colombe invece minacciavano senza mai combattere. In un incontro tra le due specie i falchi scacciavano sempre le colombe

²³ R. DAWKINS, Il gene egoista, Tr.it. Milano, Mondadori, 1995 (ed. or. 1976) p. 74

mentre in scontri tra falchi si sarebbero osservati combattimenti estenuanti fino al grave ferimento o uccisione di uno dei contendenti, viceversa due colombe a confronto si limitavano a reciproche minacce destinate a durare finché una delle due non si ritirasse dalla sfida.

Il concetto di ESS trascende la superiorità o meno di una tipologia sull'altra all'interno della popolazione, infatti, sebbene sia chiaro che un falco che incontra una colomba la scaccerà sempre cercare l'ESS significa cercare quale strategia riesca ad affermarsi all'interno della popolazione in modo tale che una volta al potere non possa essere modificata da "mutanti" che ne applicano un'altra; è quindi possibile che sia falco che colomba rappresentino strategie evolutivamente stabili oppure che nessuna delle due lo faccia.

In termini di pay-off numerici:

- 50 punti vanno a chi vince la contesa
- 0 punti vanno a chi perde
- -100 punti vanno a chi viene gravemente ferito
- -10 punti vanno a chi perde tempo in un lungo combattimento

Nel campo evolutivo chiaramente l'affermazione di una specie sull'altra non fornirà vittorie in termini di punteggio bensì in termini di geni lasciati alle generazioni successive, una tipologia che otterrà alti punteggi tenderà a proliferare col passare del tempo mentre una tipologia con bassi risultati tenderà a ridursi e persino a estinguersi se il trend non si inverte.

Supponendo una popolazione interamente fatta di colombe che si incontrano tra loro da ogni interazione emergeranno lunghi combattimenti che porteranno un -10 a entrambi gli esemplari coinvolti, tuttavia il vincitore incasserà 50 punti con un pay-off finale di 40, il perdente invece non sanerà i 10 punti persi; ogni colomba pertanto ipotizzando di vincere metà degli scontri si aspetterà un risultato medio di

$(-10+40)/2 = 15$ punti per contesa.

Se in una popolazione del genere apparisse un mutante falco, questo affronterebbe scontri unicamente con colombe, ognuno dei quali gli frutterebbe 50 punti poiché ne uscirebbe sempre vincitore, valore ben più alto dei 15 punti di media che ogni interazione tra colombe porta a entrambe. A queste condizioni i falchi inizieranno a proliferare all'interno della popolazione, tuttavia man mano che questo processo avviene, diminuiranno le interazioni per loro più proficue ovvero quelle con le colombe.

Ipotizzando viceversa una popolazione composta unicamente da falchi, le uniche interazioni intraspecifiche possibili porteranno una vittoria da 50 punti a uno degli individui e un ferimento o uccisione da -100 punti all'altro con un valore medio atteso di -25 punti

Una mutante colomba in un simile contesto perderebbe ogni interazione in cui viene coinvolta ma non verrebbe mai né ferita né uccisa e otterrebbe un pay-off di 0 punti, superiore a quello dato dalle interazioni falco-falco; un tale risultato assicura che le colombe tornino a proliferare nella popolazione.

Entrambi i meccanismi menzionati tuttavia non condurranno all'invasione totale della popolazione da parte della strategia mutante. Riprendendo la condizione d'invasione che impone il valore medio atteso del mutante maggiore di quello dell'individuo indigeno si giunge a un equilibrio di stabilità nel punto in cui i due valori attesi si equivalgono.

Le spinte demografiche appunto non proseguono fino alla totale invasione a danno della popolazione originaria ma si interrompono quando i valori medi attesi di falchi e colombe si equivalgono; questo punto sarà determinato da una unica proporzione in cui le due tipologie compariranno nella popolazione. Ogni scostamento da questo equilibrio sarà annullato da uno dei due meccanismi analizzati che garantiranno la convergenza.

Posti x e y le frazioni di popolazione che si riferiscono a colombe e falchi siano:

$50x + (-25)y$ il valore atteso da ogni falco derivante dalla somma delle interazioni con i propri simili e con le colombe;

$15x + 0y$ il valore atteso da ogni colomba;

basterà eguagliare le due funzioni e si troverà

$$x = \frac{5}{7} y .$$

Una popolazione composta per 5/12 da falchi e 7/12 da colombe è quindi in un rapporto stabile posti i valori numeri arbitrari scelti nell'esempio. A queste condizioni sostituendo x e y nelle due funzioni per entrambe le strategie, il valore atteso sarà di 6,25 punti per entrambi e questa distribuzione di probabilità determinerà l'unica ESS possibile della popolazione considerata, tuttavia si parlerà appunto di ESS in strategie miste perché, come dimostrato, le due pure non riescono a mantenere la stabilità davanti a deviazioni di singoli.

L'ESS non riflette processi razionali, non segue la convenienza della popolazione a perseguire la posizione ottimale, nell'esempio considerato il pay-off di equilibrio 6,25 è minore di quello medio di una popolazione di tutte colombe che equivale a 15 quindi converrebbe a tutti comportarsi da colombe per ottenere condizioni migliori di quelle date dall'ESS, persino proporzioni diverse tra falchi e colombe garantirebbero valori attesi migliori dell'ESS eppure non sarebbero stabili; l'ESS è appunto quella situazione in cui la strategia dominante è inattaccabile da strategie alternative e ogni deviazione viene punita dalla selezione naturale.

4.2 “The Evolution of Cooperation”

La necessità di verificare se TIT FOR TAT fosse una strategia evolutivamente stabile, portò uno degli invitati al secondo torneo, Richard Dawkins, dopo aver ricevuto i resoconti e i risultati della prima edizione a suggerire ad Axelrod di mettersi in contatto con William Donald Hamilton, famoso biologo evoluzionista; la collaborazione tra i due diede vita a un brillante articolo pubblicato sulla rivista “Science” nel 1981 e insignito del Newcomb Cleveland Prize dell'American Association for the Advancement of Science.²⁴

²⁴ R.DAWKINS, Op. cit. p. 223

Nell'articolo furono trattate le strategie del dilemma del prigioniero in termini di ESS quindi non più semplicemente come migliori o peggiori bensì come strategie evolutivamente stabili o meno; portando il discorso nel campo della biologia il fattore di sconto w diventa una funzione della durata di vita media degli individui interagenti, del loro stato di salute e della loro mobilità in quanto tutti fattori che influenzano la probabilità di incontrarsi nuovamente. La strategia definita ALL D che appunto usa sempre e comunque la Defezione è una strategia evolutivamente stabile per qualsiasi valore di w dato che una popolazione di ALL D non sarà mai attaccabile da nessun'altra strategia, un mutante TIT FOR TAT scontrandosi con tutti ALL D sarebbe costretto a uniformarsi e non potrebbe pertanto ottenere un pay-off maggiore, anzi, la strategia di Rapoport che usa la Cooperazione al primo turno ottiene un pay-off sempre minore di quello di un avversario ALL D in ogni incontro. Il fatto che ALL D sia evolutivamente stabile non esclude che anche altre strategie possano esserlo.

L'evoluzione della cooperazione viene definita da Hamilton e Axelrod in funzione di tre diverse caratteristiche :

1. Robustezza ovvero la capacità o meno di prosperare in un ambiente popolato da strategie diverse più o meno sofisticate
2. Stabilità ovvero la capacità di una strategia in specifiche condizioni di resistere, una volta affermatasi, ai tentativi d'invasione di strategie mutanti.
3. Possibilità di sopravvivenza iniziale ovvero la capacità di una strategia ,seppur stabile e robusta, di affermarsi in un ambiente prevalentemente non-cooperativo.²⁵

4.2.1 Robustezza

La robustezza di TIT FOR TAT venne dimostrata dalle due vittorie dei tornei indetti da Axelrod tuttavia serviva una prova che mostrasse come la strategia di Rapoport si

²⁵ R.AXELROD,W.D.HAMILTON, "The Evolution of Cooperation", Science, New Series, Vol. 211, No. 4489(Mar. 27,1981), pp. 1393-4

sarebbe comportata una volta affermata nell'ambiente di appartenenza; a questo scopo Axelrod prese le 63 strategie della seconda edizione del torneo e le inserì in una terza competizione informatica in cui il pay-off di ogni interazione non veniva misurato in punti bensì in termini di prole: il programma vincitore della singola contesa al secondo turno avrebbe visto un'espansione della propria rappresentanza mentre il perdente si sarebbe rarefatto, chiaramente in quella definibile come “generazione 1” tutti i 63 programmi godevano della stessa rappresentazione nell'ambiente di gioco mentre col passare dei turni alcune strategie tendevano a prosperare mentre altre si riducevano fino a sparire; ciò determinava quindi una continua evoluzione dell'ambiente circostante. La situazione si stabilizzò dopo circa 1000 generazioni poiché si giunse alla costanza nelle proporzioni tra le strategie sopravvissute e all'immutabilità dell'ambiente. La tendenza di questo torneo atipico confermò che la bontà premiava poiché di tutte le strategie “cattive” solo una sopravvisse oltre la generazione 200 e fu HARRINGTON, non casualmente proprio l'unica strategia non-buona che nella seconda edizione del torneo riuscì a classificarsi tra le prime quindici; nelle prime 150 generazioni HARRINGTON prosperò nell'ambiente a una velocità pari a quella di TIT FOR TAT e questo fu dovuto alla sua natura incline a sfruttare i programmi come TIT FOR TWO TATS che lasciavano margine all'avversario per usare la Defezione senza punirlo immediatamente. Una volta sparite dall'ambiente tali strategie non reattive in quanto uniche prede possibili per un programma come HARRINGTON esso iniziò quel lento declino che lo portò a estinguersi prima della generazione 1000 lasciando campo libero ad una totalità di strategie buone. Pertanto la robustezza di un programma non si misurava nella sua capacità di affermarsi unicamente su strategie deboli o sfruttabili bensì sulla sua capacità di adattamento ai cambiamenti ambientali, la “cattiveria” che permetteva a programmi come HARRINGTON di affermarsi inizialmente a scapito di strategie che si facevano sfruttare finiva col rappresentare la loro stessa rovina poiché, ripulendo l'ambiente da queste strategie “ingenua”, tramite un meccanismo simile alla selezione avversa finivano col ritrovarsi solo contro strategie altrettanto cattive o comunque reattive quindi pronte a punire ogni Defezione.

Dopo circa 1000 generazioni TIT FOR TAT conferma la sua supremazia mantenendo un tasso di crescita nell'ambiente circostante maggiore seppur di poco rispetto alle altre strategie sopravvissute; nonostante *"non esista in caso di parametro di sconto w sufficientemente alto una strategia ottimale indipendente da quella adottata da un altro"*

giocatore"²⁶ la strategia di Rapoport ha dimostrato un buon grado di "robustezza" affermandosi in un'ampia gamma di situazioni ambientali differenti. Ciò avviene perché l'unico modo per non uscire sconfitti contro TIT FOR TAT è scegliere sempre la Cooperazione generando un ambiente a lei congeniale mentre chi tenta di sopraffarla con la Difezione viene punito con la ritorsione immediata finendo con subire danni ingenti e ricevere pay-off bassissimi, persino programmi come TESTER a ogni tentativo di Difezione incappano nella "susceptibilità" del programma di Rapoport e convengono che sia più conveniente collaborare.

Axelrod delineò tre condizioni per spiegare perché il non essere sfruttabile determinava un vantaggio per TIT FOR TAT:

- *“La possibilità di incontrare TIT FOR TAT è elemento determinante di ogni programmazione”.*
- *“Quando sia stata incontrata anche una sola volta, TIT FOR TAT è immediatamente riconoscibile”.*
- *“Una volta riconosciuta è facile accertare che non possa essere sfruttabile”²⁷*

TIT FOR TAT è quindi una strategia trasparente che oltre a non farsi sfruttare rinuncia a sfruttare gli avversari, prerogativa che, seppur possa recare dei vantaggi in determinate circostanze, in ambienti mutevoli tende a creare parecchie difficoltà specie se si incontrano programmi ritorcenti con il rischio di iniziare lunghe serie di ritorsioni dalle quali è difficile poi sottrarsi; anche la sua stessa trasparenza la rende intelligibile all'avversario che avrà modo di capire quanto la Difezione non porti altro che danni a entrambe le strategie interagenti: così si favorisce l'instaurarsi della collaborazione di lungo periodo.

²⁶ R.AXELROD, Op. cit. p. 20

²⁷ R.AXELROD, Op.cit. , pp. 50-1

4.2.2 Stabilità

Una volta che una strategia si è affermata all'interno dell'ambiente in cui è comparsa deve avere la capacità di resistere all'invasione di strategie mutanti per mantenere appunto la stabilità. Una popolazione di TIT FOR TAT è caratterizzata da interazioni intraspecifiche cooperative poiché nessun individuo TIT FOR TAT defezionerà mai per primo, ciò procura un pay-off corrispondente a R a entrambi i giocatori a ogni mossa; per invadere TIT FOR TAT pertanto un'eventuale strategia mutante deve ottenere un pay-off medio maggiore di R per ogni mossa; TIT FOR TAT insegna all'avversario che la Cooperazione può evitare scontri dannosi a entrambe le parti; essa “ricorda” solo l'ultima mossa avversaria e si limita a imitarla pertanto ogni strategia che si trovi a fronteggiarla può essere ricondotta a una semplice sequenza di due mosse.

Ogni Cooperazione della controparte riporta la situazione al primo turno dell'interazione pertanto quest'ultima si ritroverebbe con la stessa convenienza a scegliere continuamente C: una tale strategia degenerando in una ALL C non possa fare meglio di TIT FOR TAT quindi di fatto non può invaderla.

Viceversa è possibile che una strategia mutante alterni D e C oppure scelga unicamente D a ogni mossa (ALL D.)

Per vedere quando strategie come ALL D e D e C ALTERNATI possano invadere TIT FOR TAT è necessario ragionare in termini di pay-off e soprattutto in termini di w .

Quando TIT FOR TAT incontra se stessa entrambe guadagneranno come già spiegato tanti pay-off R quante saranno le mosse giocate quindi ogni giocatore percepirà la somma di R presente più i pay-off futuri opportunamente attualizzati al tasso di sconto w ; il risultato è già stato dimostrato essere

$$R/(1-w).$$

Una strategia ALL D che incontra TIT FOR TAT invece guadagnerà al primo turno il pay-off massimo T ma verrà punita per ogni restante mossa con il pay-off da duplice Defezione P: risultato sarà quindi

$$T+wP(1-w).$$

Condizione necessaria affinché una mutante ALL D possa prosperare e invadere una popolazione di TIT FOR TAT è che i pay-off ottenuti nelle interazioni con la strategia dominante siano maggiori di quelli ottenuti tra i membri TIT FOR TAT che interagiscono tra loro, nel caso specifico quindi la stabilità di TIT FOR TAT è garantita di fronte a un mutante ALL D se tale condizione non si verifica ovvero se:

$$R/(1-w) \geq T+wP/(1-w)$$

che resa in funzione di w con i dovuti passaggi diventa

$$w \geq (T-R)/(T-P) \quad (1)$$

Ipotizzando un mutante che usa un'alternanza di D e C contro TIT FOR TAT la funzione dei pay-off totali ottenuti sarà invece uguale a

$$wS + w^2T + w^3S... = (T + wS)/(1 - w^2)$$

quindi la stabilità della strategia di Rapoport sarà garantita se e solo se

$$R/(1-w) \geq (T + wS)/(1 - w^2)$$

cioè in funzione di w

$$w \geq (T - R)/(R - S) \quad (2)$$

Le disuguaglianze (1) e (2) determinano la stabilità di TIT FOR TAT contro le strategie ALL e D e C ALTERNATI quando il fattore w ha un valore particolarmente alto: più precisamente basterà che w sia maggiore o uguale del valore massimo tra

$$(T - R)/(T - P) \text{ e } (T - R)/(R - S)$$

A questo punto però per dimostrare che TIT FOR TAT è effettivamente stabile di fronte a qualunque tipo di strategia serve dimostrare che se le due suddette non sono riuscite a invaderla allora nessuna ci riuscirà.

TIT FOR TAT presenta due sole alternative dipendenti da ciò che la controparte ha scelto come mossa precedente; un'ipotetica strategia A che ha appena giocato C può scegliere alla mossa successiva di continuare con C oppure può cambiare scegliendo D ,allo stesso modo se al turno precedente avesse giocato D potrebbe continuare con D o cambiare in C; la matrice derivante da queste quattro situazioni delineate è la seguente : CC,CD,DC,DD.

- La prima possibilità non è altro che l'interazione tra due TIT FOR TAT ;
- la seconda possibilità non può comportarsi meglio della prima in virtù della seconda condizione vigente nel dilemma del prigioniero: La media dei pay-off T ed S deve essere minore in termini di utilità del pay-off di Cooperazione R:

$$(T+S)/2 < R$$

In assenza di una tale condizione due giocatori che si affrontano potrebbero semplicemente anche se tacitamente accordarsi scegliendo di giocare a turno la Difezione in modo da ottenere entrambi una mossa ogni due il pay-off T e l'altra il pay-off S, ciò tuttavia inficerebbe ogni valutazione sull'importanza della cooperazione poiché l'equilibrio di Cooperazione non sarebbe più un ottimo paretiano.

Poiché la seconda possibilità procura ai giocatori pay-off alterni T ed S questa sarebbe una strategia strettamente dominata da ALL C del primo caso poiché

$$V(\text{ALL C}) > V(\text{DC}) ;$$

- terza e quarta possibilità altro non sono che gli algoritmi D e C ALTERNATI e ALL D pertanto come già dimostrato non possono invadere TIT FOR TAT.

TIT FOR TAT si dimostra quindi una strategia stabile poiché non può essere invasa da nessun tipo di strategia sempre considerando un w sufficientemente alto.

Tuttavia la strategia di Axelrod non è una ESS in senso stretto, per dimostrare ciò basti pensare a ciò che succede alla fine del terzo torneo quando tutte le strategie "aggressive" si sono estinte: a restare in gioco sono TIT FOR TAT e altre strategie buone che quindi non scelgono mai per prime Difezione, a livello aggregato tale scelta

significa che tutte le strategie in gioco finiranno per cooperare sempre e indiscriminatamente tra loro, ciò renderà il loro “comportamento” simile a quello di una semplice ALL C, anche TIT FOR TAT finirà per comportarsi come ALL C pertanto proprio “*ALL C, pur non ottenendo un vantaggio selettivo che le permetterebbe di invadere la strategia dominante, finisce con l'insinuarsi all'interno della popolazione di strategie senza che nessuno se ne accorga.*”²⁸

Tuttavia ciò che rende TIT FOR TAT alla pari di un ESS è il fatto che, diversamente da un algoritmo ALL C, non si fa invadere da un mutante ALL D.

4.2.3 Vitalità iniziale

Il fatto che una strategia sia un ESS non esclude che anche altre strategie possano esserlo; ALL D è una strategia evolutivamente stabile a prescindere dal valore del parametro w , è infatti vero che una popolazione di ALL D non potrà mai essere invasa da una strategia mutante, poiché di fronte a una strategia che usa indiscriminatamente la Defezione non esiste soluzione se non quella di adeguarsi alla prassi e rispondere con Defezione, ogni tentativo di Cooperazione della controparte oltre a fruttare il cosiddetto sucker's pay-off S non insegnerebbe nulla sull'importanza della cooperazione a un programma intransigente come ALL D.

Poste queste condizioni sembra impossibile sovvertire l'egemonia di ALL D una volta che questa si sia affermata in un determinato ambiente e avviare un trend evolutivo basato sul comportamento cooperativo; tuttavia esistono casi in cui anche in un ambiente simile può insorgere una strategia mutante.

Il primo caso si verifica quando nell'incontro tra due individui uno si dimostra disposto a sacrificare il proprio pay-off per il bene dell'altro: questo comportamento è definito vero altruismo e può evolversi quando “*le condizioni di costi, benefici e grado di parentela producano guadagni netti a vantaggio dei geni induttori di altruismo*”

²⁸ R.DAWKINS, Op. cit. , pp. 225-6

*residenti negli individui imparentati*²⁹. Avviene quindi che parte del pay-off ottenuto dall'individuo che viene favorito viene percepito anche da chi compie il sacrificio e che vengano quindi meno gli ordini di preferenza $T > R$ e $P > S$; tali atteggiamenti chiaramente verranno assunti inizialmente con buona probabilità tra individui legati da un determinato grado di parentela. Il sacrificio dettato dal vero altruismo permetterà il prosperare dei geni della cooperazione portando a poter riconoscere chi all'interno della popolazione è imparentato con il giocatore semplicemente vedendo se esso ricambia o meno la sua Cooperazione; questo meccanismo di adattamento al comportamento dell'individuo con cui si interagisce tenderà a rendere più indefinita l'affinità ma sempre più grande la probabilità di incontrare nuovamente lo stesso individuo, posto ciò nascerà cooperazione basata sulla reciprocità anche tra individui non legati da parentela o affinità rendendo evolutivamente stabile la cooperazione.

Un secondo meccanismo che può permettere la prosperità di TIT FOR TAT in un ambiente totalmente avverso alla cooperazione come quello di ALL D è quello dei raggruppamenti di individui; posto che un singolo TIT FOR TAT incontrandosi unicamente con ALL D finisca per ottenere pay-off minori di ogni singola interazione intraspecifica della strategia dominante le cose cambiano se un raggruppamento di TIT FOR TAT subentra nello stesso ambiente.

Lavorando sui valori numerici già presentati ovvero $T=5$, $R=3$, $P=1$, $S=0$ e un tasso di sconto $w=0,9$ e ipotizzando una popolazione di ALL D ogni interazione frutta agli individui un pay-off pari a

$$P/(1-w) = 10;$$

se all'interno di questa popolazione subentra un piccolo raggruppamento di TIT FOR TAT essi affronteranno due tipi di interazioni:

- intraspecifiche ottenendo i pay-off $R/(1-w)=30$
- interspecifiche con gli individui ALL D ricevendo S alla prima mossa e P alle successive per un pay-off totale di $S+wP/(1-w)=9$

²⁹ R. A. FISHER, *The Genetical Theory of Natural Selection*, Oxford, Oxford University Press, 1930; J. B. S. HALDANE, *Nature (London) New Biol.* 18, 34 (1955); W. D. HAMILTON, *The American Naturalist*, Vol. 97, No. 896 (Sep. - Oct., 1963), p. 354

Ponendo p ($0 < p < 1$) come valore della probabilità che un individuo TIT FOR TAT interagisca con un proprio simile e per ovvie conclusioni $1-p$ come probabilità che l'interazione avvenga con un individuo ALL D la funzione riferita al pay-off atteso da un individuo TIT FOR TAT sarà:

$$30p+9(1-p);$$

come precedentemente trattato l'invasione di una popolazione A da parte di una minoranza B è possibile quando B ottiene pay-off maggiori di quelli ottenuti da A, nel caso specifico quindi la condizione di invasione sarà:

$$30p+9(1-p) > 10$$

che resa in funzione di p diventa

$$p > 1/21$$

ovvero minore del 4,76 % circa.

A valori dati quindi, se le probabilità di incontrare un proprio simile all'interno della popolazione superano il 4,76%, un piccolo raggruppamento di TIT FOR TAT sarà in grado di invadere una popolazione di ALL D.

Il valore percentuale trovato dipende strettamente dai valori attribuiti arbitrariamente ai singoli pay-off e dal fattore di sconto w ; non è però il valore numerico il dato interessante ma appunto il fatto che nonostante sia appurata la condizione di ESS di ALL D esiste una soglia critica di elementi mutanti che possono invaderla se la loro probabilità di interagire è abbastanza alta. Quanto alta lo dice appunto il parametro p ceteris paribus.

Tale condizione si può applicare a un qualsiasi tipo di strategia che come TIT FOR TAT sia *“massimamente discriminante ovvero che, pur cooperando con giocatori che fino ad allora non avevano mai cooperato, non coopererà mai più con ALL D, limitandosi a cooperare solo con giocatori che abbiano un impostazione simile a sé”*³⁰

TIT FOR TAT è appunto una strategia massimamente discriminante poiché fatta eccezione per la prima mossa in cui viene sfruttata da ALL D non coopererà mai più

³⁰ R.AXELROD, Op.cit. , p.60

con essa, invece instaurerà rapporti di reciproche cooperazioni ammesso che la controparte non defezioni; è quindi molto efficace nel discriminare tra i propri simili e ALL D.

Se il raggruppamento permette l'invasione di strategie che il singolo non ha potuto intaccare, diventa lecito chiedersi se la stabilità di una popolazione TIT FOR TAT sia garantita anche contro raggruppamenti di strategie mutanti.

Analizzando il comportamento di strategie buone come TIT FOR TAT che interagiscono tra loro è semplice notare come nessuna sceglierà mai la Defezione per prima pertanto come già ampiamente discusso ogni interazione si ridurrà a una serie ininterrotta di Cooperazioni.

Ogni minoranza di strategie decisa a invadere una regola decisoria “buona” è destinata a fallire in entrambi i casi: nel caso sia buona le sue interazioni non frutteranno pay-off maggiori di quelli dati dalle relazioni intraspecifiche della popolazione indigena; nel caso sia “cattiva” scontrandosi con propri simili finirà con serie di ripicche e bassi pay-off; in entrambi i casi il punteggio conseguito dall'invasore derivante dalla media ponderata dei punteggi ottenuti con i propri simili e quelli ottenuti con la strategia dominante è uguale o inferiore a quello conseguito dalla strategia dominante. Ciò significa che l'invasione non è possibile.

Ciò determina un ulteriore notevole punto di forza di TIT FOR TAT laddove una strategia ESS in senso stretto come ALL D presenta una debolezza strutturale.

4.3 Conclusioni

Condizione implicita di queste simulazioni ma necessaria per affermare robustezza, stabilità è vitalità iniziale di TIT FOR TAT è il suo essere “ritorcente” ; ogni Defezione comminata contro essa viene restituita al mittente con la ritorsione immediata al turno successivo; la terza edizione del torneo di Axelrod ha dimostrato che le strategie non ritorcenti oltre ad essere sfruttate sin dall'inizio finiscono per estinguersi entro le prime 150 generazioni.

La vitalità iniziale di strategie buone come TIT FOR TAT è la caratteristica fondamentale per appurare che anche in ambienti egoisti e non-cooperativi può insorgere la cooperazione anche senza un'autorità centrale che possa in qualche modo imporla.

CAPITOLO QUINTO

L'INSORGENZA DELLA COOPERAZIONE

5.1 Definizione

Il dilemma del prigioniero iterato ha insegnato che la cooperazione tra individui reca a entrambi vantaggi di lungo periodo maggiori di quelli dati dalla competizione; applicando ad ambiti della vita questo concetto diventa spesso necessario promuovere la cooperazione; tuttavia nel primo capitolo del lavoro era stato posto un accento sul fatto che non sempre la cooperazione sia la soluzione che reca a tutti il pay-off di lungo termine migliore, non sono rari i casi in cui essa, infrangendo leggi o condotte morali debba essere evitata ad ogni costo: un esempio concreto è rappresentato dalla disciplina delle leggi anti-trust a tutela dei consumatori tese a evitare fenomeni di collusione tra imprese, pratiche finalizzate a falsare le dinamiche del mercato libero e concorrenziale a vantaggio delle imprese appunto partecipanti al trust, ovvero il cartello.

L'analisi condotta ha mostrato che l'assenza di futuro toglie ogni incentivo alla cooperazione pertanto manipolare le possibilità di interazione diventa cruciale per modificare la tendenza a cooperare degli individui; nella fattispecie accrescere il peso del futuro può far sviluppare la collaborazione tra gli individui.

Cambiare il peso del futuro significa andare a modificare ceteris paribus la variabile w che, come già visto con l'analisi del moltiplicatore $1(1-w)$ riferito all'attualizzazione dei pay-off futuri, determina un andamento direttamente proporzionale dei pay-off futuri e soprattutto della loro percentuale all'interno del pay-off totale.

Con un basso valore di w l'attualizzazione dei pay-off futuri avrà un valore basso in confronto a quello ottenuto dalla prima interazione pertanto strategie tendenti alla cooperazione di lungo periodo non avranno incentivi a prosperare, saranno invece molto

più proficue strategie come ALL D che mirano a massimizzare il pay-off presente incuranti di instaurare un rapporto cooperativo.

Nella fattispecie concreta una modifica di w si traduce in una modifica delle caratteristiche delle interazioni tra individui, in particolar modo quantità e durata; esse sono infatti le due caratteristiche che vanno a determinare le ragioni dietro ogni scelta strategica compiuta; un'interazione breve e sporadica non darà ai partecipanti incentivi sufficienti a comportarsi in maniera cooperativa, il parametro w da essi percepito sarebbe troppo basso perché valga la pena aspettarne i frutti.

5.2 Casi tangibili

5.2.1 Il compratore

Un compratore che vuole fare acquisti in un mercato a lui sconosciuto si presta alla comprensione; egli non conoscendo prassi, prezzi e dinamiche di questo mercato si presta facilmente a decisioni opportunistiche da parte dei venditori consapevoli che una tale interazione possa rimanere unica e breve; a questo scopo interviene la figura del mediatore: una figura con buona conoscenza del mercato in questione legata da un vincolo contrattuale o meno al compratore; grazie al mediatore ogni eventuale compravendita verrà effettuata nella piena correttezza e senza possibilità di comportamenti opportunistici adottati da entrambe le parti.

5.2.2 Pace in trincea

Sulla nascita della cooperazione tra fazioni diametralmente opposte ebbe notevole importanza la ricerca dello storico e sociologo Tony Ashworth sul cosiddetto sistema del "vivi e lascia vivere" sviluppatosi durante la prima guerra mondiale.

Sulla base di testimonianze raccolte da soldati britannici impegnati nei combattimenti di trincea venne alla luce lo sviluppo di veri e propri dilemmi del prigioniero iterati giocati dalle fazioni avverse che si fronteggiavano negli stessi avamposti di terra.

I soldati impegnati in trincea cominciarono a sviluppare una sorta di tacita cooperazione con quelli della fazione nemica preferendo astenersi da attacchi che avrebbero causato serie rappresaglie; quest' applicazione del principio di bontà che portava a non essere mai i primi a defezionare condusse a episodi curiosi come la cosiddetta "tregua di Natale" in cui truppe di fazioni avverse fraternizzavano e bevevano insieme nella parte di terra compresa tra le trincee.³¹

5.2.3 Tasse e multe

In campo economico tornando al tema della pratica del free-riding è facile comprendere quanto necessario sia instaurare un principio di cooperazione laddove la convenienza del singolo risiede nell'egoismo puro dell'usufruire del bene senza pagare; il pagamento delle tasse riflette il problema di un singolo che sarebbe poco interessato a sborsare una somma ingente a fronte di un beneficio frammentato a tal punto da recargli un beneficio trascurabile. Allo stesso modo comportamenti egoistici del singolo come può essere un parcheggio in una zona con divieto vengono moderati tramite il meccanismo punitivo delle contravvenzioni; anche la limitazione di sosta tramite l'apposizione del disco garantendo un turn-over sufficiente a soddisfare le esigenze di ogni automobilista può

³¹ T.ASHWORTH, *Trench Warfare 1914–1918: The Live and Let Live System*, New York, Holmes & Meier, 1980

essere vista come un tentativo di instaurare la cooperazione, viceversa se ognuno incurante delle esigenze altrui seguisse la tendenza di occupare per tutto il tempo necessario il posteggio la situazione degenererebbe peggiorando la condizione di viabilità di tutti i guidatori.

5.2.4 BitTorrent

Il protocollo Bittorrent per la condivisione di file in rete basa il sistema di scelta degli utenti con cui condividere banda su un meccanismo riconducibile a TIT FOR TAT: ogni utente mira a massimizzare la propria velocità di download, ovvero di scaricamento dati e per fare ciò sceglie quali utenti sbloccare ovvero a chi concedere banda per scaricare, per fare ciò sono disponibili slot limitati; sbloccare un utente è il corrispettivo della Cooperazione e mentre non farlo equivale alla Defezione, il sistema di condivisione è basato sulla reciprocità: condividere banda con chi fa altrettanto. Tuttavia limitarsi a scaricare solo da chi condivide banda non permette al singolo di scoprire se nella rete è presente qualcuno disposto a condividere banda e dotato di una connessione migliore; a questo scopo esiste il cosiddetto "optimistic unchokes" ovvero lo sblocco di uno slot inutilizzato ogni 30 secondi prescindendo dalla banda condivisa di chi ne farà uso, tale misura appunto equivale a una Cooperazione indiscriminata al primo turno del dilemma del prigioniero, può essere una misura sfruttabile da chi decide di scaricare dallo slot senza ricambiare banda ma è una scelta che se adottata a livello aggregato aiuta tutti gli utenti a cercare le migliori connessioni fino ad allora inutilizzate pertanto a raggiungere una soluzione pareto-efficiente.³²

5.2.5 Matrimoni e divorzi

I matrimoni sono un classico esempio di gioco a somma non zero, infatti la coppia raggiunge benefici agendo in quasi totale cooperazione senza che il bene dell'uno causi

³² B.COHEN, Incentives Build Robustness in BitTorrent, May 22,2003

danni all'altro; anche il divorzio mantiene il carattere di gioco a somma non zero nonostante tutto: il benessere dei figli, la necessità di non dilapidare il capitale di famiglia pagando parcelle esagerate agli avvocati portano i due vecchi partner ad agire seguendo una certa linea di cooperazione traendone reciproco vantaggio.

A tal scopo sarebbe ragionevole affidarsi a un unico avvocato, tuttavia tale possibilità è preclusa in paesi come l'Inghilterra in primis dalla legge e inoltre dal codice professionale degli avvocati : l'avvocato è vincolato a curare gli interessi di un solo membro della coppia. Ognuno dei due avvocati di cui la coppia dovrà quindi pagare i servizi inizierà a creare una forte opposizione tra i due ex; a tal scopo ognuno dei due legali suggerirà all'assistito richieste di difficile realizzazione da avanzare in sede processuale, ciò causerà rifiuti della controparte e un allungamento dei tempi giuridici, il tutto a favore di una parcella più cara da pagare per entrambi i coniugi.³³

5.2.6 Il doping

In ambito sportivo la pratica del doping è stata collegata a una sorta di dilemma del prigioniero; nel confronto due atleti entrambi possono scegliere la Defezione facendo uso di sostanze proibite per incrementare le proprie prestazioni oppure scegliere di Cooperare affrontando la gara/partita in maniera pulita; tuttavia fare uso di doping comporta lati negativi come il rischio di venire scoperti e sospesi dall'attività sportiva e il danno che tali sostanze comportano al fisico dell'atleta compromettendo la sua salute. Proprio come in un dilemma del prigioniero però se entrambi, incuranti dei controlli antidoping e disposti a correre rischi sul proprio fisico, scelgono di usare sostanze dopanti, nessuno dei due potrà godere del vantaggio assicurato dal trattamento durante la gara poiché a livello relativo le loro prestazioni non varieranno ma allo stesso tempo entrambi si troveranno in un posizione peggiore rispetto alla possibilità di gareggiare correttamente³⁴; il loro diventerebbe un equilibrio di Defezione P-P con utilità minore dell'equilibrio di Cooperazione R-R

³³ R.DAWKINS, Op.cit. pp.230-1

³⁴ B.SCHNEIER "Lance Armstrong and the Prisoners' Dilemma of Doping in Professional Sports | Wired Opinion"(2012-10-26),Wired.com.

5.3 Dimostrazioni

I casi trattati mostrano come possa insorgere e in tali casi essere impedita la cooperazione tra le parti grazie alla modifica di determinati fattori dell'interazione considerata.

Capire quali siano le modifiche effettuate o indotte rende ben chiaro da cosa dipenda la nascita della cooperazione.

•

Nel primo esempio riguardante il compratore, la cooperazione che nel caso specifico si traduce in un evolversi corretto della compravendita è resa possibile grazie alla figura del mediatore: egli avendo operato diverse compravendite all'interno del mercato ne conosce le dinamiche e garantisce quella continuità di interazione che il compratore per ovvi motivi non può sostenere; i venditori a questo punto avranno a che fare con qualcuno che tornerà da loro in futuro e col quale già esiste un rapporto quindi avranno notevoli deterrenti ad adottare strategie aggressive e opportunistiche ; allo stesso tempo il vincolo con il compratore obbligherà il mediatore ad assumere un comportamento corretto e collaborativo nei suoi confronti in virtù della continuità del rapporto.

La figura del mediatore altro non fa che scomporre l'interazione iniziale tra compratore e venditori molto simile a un dilemma del prigioniero one-shot in due diverse interazioni più affini a dilemmi del prigioniero iterati: una tra compratore e mediatore, l'altra tra mediatore e venditori del mercato;

così facendo si è reso possibile instaurare una cooperazione che nelle condizioni iniziali sarebbe stato razionale per i venditori non rispettare; la Difezione rimane infatti la scelta ottima in un dilemma del prigioniero one-shot; il mediatore invece ha avuto l'effetto in pratica di aumentare w in maniera significativa in un contesto in cui il suo valore poteva ritenersi trascurabile.

•

Nell'episodio avvenuto durante la Prima Guerra Mondiale la nascita della cooperazione tra soldati nemici può essere ricondotta, così come nell'esempio del mediatore, a una modifica non trascurabile del fattore w percepito dalle parti in gioco: i soldati semplici, dovendo seguire gli indecifrabili quanto volubili ordini dall'alto erano all'oscuro di quanto dovessero effettivamente rimanere nello stesso avamposto, pertanto finivano per ritrovarsi davanti le stesse truppe di soldati nemici per lassi di tempo prolungati, ciò li catapultava all'interno di una sorta di dilemma del prigioniero iterato con un w incerto ma significativo davanti alla quale era razionale adattarsi a una strategia simile a TIT FOR TAT; non sempre si ricorreva all'originale optando per sue varianti visto che il sistema di ritorsione tedesco prevedeva tre granate sparate per ognuna ricevuta.

Nonostante che ai piani alti la scelta migliore fosse ritenuta la Defezione reciproca da entrambe le fazioni al fine di vincere la guerra, il singolo soldato aveva maggiore interesse a mantenere la propria incolumità che sarebbe stata messa altrimenti a rischio in caso di un ciclo di Defezioni reciproche; a livello aggregato una simile tendenza in quanto strategia buona non si poteva invadere e poteva prosperare come appunto avvenne.

Il deterrente ad attaccare il nemico era rappresentato dai cecchini che ogni tanto sparavano un colpo di avvertimento a bersagli inanimati vicini alle truppe avversarie; essi personificavano la possibilità concreta di ritorsione a ogni Defezione comminata dalla fazione avversa; allo stesso modo per garantire la reciproca fiducia era prassi delle truppe britanniche sparare un colpo di cannone d'avvertimento sempre nello stesso punto alle sette della sera, questo bombardamento serviva per garantire agli alti comandi che si stava combattendo il nemico e per mostrare al nemico stesso che non era interesse ferire nessuno poiché si colpiva sempre il solito ormai noto punto convenzionale.³⁵

L'interesse per tutta questa serie di meccanismi è dovuto al fatto che sebbene possano sembrare la risultante di accordi preliminari o strategie concordate tra le parti furono semplicemente frutto di convenzioni basate sulla reciprocità del comportamento e nate "sul campo" tra fazioni in teoria totalmente disinteressate a collaborare col nemico. Ciò avvenne perché a livello individuale la w percepita dal singolo soldato era significativamente alta al punto di rendere la famiglia di strategie varianti di TIT FOR TAT la risposta migliore da utilizzare. Va comunque specificato per dovere di cronaca

³⁵ R.AXELROD, Op.cit.

che il sistema del “vivi e lascia vivere” venne in seguito smantellato tramite l’istituzione del modello dell’incursione nella trincea nemica: tale sistema prevedeva in caso di vittoria la cattura di prigionieri avversari e in caso di sconfitta a fungere da dato vi era la conta dei morti; divenne quindi impossibile per le fazioni continuare a fingere di attaccare agli occhi dei superiori che comandavano ora da vicino le operazioni. Le incursioni avevano posto fine alle condizioni in cui era prosperata la cooperazione, il futuro era ora molto breve poiché il nemico poteva attaccare da un momento all’altro quindi la risposta migliore per ogni singolo soldato divenne la pura Defezione dando il via a un escalation di ritorsioni senza fine.

L’aumento del fattore w e quindi della tendenza a cooperare è ottenibile in due modi :

- tramite un aumento del numero di interazioni tra le parti come visto nell’esempio del mediatore;
- tramite un aumento della durata delle interazioni come dimostrato dai comportamenti adottati dai soldati in trincea.

•

Un altro modo per far insorgere la cooperazione è suggerito dall’esempio del free-riding e consiste in una modifica dei pay-off ottenibili grazie alle scelte compiute: a cose normali come già detto risulta sconveniente per il singolo pagare un onere connesso a un servizio del quale beneficerà solo marginalmente;

Sia:

- T il pay-off di chi beneficia del servizio senza pagare
- R il pay-off di chi paga il servizio e ne beneficia
- P il pay-off di chi non paga e non riceve il servizio
- S il pay-off di chi paga e non riceve il servizio

per ipotesi del dilemma del prigioniero vale:

$T > R$

In questa situazione una sanzione diventa efficace quando rende il pay-off T di chi come l'evasore non paga le tasse minore del pay-off R che si manifesta nel caso che tutti i contribuenti paghino il dovuto: così facendo la Difezione diventa meno conveniente della Cooperazione dirigendo la scelta del singolo razionale verso la seconda opzione.

Una tale modifica all'entità dei pay-off tuttavia negherebbe la prima condizione del dilemma del prigioniero sull'ordine di preferenza dei pay-off T,R,P,S; pertanto si può raggiungere un risultato simile anche con modifiche meno radicali:

ricordando le due equazioni che garantiscono la stabilità di TIT FOR TAT

$$w \geq (T - R)/(T - P)$$

$$w \geq (T - R)/(R - S)$$

si ipotizzi una situazione di partenza in cui le due disuguaglianze non siano verificate ovvero dove il peso del futuro non sia sufficientemente grande in confronto ai parametri dei pay-off da rendere conveniente la scelta della Cooperazione; basterà a tal scopo modificare le entità dei parametri fino al punto in cui il maggiore tra i termini diventi uguale o minore di w.

•

Nel caso dei matrimoni e dei divorzi l'insorgenza della cooperazione dipende dalla natura stessa del gioco in questione:

la procedura messa in atto dai due legali al fine di dividere nettamente gli interessi dei due ex non fa altro che rendere il rapporto tra marito e moglie un gioco a somma zero in cui entrambi ottengono qualcosa solo a danno dell'altro; in un tale scenario viene inficiata ogni possibilità di cooperazione, la stessa cooperazione che inconsciamente nasce tra i due legali intenti a curare le rispettive cause: essi pur lavorando per due fazioni opposte affrontano un gioco a somma non zero che garantisce a entrambi una entrata economica notevole grazie alle parcelle notevolmente aumentate per via del protrarsi della pratica.

•

Il caso del doping infine mostra per assurdo che se tutti gli atleti di una determinata disciplina avessero la possibilità di incrementare le loro prestazioni tramite sostanze proibite, nessuno di loro guadagnerebbe nulla nella disciplina in termini relativi perché a livello aggregato le prestazioni di tutti subirebbero lo stesso incremento, tuttavia la totalità degli atleti andrebbe incontro al serio rischio di sanzioni in caso di controlli anti-doping e al costante deterioramento della propria salute che tali sostanze inducono.

In un mondo ideale una tale conclusione dovrebbe far desistere ogni atleta dall'idea di fare uso di doping falsando così il normale svolgimento degli eventi sportivi se non bastasse già come deterrente il danno appurato che tali sostanze recano all'organismo; è risaputo tuttavia che questo ragionamento sia ben poco seguito visti i non rari casi di atleti scoperti positivi durante test antidoping nelle più svariate discipline.

In queste condizioni a tentare con alterni successi di garantire l'insorgenza della Cooperazione sono preposti controlli sempre più severi e casuali sulle prestazioni atletiche e campagne dedite a insegnare il valore della correttezza nello sport e la pericolosità nell'uso reiterato di sostanze dopanti.

CONCLUSIONE

Il lavoro qui terminato si proponeva come non semplice scopo trovare quale fosse la strategia più efficace per affrontare il dilemma del prigioniero iterato ammesso che essa esista e che sia unica.

Partendo da una descrizione semplificata della teoria dei giochi e dello scontro tra razionalità del singolo e bene comune che porta alla nascita del dilemma del prigioniero si è giunto ad analizzare le due versioni di questo paradossale gioco strategico: la versione singola che è stato dimostrato ammettere una sola strategia dominante per l'individuo costretto a scegliere sempre e comunque la Defezione e la sua versione iterata che invece non ammette una strategia dominante assolutamente valida, lo studio a tal proposito della variabile w usata per attualizzare il valore di pay-off futuri ha dimostrato che quando questa diventa eccessivamente grande non esiste strategia assolutamente migliore di un'altra: l'unica massima da seguire si legge nella necessità di preservare le interazioni future per l'alto valore che i pay-off che recano porteranno nel computo finale; il successo di una strategia però non può trascendere dall'ambiente in cui essa viene applicata e dalle strategie che essa si trova ad affrontare.

Il politologo Axelrod chiedendosi allora come fosse possibile "insegnare" a Cooperare un mondo in cui la razionalità suggerisce al singolo di essere egoista organizza un torneo informatico per determinare se esista una strategia che sappia affrontare il dilemma del prigioniero iterato tendenzialmente meglio delle altre.

La tesi svolta ha dapprima seguito l'evoluzione del torneo e poi indagato sulle ragioni che hanno permesso al programma TIT FOR TAT di aggiudicarsi le due edizioni organizzate.

Il programma di Rapoport ha dettato le linee guida per affrontare il dilemma del prigioniero iterato e ottenere risultati accettabili:

- Nessuna invidia ovvero comprendere che nel dilemma del prigioniero non è importante fare meglio dell'avversario;
- Bontà che consiste nel non usare mai per primi la Defezione;

- Ritorsione ovvero rispondere imitando la mossa dell'avversario al turno precedente;
- Trasparenza ovvero mostrare apertamente il proprio *modus operandi* come monito alla controparte su quanto sia poco produttivo per entrambi che essa scelga la Defezione.

Una volta accertata la superiorità di TIT FOR TAT sulla vasta gamma di strategie presentate nelle due edizioni del torneo nel capitolo terzo l'attenzione si è spostata sulla validità del programma quando applicato all'interno di una popolazione in evoluzione.

TIT FOR TAT ha mostrato la sua robustezza in un terza edizione del torneo organizzata da Axelrod in cui la vittoria di una strategia si misurava in geni tramandati e quindi proseguimento della specie; la strategia non solo ha mantenuto un tasso di crescita costantemente al di sopra delle altre ma è anche sopravvissuta per svariate generazioni laddove strategie altrettanto buone erano estinte a causa di specie eccessivamente opportuniste; una volta affermata come popolazione dominante TIT FOR TAT si è rivelata stabile ovvero non attaccabile da una strategia mutante sia essa apparsa singolarmente o tramite raggruppamenti; viceversa TIT FOR TAT ha mostrato anche una buona capacità di insinuarsi in una popolazione totalmente avversa alla Cooperazione tramite raggruppamenti sufficientemente ampi e tramite meccanismi di vero altruismo tra soggetti affini.

Proprio da quest'ultima interessante scoperta si pongono le basi del quinto capitolo del lavoro in cui tramite esempi tratti da situazioni di guerra, iter processuali, compravendite o semplice informatica si dimostra come possa insorgere la cooperazione anche tra poli diametralmente opposti.

L'insorgenza della cooperazione avviene quando le parti in gioco capiscono di avere davanti un futuro importante nella loro interazione, quando viene insegnato loro che la cooperazione ha un valore intrinseco maggiore del conflitto che nasce dalle Defezioni o quando, tramite interventi correttivi di autorità competenti viene modificato il loro ordine di preferenza dei pay-off.

La stessa TIT FOR TAT STRATEGY non si è dimostrata esente da difetti come ad esempio il fatto che reagendo a ogni Defezione subita con una ritorsione di pari entità non permette mai di rallentare l'escalation di Defezioni qualora fronteggi una strategia

ritorcente a sua volta; nell'ambito del lavoro svolto è stato dimostrato infatti quanto danno in termini di pay-off persi significhino cicli infiniti di ritorsioni basate sulla Difezione, cioè tante piccole occasioni perse per le strategie interagenti che avrebbero miglior guadagno a cooperare.

L'ambito di studio trattato è inoltre in continua evoluzione così come gli ambienti in cui si trova a interagire quindi sarebbe quantomeno pretenzioso incoronare oggi e per sempre TIT FOR TAT; con la tesi è comunque stato ricordato quanto essa sia stata versatile e capace di affermarsi nelle varie edizioni del torneo di Axelrod e oltretutto quanto possa sopravvivere se adottata da una popolazione, specie con un futuro dal peso notevole che la rende di fatto non attaccabile da strategie mutanti.

APPENDICE

• GLOSSARIO DELLE STRATEGIE CITATE

TIT FOR TAT : strategia che Coopera sempre alla prima mossa e dalla seconda in poi ripete ciò che la strategia opposta ha scelto alla mossa precedente

DOWNING : strategia che tenta di comprendere l'avversario tramite due stime basate sulla possibilità che l'avversario scelga Cooperazione rispettivamente dopo che DOWNING abbia scelto Cooperazione o Defezione; partendo dall'ipotesi di non reattività dell'avversario DOWNING alle prime due mosse gioca Defezione e mossa dopo mossa aggiorna le due probabilità condizionanti e in base ai valori ottenuti sceglie la mossa più vantaggiosa nel lungo periodo.

RANDOM: strategia che alterna in maniera casuale Cooperazione e Defezione

TESTER: strategia che alla prima mossa sceglie la Defezione, se l'avversario reagisce si adegua alla strategia TIT FOR TAT, se l'avversario invece continua a collaborare gioca Defezioni casuali senza mai farlo due volte di fila

TRANQUILIZER: strategia che costruisce un rapporto di fiducia con l'avversario scegliendo per un gran numero di mosse la Cooperazione ammesso che esso faccia altrettanto, salvo scegliere alla fine di questa serie la Defezione, in caso di mancata ritorsione della controparte aumenta la frequenza delle Defezioni giocate; non gioca due Defezioni di fila se la media dei pay-off ottenuti resta maggiore o uguale a 2,25 punti a mossa; non Defezone più del 25% delle mosse in ogni caso.

TIT FOR TWO TATS: strategia variante di TIT FOR TAT che risponde con una Defezione dopo due Defezioni consecutive dell'avversario

HARRINGTON: strategia variante di TIT FOR TAT che defeziona sempre alla mossa 37 e successivamente usa Defezioni con frequenza sempre maggiore se l'avversario non reagisce immediatamente, in questo caso invece non defeziona più.

ALL C: strategia che utilizza sempre e indiscriminatamente la Cooperazione

ALL D: strategia che utilizza sempre e indiscriminatamente la Defezione

D E C ALTERNATI: strategia che alterna Defezione e Cooperazione

BIBLIOGRAFIA

- ASHWORTH, TONY, *Trench Warfare 1914–1918: The Live and Let Live System*, New York, Holmes & Meier, 1980
- AXELROD, ROBERT, *Giochi di reciprocità: L'insorgenza della cooperazione*, Tr.it., Milano, Feltrinelli, 1985 (ed. or. 1984)
- AXELROD, ROBERT, HAMILTON, WILLIAM D., “The Evolution of Cooperation”, *Science, New Series*, Vol. 211, No. 4489, Mar. 27, 1981,
- COHEN, BRAM, *Incentives Build Robustness in BitTorrent*, May 22, 2003
- CYERT, RICHARD M., MARCH JAMES G., *A Behavioral Theory of the Firm*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1963
- DAWKINS, RICHARD, *Il gene egoista*, Tr.it. Milano, Mondadori, 1995 (ed. or. 1976)
- FISHER, RONALD A., *The Genetical Theory of Natural Selection*, Oxford, Oxford University Press, 1930
- HALDANE, JOHN B.S., *Nature (London) New Biol.* 18, 34, 1955
- HAMILTON, WILLIAM D., *The American Naturalist*, Vol. 97, No. 896, Sep. - Oct., 1963
- JENNINGS, PETER R., “The Second World Computer Chess Championships”, *BYTE*, Vol. 3, No. 1, January 1978
- MERÖ, LAZSLO, *Calcoli morali: Teoria dei giochi, logica e fragilità umana*, Tr.it., Bari, Edizioni Dedalo, prima ristampa, 2001 (ed. or. . 1996)
- NASH, JOHN F. Jr., *Equilibrium Points in n-Person Games*, *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America.*, vol. 36, January 1950

SCHELLING, Thomas C., *The strategy of conflict*, Cambridge, Mass. ,
Harvard University Press, 1960

SCHOTTER, ANDREW, *Microeconomia*, Tr.it., 4ed., Torino,
Giappichelli, 2009

SHUBIK, MARTIN , “*Game theory, behavior, and the paradox of the
Prisoner's Dilemma: three solutions*”, *Journal of Conflict Resolution*, , vol.
14 no. 2 , June 1970

SIMON, HERBERT A., “*A Behavioral Model of Rational Choice*”, *The
Quarterly Journal of Economics*, Vol. 69, No. 1. ,Feb., 1955

SMITH, ADAM, *La Ricchezza delle nazioni*, Tr.it. , UTET, Torino,
1958(ed .or. 1776)

TAYLOR, MICHAEL, *Anarchy and Cooperation*, New York, Wiley, 1976

SITOGRAFIA

ODIFREDDI, *John Nash genio e follia*,

<http://espresso.repubblica.it/visioni/cultura/2008/03/11/news/john-nash-genio-e-follia-1.7633> *L'Espresso*, 11.03.2008

J. J. O'CONNOR, E. F. ROBERTSON, *MacTutor History of Mathematics archive*, <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Nash.html>
Nash biography, 2003

B.SCHNEIER "*Lance Armstrong and the Prisoners' Dilemma of Doping in Professional Sport* | *Wired opinion*"

<http://www.wired.com/2012/10/lance-armstrong-and-the-prisoners-dilemma-of-doping-in-professional-sport/>, *Wired.com*, 2012-10-26

