

Dipartimento di Impresa e Management

Cattedra di Microeconomia

Teoria dei giochi: le campagne di vaccinazione

Prof.ssa Daniela Di Cagno

RELATORE

Vincenzo Cassone 229041

CANDIDATO

Anno Accademico 2021/2022

INDICE

| | |
|--|----|
| Introduzione | 4 |
| Capitolo 1: Il problema della cooperazione | |
| 1.1 Il problema della cooperazione | 5 |
| 1.2 Struttura del gioco | 6 |
| 1.3 Equilibrio del gioco | 9 |
| 1.4 Dilemma del prigioniero ripetuto | 11 |
| 1.5 Evidenze sperimentali | 15 |
| Capitolo 2: I beni pubblici nella teoria dei giochi | |
| 2.1 Cos'è un bene pubblico | 18 |
| 2.2 Offerta di beni pubblici | 20 |
| 2.3 Il gioco del bene pubblico | 22 |
| 2.4 Contribuzione volontaria e free-riding | 24 |
| 2.5 Teoria neoclassica e teorie alternative | 25 |
| 2.6 Evidenze sperimentali | 26 |

Capitolo 3: Le campagne di vaccinazione

| | | |
|-----|--|-----------|
| 3.1 | Introduzione..... | 30 |
| 3.2 | Dilemma del prigioniero..... | 31 |
| 3.3 | La salute come bene pubblico..... | 34 |
| 3.4 | Campagne informative..... | 37 |
| 3.5 | La contribuzione nelle vaccinazioni..... | 41 |
| 3.6 | L'Esperimento..... | 43 |
| | Conclusioni | 48 |
| | Bibliografia | 49 |

Introduzione

Il tema delle vaccinazioni negli ultimi mesi è entrato con forza nelle case degli italiani: nelle pagine dei giornali, nei servizi dei tg e sui social è nato un acceso dibattito su un tema caratterizzato da opinioni fortemente contrapposte e polarizzate, riguardante appunto la scelta di farsi vaccinare o meno.

L'impatto delle vaccinazioni sulla salute della popolazione globale non ha pari: neanche l'invenzione degli antibiotici ha avuto nel tempo un effetto tanto positivo sulla riduzione della mortalità e la crescita della popolazione.

Nel nostro Paese, tuttavia, negli ultimi anni, già prima dell'emergenza Covid-19, si sono registrati trend calanti di soggetti che decidono volontariamente di vaccinarsi. Il gruppo dei cosiddetti no-vax si è allargato con nuovi proseliti: secondo un recente sondaggio condotto dal Corriere della Sera, una percentuale pari al 12% del campione intervistato dalla testata giornalistica, si dichiara contrario alla vaccinazione anti-Covid, mentre un 20% dichiara di essere insicuro circa la decisione da prendere.

I no-vax, negando che esista una minaccia significativa di ammalarsi di determinate malattie e non ritenendo i vaccini la risposta al problema, considerano la vaccinazione più pericolosa della malattia stessa. Per i motivi appena elencati, la creazione di efficaci campagne vaccinali, che convincano gli incerti a vaccinarsi e gli ostili a riconsiderare le loro posizioni, è di fondamentale importanza.

Gli ultimi mesi pandemia, in particolare ci hanno fatto rendere conto che lo stato di salute del singolo non è una faccenda puramente privata, dandoci la consapevolezza che, invece, la salute è un problema sociale. Se mio figlio è immunodepresso e va a scuola con un compagno non vaccinato, vuol dire che i genitori si stanno comportando in modo egoistico: stanno cercando di ottenere i massimi benefici individuali facendo ricadere i costi su tutti gli altri, senza rendersi conto, però, che tra "gli altri" ci sono anche loro.

La scelta di sottoporsi volontariamente o meno a una vaccinazione rappresenta un'esemplificazione dei *dilemmi sociali* evidenziati dalle teorie del comportamento strategico.

Con il presente elaborato si intende ricercare quali siano le possibili spiegazioni teoriche alla base della scelta di vaccinarsi degli individui, mediante l'utilizzo dei classici problemi dell'interazione strategica: la cooperazione e la contribuzione volontaria nel bene pubblico.

L'elaborato si articola nella seguente struttura: nel primo capitolo si illustrerà il problema di cooperazione, utilizzando il gioco del Dilemma del Prigioniero e le sue possibili soluzioni; nel secondo capitolo si illustrerà il gioco della contribuzione volontaria ai beni pubblici per comprendere quali siano le scelte di contribuzione degli individui; nel terzo capitolo si applicheranno i protocolli teorici studiati nei due precedenti capitoli per analizzare le motivazioni sulla base delle quali gli individui decidono di vaccinarsi. Sempre nel terzo capitolo si propone un esperimento, al fine di verificare se, le conclusioni teoriche affermate nel corso dell'elaborato siano valide anche empiricamente.

Capitolo 1: Il dilemma del prigioniero

1.1 Il problema della cooperazione

Spesso può accadere di trovarsi di fronte ad un dilemma: una di quelle situazioni senza soluzione univoca, in cui qualsiasi strategia si scelga, porta con sé dei pro e dei contro.

Immaginiamo di trovarci alla guida di un'automobile, può insorgere in noi la seguente questione: guidando in maniera imprudente, si arriverà prima a destinazione, ma si danneggerà la sicurezza di tutti gli altri guidatori e dei pedoni. Cosa si dovrebbe fare in questi casi? Non sempre è possibile ottenere il risultato migliore in assoluto, ma si deve tenere conto del migliore, tra quelli che permettono di limitare i rischi.

In questo capitolo, si analizzerà il problema di scelta che intercorre fra individui con diversi interessi che vogliono massimizzare la propria utilità. La finalità sarà quella di capire se sia possibile l'emergere della collaborazione fra soggetti egoisti che interagiscono fra di loro perseguendo i loro interessi personali e senza l'intervento di un'autorità esterna.

Un buon esempio del problema fondamentale della cooperazione è il caso in cui due paesi industrializzati in commercio fra di loro, erigono vicendevolmente barriere doganali alle esportazioni. A causa dei vantaggi reciproci del libero scambio, entrambi i paesi avrebbero maggiori benefici se queste barriere fossero eliminate. Se invece uno dei due paesi eliminasse unilateralmente le sue barriere, si troverebbe di fronte a ragioni di scambio che danneggiano la propria economia e a favore di quella dell'altro paese.

Questo problema di base si verifica quando la ricerca dell'interesse personale da parte dei singoli individui porta a un risultato scadente per tutti. Il dilemma è dovuto al fatto che gli agenti, cercando di massimizzare il proprio interesse personale, deviano dalla cooperazione, ottenendo però risultati peggiori di quelli che avrebbero avuto in caso di cooperazione.

Per studiare il problema della collaborazione, si utilizzerà il più famoso tra i problemi della Teoria dei giochi: il dilemma del prigioniero. Il gioco consente ai partecipanti di ottenere vantaggi reciproci dalla cooperazione, ma si ha anche la possibilità che un giocatore sfrutti l'altro, o la possibilità che nessuno dei due collabori, portando svantaggi per entrambi.

1.2 Struttura del Gioco

Il dilemma del prigioniero fu ideato dal matematico statunitense A.W. Tucker nel 1950. Chiariamo innanzitutto cosa sia un gioco: la Teoria dei Giochi definisce gioco, le situazioni in cui i giocatori prendono “decisioni strategiche”, cioè decisioni in cui ciascun giocatore tiene conto delle azioni e delle reazioni di ognuno degli altri.

Una prima classificazione dei giochi può essere quella tra giochi cooperativi e giochi non-cooperativi. I giochi *cooperativi* sono quelli in cui i partecipanti perseguono un interesse comune e possono stringere alleanze. I “giochi non-cooperativi” sono invece quelli in cui i giocatori non possono stringere accordi vincolanti. Il dilemma del prigioniero ricade in questa seconda categoria. Per di più, il dilemma del prigioniero è un gioco di tipo statico (i giocatori scelgono in modo simultaneo e una sola volta le azioni da intraprendere, o comunque decidono senza essere a conoscenza della strategia che l'avversario sta per intraprendere) e a informazione completa (a tutti i giocatori sono noti in partenza i payoff relativi alle azioni da loro compiute).

Consideriamo il seguente esempio di dilemma del prigioniero: due individui sospetti vengono arrestati con l'accusa di aver commesso un crimine e vengono di conseguenza portati in caserma per essere interrogati. La polizia non ha prove a sufficienza per arrestare i soggetti e questi vengono tenuti in stanze separate in attesa dell'interrogatorio, in modo che non possano accordarsi fra di loro. Una volta iniziato l'interrogatorio, ciascuno dei due arrestati può decidere di seguire due strategie alternative: confessare o non confessare. Se nessuno dei due confessa, entrambi saranno condannati per un reato minore, la cui sanzione prevede 2 mesi di reclusione, se entrambi confessano la pena che dovranno scontare è di 6 mesi ciascuno, infine se uno confessa e l'altro no, chi ha confessato verrà immediatamente messo in libertà, mentre che non ha confessato dovrà scontare una pena di 10 mesi: 6 mesi per aver commesso il crimine, più 4 per aver ostacolato il corso della giustizia.

Come detto, il dilemma del prigioniero è un gioco a informazione completa, per cui ogni arrestato conosce già quale potrebbe essere il risultato (payoff) della sua scelta, ipotizzando quale possa essere la scelta del secondo individuo.

1.2.1 Rappresentazione in forma normale del gioco

Il dilemma del prigioniero può essere rappresentato in forma normale come:

- $n = 2$, con n che rappresenta il numero di giocatori, con il giocatore arbitrario chiamato giocatore i ;
- $S_i = (C, N)$, con S_i che rappresenta l'insieme delle strategie $s_i \in S_i$ disponibili per il giocatore i ;
- $u_i = (C, N)$, con u_i che rappresenta i payoff relativi alla coppia strategie s_i scelte dai giocatori.

$$G = \{S_1 \dots S_n; u_1 \dots u_n\}.$$

| | | Prigioniero 2 | |
|---------------|----------------|----------------|------------|
| | | Non Confessare | Confessare |
| Prigioniero 1 | Non Confessare | -2, -2 | -10, 0 |
| | Confessare | 0, -10 | -6, -6 |

In questo gioco, ogni partecipante può giocare una delle due seguenti strategie: *confessare* o *non confessare*. Tutte le possibili combinazioni di strategie con gli annessi payoff andranno a formare la matrice dei payoff. Consideriamo per convenzione che, il payoff del prigioniero 1 è il primo nell'ordine, mentre il secondo payoff, rappresenta quello del prigioniero 2.

I possibili payoff derivanti dalle scelte strategiche combinate dei giocatori sono i seguenti:

- Se entrambi i giocatori confessano, riceveranno entrambi una pena di sei mesi di reclusione (-6, -6) (*punishment for mutual defection*);
- Se nessun giocatore gioca *confessare*, riceveranno entrambi una pena ridotta, pari a due mesi (-2, -2) (cooperazione);
- Se uno dei giocatori decide di confessare e l'altro no, colui che confessa riceverà una pena maggiorata pari a dieci mesi di reclusione, mentre l'altro sospettato verrà invece scagionato dalle accuse e rimesso in libertà (-10, 0) o (0, -10).

Come evidenziato dalla matrice, i giocatori sono di fronte ad un dilemma: se fossero in grado di concordare sul giocare non confessare, allora ciascuno sarebbe condannato a soli 2 mesi. Essi non possono tuttavia comunicare e, anche se potessero farlo, potrebbero fidarsi l'uno dell'altro?

1.2.2 Strategie dominanti e strategie dominate

Per capire quali saranno le scelte strategiche prese dai giocatori considerate le combinazioni sopra ottenute, possiamo utilizzare il processo di eliminazione iterata delle strategie dominate.

Si definisce strategia dominata, la strategia con payoff inferiore a tutte le altre possibili strategie. Dei giocatori razionali seguiranno sempre delle strategie dominanti (se esistono), eliminando invece le strategie dominate.

Nel gioco in forma normale $G = \{S_1 \dots S_i; u_1 \dots u_i\}$, siano s_i' e s_i'' le strategie ammissibili per il giocatore i . La strategia s_i' è strettamente dominata dalla strategia s_i'' se, per ogni combinazione ammissibile di strategie degli altri giocatori, il payoff che i riceve giocando s_i' è strettamente inferiore a quello che riceve giocando s_i'' :

$$u_i(s_1 \dots, s_{i-1}, s_i', s_{i+1} \dots, s_n) < u_i(s_1 \dots, s_{i-1}, s_i'', s_{i+1} \dots, s_n)$$

Per ogni $(s_1 \dots, s_{i-1}, s_{i+1} \dots, s_n)$ ottenuto dagli spazi di strategie degli altri giocatori $S_1 \dots, S_{i-1}, S_{i+1} \dots, S_n$.

(Fonte: Teoria dei Giochi, Robert Gibbons 1994, pag. 15)

Andando ad applicare tale metodologia al nostro gioco, comprendiamo le strategie adottate dai giocatori:

- Se un giocatore ritiene che il suo avversario giochi la strategia confessare, egli deciderà allo stesso modo di confessare, in modo da ottenere una pena di 6 mesi, rispetto a una di 10 che otterrebbe qualora decidesse di non confessare;
- Se un giocatore ritiene che il suo avversario giochi la strategia non confessare, egli deciderà invece di confessare, così da essere rimesso immediatamente in libertà (payoff di 0), piuttosto che confessare e ricevere una pena di 6 mesi di reclusione.

Quindi per il prigioniero i , giocare non confessare è dominato da giocare confessare: qualunque sia la scelta del giocatore j , il payoff che il giocatore i ottiene seguendo la strategia non confessare è inferiore a quello che ottiene dalla strategia confessare: $C > N$.

Se si gioca una sola partita, i partecipanti decideranno dunque di giocare sempre confessare. Tale strategia risulta sub-ottimale per i prigionieri: se decidessero di giocare entrambi la strategia non confessare, questi otterrebbero un payoff maggiore. Il perseguire la strategia dominante *confessare*, non permetterà tuttavia di raggiungere tale equilibrio.

1.3 Equilibrio del gioco

Come visto nel precedente paragrafo, la decisione di ogni individuo di seguire strategie dominanti, porterà entrambi gli individui a confessare. Così facendo il gioco troverà il suo equilibrio stabile nella quarta casella della matrice, dove i giocatori ottengono un payoff di $(-6, -6)$ cioè una sentenza di 6 mesi di reclusione per entrambi i prigionieri.

| | | Prigioniero 2 | |
|---------------|----------------|----------------|------------|
| | | Non Confessare | Confessare |
| Prigioniero 1 | Non Confessare | $-2, -2$ | $-10, 0$ |
| | Confessare | $0, -10$ | $-6, -6$ |

La soluzione trovata rappresenta l'equilibrio di Nash per il gioco, cioè l'equilibrio stabile in cui ogni giocatore sceglie la strategia che gli consente di ottenere il più alto payoff, date le scelte degli altri giocatori.

Nel gioco in forma normale con n giocatori $G = \{S_1 \dots S_i; u_1 \dots u_i\}$, le strategie (s_1^*, \dots, s_n^*) sono un equilibrio di Nash se, per ogni giocatore i , s_i^* è la migliore risposta del giocatore i alle strategie specificate per gli altri $n - 1$ giocatori $(s_1^* \dots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^* \dots, s_n^*)$:

$$u_i(s_1^* \dots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^* \dots, s_n^*) \geq u_i(s_1^* \dots, s_{i-1}^*, s_i, s_{i+1}^* \dots, s_n^*)$$

per ogni strategia ammissibile s_i in S_i cioè, s_i^* risolve il problema: $\max u_i (s_1^* \dots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^* \dots, s_n^*)$.

(Fonte: Teoria dei Giochi, Robert Gibbons 1994, pag. 19)

Come si può notare, in questo caso l'equilibrio di Nash non coincide con l'equilibrio Pareto-efficiente in cui entrambi i giocatori massimizzano il loro payoff, rappresentato dalla soluzione in cui i giocatori decidono di non confessare entrambi, ottenendo una pena ridotta $(-2, -2)$.

Il raggiungimento di un equilibrio sub-ottimale può essere spiegato dall'egoismo dei singoli e dalla mancanza di fiducia verso il prossimo. Perseguire finalità individuali porta a benefici minori di seguire l'interesse collettivo, nonostante questo, ciascuno dei due sospettati decide comunque di seguire il proprio interesse personale.

1.3.1 Equilibrio di ottimo

Se ogni giocatore decidesse di non confessare (perseguendo l'interesse collettivo), si otterrebbe un equilibrio di ottimo sociale, in cui la pena di ciascun sospettato è ridotta a soli due mesi $(-2, -2)$. Tale equilibrio richiede cooperazione, che non risulta possibile ottenere razionalmente, nel gioco *one-shot*:

- Se un giocatore decidesse di tentare la collaborazione per arrivare all'equilibrio di ottimo per la collettività, dovrebbe seguire la strategia dominata non confessare. Egli sarà disincentivato dal seguire tale strategia a causa dell'egoismo, che lo porta a seguire la strategia dominante confessare, che gli consente di ottenere un payoff maggiore;
- Qualora il sospettato mettesse da parte l'egoismo e decidesse di collaborare, dovrebbe comunque dare fiducia al secondo giocatore, sperando che anche egli superi l'egoismo e scelga di collaborare. Se infatti ciò non accadesse, il giocatore che ha deciso di collaborare otterrebbe il payoff minimo, mentre quello che ha "tradito" la collaborazione, otterrebbe il massimo.

Altruismo vuol dire che ogni giocatore riceve dalle vincite altrui un'utilità che incrementa il proprio benessere. Se il mondo fosse popolato solo da soggetti altruisti, il dilemma del prigioniero non sussisterebbe: gli individui coopererebbero e l'equilibrio di Nash coinciderebbe con quello di ottimo. È tuttavia più raro trovare individui altruisti che non egoisti nei sistemi sociali. Nel gioco descritto abbiamo infatti preso in considerazione l'ipotesi realistica secondo cui entrambi i giocatori siano egoisti.

1.4 Dilemma del prigioniero ripetuto

Il dilemma del prigioniero come descritto fino a questo momento è un gioco statico (*one-shot*), in cui i giocatori si muovono una sola volta. Nel gioco non ripetuto, come detto, non è razionalmente possibile ottenere la cooperazione spontanea dei giocatori. Cercheremo ora di capire se la cooperazione sia invece razionalmente ottenibile nel dilemma del prigioniero *ripetuto*.

Dato un gioco costituente G , si indica con $G(T)$ il gioco ripetuto un numero finito di volte, in cui G è giocato T volte.

Supponiamo questa volta che ad ogni ripetizione (prova), i giocatori facciano le loro scelte simultaneamente e, subito dopo la prova, ciascuno venga a conoscenza della scelta effettuata dall'altro. Ogni giocatore è in grado di riconoscere l'altro partecipante e di ricordare come i due abbiano interagito fino a quel momento. Nel caso in cui si ammetta che i giocatori possano interagire ripetutamente ricordando le interazioni, si può ammettere l'eventualità che le decisioni che questi prendono in $t + 1$, siano collegate a quelle prese dal rivale in t . Quanto descritto è ciò che accade nel gioco ripetuto: l'interrelazione strategica fra i giocatori nel tempo, può far sì che nel gioco si raggiunga un equilibrio diverso da quello di Nash del gioco non ripetuto (minacce e promesse riguardanti il comportamento futuro influenzano il comportamento corrente). I giochi ripetuti si distinguono a loro volta per il numero di ripetizioni, fra finiti e infiniti.

Una *strategia* o regola di decisione, è la descrizione delle azioni da intraprendere in qualsiasi situazione possa verificarsi. Nei giochi ripetuti possono essere adottate dagli agenti strategie contingenti denominate "*trigger strategy*" (strategie dito sul grilletto). Le trigger strategy prevedono che il giocatore si comporti in modo cooperativo (non confessare) finché l'avversario faccia altrettanto, ma ad ogni defezione dell'avversario, il primo fa seguire un periodo di "punizione", in cui gioca in modo non cooperativo (*confessare*), annullando i benefici che sono scaturiti fino a quel momento dalla cooperazione. Il livello di punizione varia in base alle diverse tipologie di trigger strategy:

- La *grim strategy* prevede la collaborazione (non confessare) con l'avversario finché quest'ultimo non devii dalla collaborazione. Se l'avversario smette di collaborare, egli verrà punito dall'altro giocatore, che per il resto del gioco smetterà di collaborare (confessare);
- La *tit for tat* non è così duramente vendicativa come la strategia *grim* ed è famosa per la sua capacità di risolvere il problema della cooperazione nel dilemma del prigioniero, senza richiedere una punizione permanente. Giocare tale strategia significa cooperare con l'avversario se egli coopera nel precedente stadio del gioco e non cooperare se ha giocato confessare nel precedente periodo. La fase punitiva, dunque, dura finché l'avversario continua a scegliere di non cooperare;

- La *tit for two tats* è simile alla strategia *tit for tat*, ma consente all'avversario di allontanarsi due volte dalla strategia concordata, prima che il giocatore si vendichi. Questo aspetto fa sembrare il giocatore che usa la strategia, più "indulgente" nei confronti dell'avversario.

Le suddette strategie, come vedremo, non possono essere efficacemente applicate in tutte le tipologie di giochi ripetuti, ma solo in quelli ripetuti infinite volte, o in quelli ripetuti un numero finito di volte, dove non si conosce il periodo in cui il gioco si conclude.

1.4.1 Giochi ripetuti un numero finito di volte

Verifichiamo se la cooperazione sia una soluzione razionalmente ottenibile nel dilemma del prigioniero ripetuto un numero finito di volte. Le ipotesi prese in considerazione sono le stesse del caso one-shot, ma con la differenza che ora il problema viene ripetuto un numero finito di volte, che per semplicità assumeremo pari a due ($T = 2$).

I giocatori devono scegliere per due volte le mosse da fare, avendo a disposizione le stesse strategie nei due periodi. Nel primo periodo i giocatori scelgono simultaneamente la strategia da seguire, nel periodo successivo si osservano gli esiti del periodo precedente e si sceglie sempre simultaneamente sulla base di questi. I payoff per l'intero gioco sono dati dalla somma dei payoff di primo e secondo stadio.

| | | Prigioniero 2 | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| | | <i>Non Confessare</i> | <i>Confessare</i> |
| Prigioniero 1 | <i>Non Confessare</i> | -2, -2 | -10, 0 |
| | <i>Confessare</i> | 0, -10 | -6, -6 |

| | | Prigioniero 2 | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| | | <i>Non Confessare</i> | <i>Confessare</i> |
| Prigioniero 1 | <i>Non Confessare</i> | -8, -8 | -16, -6 |
| | <i>Confessare</i> | -6, -16 | -12, -12 |

Nel primo stadio, utilizzando come in precedenza il metodo di eliminazione iterata della strategia dominata, otteniamo lo stesso equilibrio del gioco *one-shot* dove entrambi i giocatori decidono di confessare $(-6, -6)$. La matrice dei payoff del secondo stadio è ottenuta, come anticipato, sommando la coppia di valori $(-6, -6)$, che rappresenta l'equilibrio di Nash del primo stadio, ad ogni coppia di payoff dello stesso stadio. Si può notare che anche in questo caso l'equilibrio raggiunto sarà dato dalle scelte dei giocatori di seguire la strategia dominante confessare, per le stesse motivazioni precedentemente spiegate. Non si avrà quindi la cooperazione fra i giocatori. Se infatti il gioco possiede un solo equilibrio di Nash, il gioco ripetuto con orizzonte temporale finito ha un unico equilibrio di Nash perfetto nei sotto-giochi: in ogni stadio viene giocata la strategia di equilibrio.

Ipotizziamo invece che i due giocatori, volendo sfruttare i benefici della cooperazione, decidano di seguire una *trigger strategy*, giocando di conseguenza non confessare: ad ogni turno i giocatori scelgono la strategia dominata per ottenere il massimo payoff per la collettività, temendo che facendo altrimenti, l'avversario rompa la collaborazione dal turno successivo, facendo venir meno così i vantaggi per la collettività.

L'ultima ripetizione del gioco perde tale tipo di deterrente in quanto non ci sono ulteriori turni in cui il rivale possa "vendicarsi". L'ultima ripetizione risulta quindi uguale al caso del dilemma del prigioniero non ripetuto e la strategia dominante è dunque per entrambi i giocatori quella di confessare. Applicando tale ragionamento, il deterrente all'allontanamento dalla collaborazione viene meno anche nel periodo precedente all'ultimo. Iterando a ritroso tale ipotesi (se le ripetizioni fossero più di due), l'incentivo alla collaborazione verrebbe meno in ogni turno di gioco, disincentivando la collaborazione sempre.

Tale ragionamento è valido se i giocatori sono a conoscenza dello stadio in cui il gioco si interromperà: se ipotizziamo che i giocatori non siano a conoscenza di tale informazione, questi potranno continuare a ripetere la collaborazione in ogni stadio del gioco, massimizzando il benessere per la collettività: in ogni stadio l'equilibrio del gioco sarà dato dalla scelta di entrambi i giocatori di seguire la strategia non confessare, con payoff $(-2, -2)$

Possiamo quindi concludere che nel caso del dilemma del prigioniero ripetuto finite volte, la collaborazione è una soluzione razionalmente possibile, fintanto che i giocatori non conoscano quale sia l'ultima ripetizione del gioco e finché questi valutino il valore di una futura collaborazione, maggiore al guadagno di breve periodo dato dall'opportunismo.

1.4.2 Giochi ripetuti un numero infinito di volte

Rivolgiamo ora l'attenzione ai giochi ripetuti un numero infinite di volte, per verificare se in questo ultimo caso sia possibile la cooperazione nel gioco. Come nell'esempio precedente, minacce e promesse riguardanti il comportamento futuro, influenzano il comportamento corrente degli agenti. Come nel caso del dilemma del prigioniero ripetuto un numero infinito di volte, in cui non è nota l'ultima ripetizione, la collaborazione sarà adottata dagli agenti grazie alle *trigger strategy*: l'orizzonte temporale infinito ha infatti sui giocatori lo stesso effetto della non conoscenza dello stadio in cui il gioco si interromperà.

Ciascun giocatore teme che un caso di non cooperazione nel periodo corrente, possa portare al cessare della cooperazione in futuro. Se il valore di una futura collaborazione è grande ed eccede ciò che si può guadagnare nel breve periodo comportandosi in maniera opportunistica, allora l'interesse individuale a lungo termine dei giocatori può distoglierli automaticamente dal non collaborare, senza bisogno dell'intervento di autorità esterne. Possiamo quindi concludere che la cooperazione è razionalmente ottenibile anche nel dilemma del prigioniero ripetuto un numero infinito di volte.

1.5 Evidenze sperimentali

Il dilemma del prigioniero è stato nel tempo oggetto di studio da parte di diverse discipline (dalle scienze sociali alla biologia). Ciò è dovuto all'ampia applicabilità e versatilità del gioco: alcuni processi naturali, ad esempio, possono essere spiegati per mezzo di modelli in cui gli esseri umani sono impegnati in giochi competitivi, assimilabili al dilemma del prigioniero ripetuto.

Numerosi sono stati di conseguenza gli esperimenti basati su tale gioco. I suddetti però, diversamente da quanto descritto dalla teoria, spesso dimostrano che la cooperazione può insorgere non solo nei giochi ripetuti un numero infinito di volte, ma anche in versioni ripetute di lunghezza finita e nota, mentre a volte nei giochi di lunghezza indefinita, non si verifica la collaborazione in ogni stadio.

1.5.1 Tornei di Axelrod

Le più note sperimentazioni del dilemma del prigioniero furono condotte nel 1981 da Robert Axelrod, Professore di Scienze Politiche dell'Università del Michigan. Egli invitò studiosi ed esperti nella teoria dei giochi, a presentare programmi che specificassero una strategia di gioco, da implementare in computer che si sarebbero poi sfidati in un torneo, adottando tali strategie. Ogni programma aveva a disposizione la cronologia delle interazioni avvenute fino a quel momento e poteva decidere la mossa successiva sulla base di questa. Axelrod fece competere fra di loro ciascuno dei 14 programmi presentati dagli aderenti, per un totale di $N = 200$ ripetizioni. La matrice dei payoff del gioco di base, comune a tutti i partecipanti, era la seguente:

| | | Prigioniero 2 | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| | | <i>Non Confessare</i> | <i>Confessare</i> |
| Prigioniero 1 | <i>Non Confessare</i> | 3,3 | 0,5 |
| | <i>Confessare</i> | 5,0 | 1,1 |

I punteggi di ogni giocatore furono ottenuti sommando i risultati registrati contro ciascuno dei 13 avversari. Nel primo torneo di Axelrod, i programmi cooperativi (che non deviavano mai dalla cooperazione prima degli avversari) occuparono tutti ai primi posti.

Alla fine del torneo la strategia vincente si rivelò essere la *tit for tat*, scritta dal teorico dei giochi canadese Anatol Rapoport. Gli altri programmi non cooperativi o troppo indulgenti non ottennero buoni punteggi:

- Programmi impazienti di deviare per ottenere nel breve periodo il massimo payoff di 5, dovettero sopportare la ripetizione di reciproche defezioni e pagamenti miseri;
- Programmi sempre cooperativi e che infliggevano lievi punizioni non subirono lo stesso trattamento di favore dagli avversari.

Axelrod spiegò il successo della strategia *tit for tat* in termini di quattro proprietà: “*it is at once forgiving, nice, provokable, and clear*”. Egli tradusse tali proprietà in quattro suggerimenti: non essere invidioso, non essere il primo a deviare, ricambia cooperazione e deviazione, non essere troppo furbo.

1.5.2 Il secondo torneo

Poco tempo dopo la conclusione del primo torneo, il Prof. Robert Axelrod ne organizzò anche un secondo. Questa volta molte altre iscrizioni furono presentate, sia da dilettanti che da professionisti, tutti a conoscenza dei risultati del primo turno.

Le regole del secondo torneo si presentavano in maniera leggermente diversa: il nuovo obiettivo di Axelrod era questa volta quello di verificare i risultati teorici ottenuti nel dilemma del prigioniero ripetuto un numero finito di volte, in cui i giocatori non hanno conoscenza dello stadio in cui il gioco si interrompe.

Nel secondo torneo ogni incontro non aveva una durata fissata: dopo ogni match vi era una probabilità di 1/200 che il gioco finisse e una probabilità di 199/200 che il match andasse avanti, con una durata media quindi, per ogni match, di 200 partite. I partecipanti di questo torneo furono 63. Nonostante tutti questi conoscessero gli esiti del primo torneo, fu comunque la strategia *tit for tat* di Rapoport a uscire vincente.

Le vittorie della strategia *tit for tat* nei vari tornei di Axelrod, dimostrano che la collaborazione rappresenti la soluzione di ottimo sociale e che questa possa emergere nel dilemma del prigioniero ripetuto, anche in assenza di un'autorità centrale. Nonostante la teoria ci dia che non sia possibile, nel primo torneo si ha comunque la cooperazione fra i giocatori. Anche se tali comportamenti entrano in contrasto con le previsioni teoriche dell'analisi a ritroso, questi possono essere giustificati in vario modo, a dover supporre che i giocatori siano irrazionali:

- Il gioco è ripetuto un numero molto elevato di volte ($N = 200$) che può far percepire ai giocatori l'orizzonte come indefinito;
- La cooperazione può risultare comunque proficua, anche se sostenuta solo per un certo periodo di tempo;
- I giocatori possono ritenere che la loro reputazione di cooperatori porterà loro vantaggi in futuro contro gli stessi o contro altri avversari.

Capitolo 2: I beni pubblici

2.1 Cos'è un bene pubblico?

In questo capitolo ci occuperemo di stabilire quali siano le scelte di contribuzione volontaria degli agenti nei confronti del finanziamento di un bene pubblico, nei diversi contesti di interazione sociale. Anche questa volta cercheremo di capire se e come possa emergere la cooperazione fra i contribuenti in maniera razionale, o se sia necessario l'intervento di un'autorità centrale.

Per fare quanto appena detto, continueremo ad impiegare i problemi della Teoria dei giochi e in particolare il gioco del bene pubblico e il dilemma del prigioniero. Infatti, come in precedenza osservato nel dilemma del prigioniero, anche per i beni pubblici, l'egoismo degli individui porterà a un equilibrio sub-ottimale in cui nessun individuo decide di contribuire al bene pubblico. Di nuovo l'equilibrio di ottimo sociale sarà dato anche stavolta dalla cooperazione (tutti contribuiscono nel pieno della loro dotazione).

2.1.1 Caratteristiche e classificazione dei beni

Si può dare una definizione di bene pubblico mediante le sue due più rilevanti caratteristiche: la non rivalità e la non escludibilità. La non rivalità nel consumo indica la circostanza in cui l'uso di un bene da parte di un agente non incide sulla facoltà di goderne completamente da parte di terzi. La non escludibilità dal consumo rappresenta invece l'impossibilità di estromettere terzi dal consumo di un determinato bene.

Definiamo dunque, un bene pubblico puro, quei beni che presentano sia la caratteristica di non rivalità, che quella di non escludibilità, come ad esempio un faro costiero o la difesa nazionale. Qualora la portata del beneficio dispieghi il proprio effetto a tutto il pianeta, si parla di beni pubblici globali: ne rappresentano un esempio la scoperta di una cura, la stabilità finanziaria, o quella climatica. Agli antipodi dei beni pubblici si trovano i beni privati puri, rivali ed escludibili per loro natura: rivali perché il consumo da parte di un soggetto rende il bene indisponibile per un secondo potenziale consumatore; escludibili perché ne può essere limitato l'uso, per esempio, attraverso il meccanismo dei prezzi, o per legge.

Fra beni pubblici e privati puri, troviamo altre due categorie: i beni di club, che presentano la caratteristica della non rivalità, ma non quella della non escludibilità; e i beni comuni che presentano la caratteristica della non escludibilità, ma non quella della non rivalità.

| | Escludibilità | Non escludibilità |
|--------------|---------------|-------------------|
| Rivalità | Beni Privati | Beni comuni |
| Non rivalità | Beni di Club | Beni Pubblici |

2.1.2 Fallimento del mercato e free-riding

I beni pubblici causano un fallimento del mercato: a causa delle loro caratteristiche di non rivalità e non escludibilità nel consumo, il meccanismo allocativo del mercato concorrenziale, come vedremo nei prossimi paragrafi.

Con fallimento del mercato si intende la situazione in cui i mercati non sono in grado di organizzare autonomamente la produzione in maniera efficiente, o non allocano efficientemente beni e servizi ai consumatori. Nel caso dei beni pubblici, il mercato concorrenziale non garantisce un'allocazione finale efficiente delle risorse, ma se ne avrà una sub-ottimale. Come vedremo, a causa delle caratteristiche di tale tipologia di beni, per avere una sufficiente offerta di bene pubblico, si rende necessario l'intervento statale.

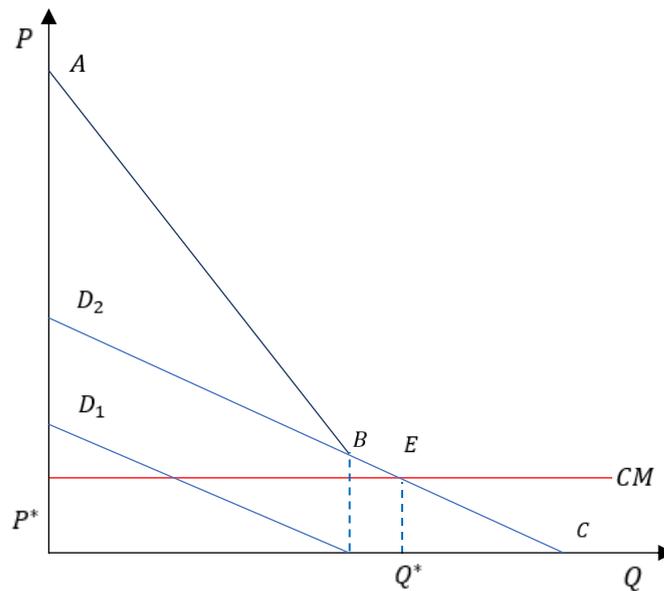
La principale tematica che sorge nel gioco del bene pubblico, e che lo rende un interessante argomento di ricerca, è quella del *free-riding*: gli individui comportandosi in modo opportunistico tendono a non contribuire nel finanziamento dei beni pubblici, continuando comunque a sfruttarne i benefici (a causa delle caratteristiche del bene). Se, tuttavia, tutti si comportano da free rider, nella speranza che siano gli altri a contribuire ai costi di produzione del bene, allora non verrà prodotto alcun bene e si raggiungerà di conseguenza un equilibrio sub-ottimale.

Il fenomeno del free-riding è la risposta della teoria neoclassica al dilemma del bene pubblico. In tempi più recenti, tuttavia, si sono sviluppate diverse teorie che tendono tutte a limitare o eliminare il free-riding dai problemi di contribuzione al bene pubblico. Alcune di queste teorie verranno brevemente riassunte nelle successive sezioni.

2.2 Offerta di beni pubblici

Come per qualsiasi altra tipologia di beni, il bene pubblico va offerto fin tanto che il beneficio marginale derivante dall'aggiunta di un'unità addizionale di bene non diviene uguale al costo marginale della sua produzione.

Se per semplicità considerassimo un mercato composto da 2 soli consumatori, le cui curve di domanda di bene pubblico sono rispettivamente D_1 e D_2 e con costi marginali fissi CM , potremmo rappresentare il livello efficiente di produzione del bene, fissando il prezzo sull'asse delle ascisse e la quantità sull'asse delle ordinate, come segue:



L'altezza di ciascuna delle 2 curve di domanda rappresenta il beneficio marginale di un'unità addizionale per il consumatore a cui la curva appartiene. Poiché il bene pubblico è non escludibile dal consumo, entrambi i consumatori hanno accesso a questo. Il beneficio marginale sociale (ABC) è quindi dato dalla somma dei benefici marginali dei due consumatori. Dal punto B al punto C la curva del beneficio marginale coincide con D_2 in quanto il primo consumatore non è disposto a pagare niente per queste ulteriori unità di bene.

Il livello efficiente di produzione è quella per cui il beneficio marginale sociale uguaglia il costo marginale. Tale uguaglianza nel grafico è rappresentata dal punto E . Non sarebbe efficiente produrre unità oltre questo punto in quanto si avrebbe un costo marginale maggiore del beneficio marginale, mentre l'opposto accadrebbe per i punti antecedenti ad E .

2.2.1 Conseguenze

L'esempio appena visto, dimostra che potrebbe essere socialmente ottimale fornire il bene pubblico, anche se nessun consumatore da solo fosse disposto a pagare abbastanza da coprire il costo marginale.

Empiricamente, tuttavia, si può constatare che i consumatori che usufruiscono del bene pubblico sono a dir poco numerosi. Per finanziare il livello efficiente di produzione di bene pubblico, tutti questi consumatori dovrebbero accordarsi per versare ciascuno un ammontare pari alla propria disponibilità a pagare. La caratteristica di non escludibilità dei beni pubblici, tuttavia, comporta che una volta che il bene viene prodotto, tutti ne possono beneficiare, che lo abbiano finanziato o meno, quindi, gli individui non avranno alcun incentivo a pagare o rivelare il valore reale che attribuiscono al bene pubblico.

Il consumatore si comporterà quindi da free-rider non finanziandola spesa per il bene pubblico, prevedendo che altri consumatori contribuiscano per la sua fornitura. Il problema del *free-riding* (opportunismo) rende difficile se non impossibile a un mercato privato offrire una quantità efficiente di beni pubblici. Si rende di conseguenza necessario l'intervento pubblico per assicurare la fornitura del bene socialmente utile. In effetti, spesso il Governo produce da sé il bene pubblico, oppure finanzia imprese private con sussidi, affinché queste lo producano.

2.3 Il gioco del bene pubblico

Il problema del *free-riding* nei beni pubblici, al pari del dilemma del prigioniero, rappresenta un cosiddetto dilemma sociale: problemi in cui gli individui, seguendo la razionalità e il proprio interesse personale, arrivano ad una soluzione di equilibrio meno efficiente di quella che avrebbe dato la cooperazione (perseguimento dell'interesse comune). Per questo motivo, la rappresentazione del gioco del bene pubblico può essere assimilata a quella del dilemma del prigioniero non ripetuto. L'intervento governativo sarebbe quindi necessario per la soluzione di qualunque dilemma dei beni pubblici.

2.3.1 Struttura del gioco

Consideriamo il seguente esempio di gioco del bene pubblico tratto da "Microeconomia" di D. Besanko: il sindaco di una città turistica vuole costruire una fontana per abbellire la vista ai turisti che vengono a soggiornare nel paese. Si decide di posizionare la fontana in una piazza su cui si affacciano due alberghi, che potrebbero godere di vantaggi in termini di attrattività dal bene pubblico, incrementando così i loro introiti. L'incremento dei profitti per ciascun hotel sarebbe pari a 100.000€ e l'incremento totale dei profitti (pari a 200.000€) supererebbe il costo di realizzazione della fontana, pari a 120.000€. Il sindaco invita di conseguenza i proprietari dei due alberghi a contribuire alla costruzione della fontana, dividendosi a metà la spesa totale (60.000€ per albergatore). La fontana frutterà un ricavo di 40.000€ a ciascun hotel.

Nel decidere se finanziare o meno la spesa del bene pubblico, gli albergatori svolgono il medesimo ragionamento: è sicuramente conveniente che la fontana venga costruita in quanto porterà ad un aumento dei profitti, tuttavia, se l'albergo vicino si accollasse l'intera spesa, sarebbe possibile godere del beneficio, senza sostenerne il costo. Se solo uno dei due albergatori sostenesse la spesa della costruzione della fontana, costui subirebbe una perdita pari a -20.000€, mentre l'altro albergatore otterrebbe un ricavo pari a 100.000€.

Quanto descritto può essere sintetizzato nella seguente matrice:

| | | Albergo 2 | |
|-----------|----------------|------------|----------------|
| | | Finanziare | Non finanziare |
| Albergo 1 | Finanziare | 40, 40 | -20, 100 |
| | Non finanziare | 100, -20 | 0, 0 |

Come si può notare, applicando il processo di eliminazione iterata delle strategie dominate, si arriverà a un equilibrio equivalente a quello del dilemma del prigioniero: nessuno dei due partecipanti decide di cooperare (finanziare il bene pubblico). L'esito finale peggiore per entrambi i giocatori sarà in tal caso giustificato non solo dall'egoismo dei partecipanti, ma dalle caratteristiche di non rivalità e non escludibilità dei beni pubblici. Come succede nel dilemma del prigioniero one shot, l'equilibrio di Nash del gioco del bene pubblico è dato dalla non cooperazione dei giocatori (nessuno dei giocatori contribuisce). Tale comportamento nel gioco del bene pubblico è detto *free-riding*.

2.4 Contribuzione volontaria e Free-riding

Letteralmente, il *free rider* è colui che utilizza i mezzi di trasporto pubblico urbani senza obliterare il biglietto: egli può disporre del servizio, poiché la circolazione dei mezzi di trasporto è garantita in ogni caso per soddisfare le esigenze di coloro che, pagando, dimostrano di desiderarla. *Free rider* nel linguaggio economico, è colui che usufruisce del bene pubblico senza pagarne alcun prezzo. Dal momento che un bene pubblico goduto da un individuo può essere utilizzato contemporaneamente anche da altri, senza bisogno di manifestare alcuna espressa preferenza per esso tramite il pagamento del prezzo corrispondente, ne consegue il fallimento del meccanismo di mercato nel caso di offerta di beni pubblici.

Come visto con il precedente esempio, la teoria dei giochi dimostra che il meccanismo di contribuzione volontaria nei beni pubblici genera una strutturale sottoproduzione di questi ultimi: gli individui essendo egoisti, non finanziano il bene pubblico, sperando che sia qualcun altro a farlo al posto loro. Questo conflitto fra benessere privato e sociale, tra razionalità individuale e collettiva, si risolve nel free riding. Questo accade poiché, a causa delle caratteristiche di non rivalità e non escludibilità, tutti possono godere dei benefici derivanti dal bene pubblico, anche coloro che non ne hanno finanziato la produzione.

Dunque, un agente razionale ed egoista ipotizzato dalla teoria neoclassica, osservando le condizioni di efficienza dei beni privati, come visto nel precedente esempio, non sarà a disposto a pagare un prezzo per la produzione del bene pubblico (ottenuto dall'uguaglianza del proprio beneficio marginale o la propria disponibilità a pagare con il costo marginale di produzione del bene pubblico).

2.4.1 Intervento pubblico

I beni pubblici, che siano del tutto puri o meno, non vengono offerti dai mercati privati, o vengono offerti da questi in maniera insufficiente. Ciò accade, come detto, in quanto i soggetti privati non sono disposti a contribuire nella spesa di finanziamento dei beni pubblici, comportandosi da *free-rider*. Si può quindi affermare che i beni pubblici causino un fallimento del mercato.

Per superare il problema del *free-riding* c'è bisogno di un'autorità che si faccia carico delle spese di finanziamento del bene pubblico (spese di costruzione della fontana nel precedente esempio) e che poi ripartisca la spesa fra i contribuenti (albergatori) che usufruiscono del bene, mediante la tassazione, in base alla disponibilità a pagare di ciascun individuo.

2.5 Teoria neoclassica e teorie alternative

Come visto finora la teoria economica neoclassica afferma che il meccanismo di contribuzione volontaria porta necessariamente con sé la possibilità che gli individui si comportino opportunisticamente: gli individui si comportano da *free-rider*, evitando di dichiarare la propria disponibilità a pagare per il bene pubblico. Così facendo i soggetti opportunisti evitano di sostenere costo relativo alla produzione del bene pubblico, sperando che qualcun'altro la finanzi, ma godendo comunque dei suoi benefici.

L'intensità dell'attività di free riding genera un fallimento del mercato che impedisce al meccanismo dei prezzi di operare correttamente. In linea con la teoria dei giochi potremmo affermare che la contribuzione volontaria al bene pubblico sia nulla, dal momento che l'unico equilibrio di Nash del gioco del bene pubblico, si raggiunge quando ogni giocatore adotta la propria strategia dominante di non contribuire.

L'evidenza empirica proveniente da diversi studi sperimentali dimostra, come vedremo in maniera più approfondita nel prossimo capitolo, che la previsione della teoria neoclassica non è consistente con la realtà economica che ci circonda:

- La teoria della contribuzione condizionale afferma che non tutti gli individui si comportano da free-rider. Il 50% dei soggetti si comporta da cooperatore condizionale (coopera se gli altri giocatori cooperano), un altro 30% si comporta da free-rider, mentre la restante percentuale coopera a prescindere dalle decisioni degli altri giocatori (individui altruisti).
- Nel contesto di cooperazione condizionale, la punizione nei confronti dei free-rider aumenta la contribuzione volontaria degli agenti: i cooperatori condizionali nel tempo manterranno la fiducia nel sistema che è ritenuto equo in quanto punisce i trasgressori, i *free-rider* hanno maggiore incentivo a contribuire in maniera volontaria per evitare le sanzioni.
- L'informazione e la comunicazione fra soggetti, influisce positivamente sulla contribuzione volontaria in due modi: in primo luogo aumenta la velocità e la consapevolezza del comportamento ottimale del gruppo, in secondo luogo, l'effetto della comunicazione può essere attribuito ad un impatto sulle convinzioni del soggetto, in merito alle risposte degli altri giocatori.

2.6 Evidenze sperimentali

Come detto, non tutti i soggetti nella realtà si comportano da free-rider: empiricamente e dal punto di vista sperimentale, si può osservare che alcuni individui tendano a contribuire in maniera spontanea al finanziamento dei beni pubblici, al contrario di quanto predetto dalla teoria economica neoclassica che considera gli individui completamente razionali ed egoisti.

Si rifletta sull'esempio dei musei pubblici nei quali, all'uscita, si raccolgono le offerte dei visitatori per contribuire alle spese di gestione del museo: nonostante non vi sia alcun obbligo di contributo, pochi sono i turisti che entrando al museo non vogliono contribuire in qualche modo, seppure versando un importo minimo. Illustreremo quindi di seguito esperimenti e teorie, alternative a quella neoclassica, che prevedono l'eliminazione, o perlomeno la limitazione, del fenomeno del free-riding nei giochi di contribuzione al bene pubblico.

2.6.1 Contribuzione condizionale

La cooperazione condizionale viene studiata da Fishbacher, Gächter e Fehr nel 2001 in "*Are people conditionally cooperative? Evidence from a public good experiment*". Con questa sperimentazione si vuole capire come le contribuzioni degli agenti varino in base alle credenze circa la contribuzione degli altri soggetti, cioè come si comporti quindi l'individuo nelle sue interazioni sociali. Si suppone di conseguenza che un individuo possa cambiare il proprio comportamento in funzione di quello dei rispettivi membri del gruppo di appartenenza. Secondo tale studio, la cooperazione è maggiore di quella prevista dalla teoria economica classica (nulla) in quanto esistono i cosiddetti cooperatori condizionali: individui che hanno la volontà di contribuire maggiormente al bene pubblico, rispetto a quanto facciano gli altri (che si comportano da free-rider). Secondo i tre studiosi, la cooperazione condizionale può derivare da tre fattori: dall'altruismo dei soggetti, dall'avversione all'iniquità o dalla reciprocità (come nella *tit for tat*). La situazione decisionale dell'esperimento svolto da Fishbacher, Gächter e Fehr, è quella di un gioco dei beni pubblici lineare. Vi sono 4 partecipanti che hanno a disposizione 20 token, che possono conservare o investire in un progetto. I partecipanti in particolare, senza conoscere le scelte degli altri, devono prendere due tipologie di decisioni contributive:

- *Unconditional contribution* cioè quanti dei 20 token investire nel bene pubblico.
- *Contribution table* cioè quanti dei 20 token investire nel bene pubblico, dati 21 possibili livelli di contribuzione media degli altri partecipanti.

I risultati dell'esperimento, dimostrano che nel gioco del bene pubblico, non si manifesta solo il fenomeno del free-riding: all'aumentare della contribuzione media degli altri membri del gruppo, aumenta la contribuzione dei partecipanti all'esperimento. Vi è quindi un fenomeno di cooperazione condizionale. Gli studiosi si accorgono in particolare che il 50% dei partecipanti ricade nella categoria di cooperatori condizionali, il 30% sono *free-rider*, e il restante 20% sono cooperatori.

Si conclude, quindi, che nella maggior parte degli esperimenti si osservino contribuzioni decrescenti in quanto i cooperatori condizionali, al ripetersi delle interazioni nel tempo, cessano di contribuire a causa della maggiore percentuale di free-riders rispetto ai cooperatori, che disincentivano i cooperatori condizionali a continuare nella loro attività di contribuzione.

Successivamente Gächter, stavolta con l'economista Renner, effettua una nuova sperimentazione: un gruppo di 4 giocatori all'interno del quale è presente un leader interagisce per 10 round, il leader in particolare effettua per primo la decisione di contribuzione. L'obiettivo dei due studiosi era stavolta quello di stabilire in quale modo il contributo del leader influenzasse le opinioni circa il contributo degli altri seguaci. Attraverso l'esperimento si notò che: se il leader contribuisce poco nel primo periodo, anche i seguaci saranno suscettibili nel contribuire in piccola quantità e viceversa. Vi è quindi una correlazione positiva fra contributo del leader e contributo dei membri del suo gruppo. Inoltre, se i leader influenzano le decisioni di cooperazione degli individui, si ha un "effetto moltiplicatore" in conseguenza del quale, dinanzi ad un cattivo esempio, potranno aversi conseguenze dirette sia sulla persona interessata ma, altresì, in modo indiretto potranno aversi effetti su coloro i quali agiranno di conseguenza. Possiamo quindi concludere che le scelte degli individui possono essere condizionate sia dal contesto in cui questi decidono, che dalle scelte di contribuzione degli altri membri del gruppo di appartenenza.

2.6.2 Punizione

La cooperazione condizionale può essere influenzata dalla presenza di una punizione nei confronti dei *free-rider*: oltre che da leader di opinione e aspettative di contribuzione sugli altri membri del gruppo, la volontà di cooperare può dipendere dalla percezione di equità del sistema (fiscale).

L'assenza di una punizione nei confronti dei *free-rider*, porta i cooperatori condizionali ad allontanarsi dalla contribuzione volontaria nel tempo. D'altro canto, laddove venga disposta una punizione nei confronti dei *free-rider* o qualora questi vengano in alternativa esclusi dal gruppo di riferimento, i cooperatori condizionali saranno portati a cooperare in misura maggiore nel tempo.

L'efficacia della punizione nei giochi di contribuzione al bene pubblico, nei confronti dei *free-rider*, è stata studiata da Ernst Fehr e Simon Gächter in "*Cooperation and Punishment in Public Good Experiment*" nel 2014. I due dimostrano come un deterrente sanzionatorio nei confronti degli individui opportunisti, possa migliorare l'efficienza pubblica, aumentando la contribuzione dei cooperatori condizionali (che non sono più disincentivati dai *free-rider*) e dei *free-rider* (che contribuiscono temendo la sanzione) e aumentando di conseguenza il benessere sociale.

Quanto appena affermato ci suggerisce che, nel concreto, la politica dovrebbe agire mirando a punire gli atteggiamenti di *free riding* che possono ravvisarsi nell'evasione fiscale piuttosto che nella corruzione, in modo da rassicurare i cooperatori condizionali circa il fatto che non subiranno alcuna ripercussione dagli atteggiamenti dei *free-rider*.

2.6.3 Informazione e comunicazione

La comunicazione fra i soggetti di un gruppo può favorire la collaborazione nei giochi del bene pubblico. Nel 1985 Mark Isaac e James Walker studiarono il ruolo dell'informazione condivisa, con il loro studio denominato "*Communication and Free Riding Behavior: The Voluntary Contribution Mechanism*".

Ciò che i due studiosi intendevano dimostrare con il loro esperimento, era che la comunicazione non vincolante tra i partecipanti, nel gioco del bene pubblico con contribuzione volontaria e ripetuto, avrebbe comportato una riduzione del fenomeno del *free-riding* e quindi un aumento di efficienza nella fornitura del bene pubblico.

Per dimostrare tale ipotesi si condusse un esperimento in cui i partecipanti potevano decidere di investire i loro token alternativamente, o in un investimento privato con una redditività fissata, o in un investimento pubblico che garantiva un ritorno variabile che dipendeva da quanti giocatori avessero speso i loro token nell'investimento stesso. Alla fine di ognuna delle 10 ripetizioni i giocatori ricevevano informazioni sui token investiti dagli altri giocatori e sui loro ritorni. Nei primi round, in cui era permessa la comunicazione, si iniziava spesso con una ricerca da parte dei giocatori dell'allocatione che avrebbe prodotto il massimo payoff per il gruppo. Molte discussioni, tuttavia, si risolvevano con alcuni dei partecipanti che si limitavano a concordare sulla decisione del gruppo, e per poi seguire i propri interessi privati.

Issac e Walker riuscirono quindi a dimostrare è che, anche in condizioni favorevoli al *free-riding*, la comunicazione non vincolante tra i partecipanti fra un round e l'altro favorisce riduzioni significative del comportamento egoistico. Le soluzioni trovate dagli economisti per spiegare come la comunicazione riducesse i comportamenti di *free-riding* furono due:

- La comunicazione aumenta la velocità e la consapevolezza del comportamento ottimale del gruppo.
- L'effetto della comunicazione può essere attribuito ad un impatto sulle convinzioni del soggetto, in merito alle risposte degli altri giocatori

Capitolo 3: Le campagne di vaccinazione

3.1 Introduzione

In questo capitolo tratteremo delle scelte di vaccinazione e esenzione volontarie, cercando di motivare ciascuna delle due scelte mediante la Teoria dei Giochi.

La scelta di vaccinarsi o meno, è un problema di cooperazione fra individui, quindi può essere agevolmente analizzata, come detto, attraverso la Teoria dei Giochi. La vaccinazione, infatti, permette di ottenere l'immunità dal virus a cui questa è rivolta, ma comporta allo stesso tempo dei "costi" relativi alla somministrazione del vaccino: per ottenere una dose, si dovrà sopportare il disagio di recarsi all'ospedale, una volta arrivati lì si dovrà aspettare in coda per ottenere l'iniezione, l'iniezione a sua volta non sarà sicuramente piacevole e potrebbe portare a sintomi quali la febbre nelle ore successive.

Qualsiasi persona desidererebbe quindi ottenere l'immunità, senza sostenere il costo della vaccinazione. Ciò in realtà è possibile: se un numero abbastanza elevato della popolazione, vicina al 95%, decidesse di vaccinarsi, si otterrebbe allora l'immunità di gregge e la restante percentuale della popolazione, otterrebbe l'immunità, senza aver sostenuto il costo della vaccinazione. Il dilemma sociale insorge in quanto, se tale ragionamento venisse seguito da tutta la popolazione, il risultato che sarebbe che nessuno si vaccinerebbe. Il problema appena delineato si può quindi configurare come un Dilemma del Prigioniero, in cui, come vedremo, l'equilibrio di Nash sarà dato dalla scelta di entrambi i giocatori di non vaccinarsi, nonostante l'ottimo sociale sia dato dalla scelta di entrambi i giocatori di vaccinarsi.

Il Dilemma del Prigioniero, tuttavia, non fornisce un modello esaustivo per spiegare molte delle dinamiche relative alle scelte di vaccinazione. Una configurazione più precisa del problema è quella del bene pubblico: la vaccinazione è una scelta del singolo individuo, ma che ha effetti sulla collettività, relativi a immunità di gregge, eliminazione della patologia, migliori livelli di salute. La vaccinazione incrementa quindi il bene pubblico della salute.

3.2 Dilemma del Prigioniero

Il problema di scelta riguardante le vaccinazioni, può essere agevolmente trasposto in un gioco assimilabile al Dilemma del Prigioniero, in cui l'interesse individuale, prevale sul bene collettivo. L'interesse collettivo richiederebbe che ciascun individuo si vaccinasse per ottenere l'immunità di gregge, ma l'interesse individuale porta ciascun giocatore a scegliere di non vaccinarsi, rendendo tutta la popolazione esposta all'infezione dal virus.

3.2.1 Gioco delle vaccinazioni

Prendiamo in considerazione due individui che devono scegliere se vaccinarsi o meno per ottenere l'immunità da un virus in circolazione. Questo virus causa fastidiosi sintomi in coloro i quali lo contraggono, restituendo al giocatore infetto un payoff che stabiliamo pari a -100. D'altro canto, il vaccino ci assicura l'immunità dal virus, ma comporta comunque un payoff negativo pari a -10, dovuto ai disagi relativi al fatto che, per ottenere la dose di vaccino, ci si dovrà recare in ospedale, si dovrà fare una lunga fila in attesa della somministrazione, si dovrà subire una fastidiosa puntura etc.

I giocatori devono scegliere simultaneamente di seguire una delle due seguenti *strategie* alternative: vaccinarsi o non vaccinarsi. Se nessuno dei due si vaccina, entrambi contrarranno la malattia, se entrambi gli individui si vaccinano diventano tutti immuni ma subiscono i vari disagi collegati alla vaccinazione, infine se un giocatore si vaccina e l'altro no, tutti diventano immuni, ma chi si è vaccinato subisce il disagio collegato alla vaccinazione.

La matrice dei payoff è la seguente:

| | | Giocatore 2 | |
|-------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| | | <i>Vaccinarsi</i> | <i>Non vaccinarsi</i> |
| Giocatore 1 | <i>Vaccinarsi</i> | -10, -10 | -10, 0 |
| | <i>Non vaccinarsi</i> | 0, -10 | -100, -100 |

I possibili payoff derivanti dalle scelte strategiche combinate dei giocatori sono i seguenti:

- Se entrambi i giocatori si vaccinano, i payoff saranno $(-10, -10)$.
- Se entrambi i giocatori non si vaccinano, i payoff saranno $(-100, -100)$.
- Se un giocatore si vaccina e l'altro no, i payoff saranno $(0, -10)$ o $(-10, 0)$.

Secondo il processo di eliminazione iterata delle strategie dominate, la strategia adottata da ciascun giocatore, sarà non vaccinarsi. L'equilibrio di Nash sarà quindi dato dalla quarta casella della matrice dei payoff, in cui ciascun giocatore segue il proprio interesse individuale, ottenendo di conseguenza un risultato sub-ottimale, sia per i singoli, che per la collettività.

3.2.2 Gioco delle vaccinazioni ripetuto

Troviamo adesso invece l'equilibrio che si ottiene in una versione ripetuta del gioco appena descritto.

Il primo turno del gioco resta identico a quello descritto nell'esempio precedente, tuttavia, conclusosi il primo periodo, si presenta una variante del virus, per la quale il vaccino disponibile nel primo periodo non sarà più efficace. Si rende dunque necessaria una seconda vaccinazione nel secondo periodo.

I giocatori sono a conoscenza della scelta compiuta dall'avversario nel primo periodo e sulla base di questa, sceglieranno simultaneamente nel secondo periodo, se giocare la strategia vaccinarsi o non vaccinarsi.

Le matrici dei payoff sono le seguenti:

| | | Giocatore 2 | |
|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | | <i>Vaccinarsi</i> | <i>Non vaccinarsi</i> |
| Giocatore 1 | <i>Vaccinarsi</i> | $-10, -10$ | $-10, 0$ |
| | <i>Non vaccinarsi</i> | $0, -10$ | $-100, -100$ |

| | | Giocatore 2 | |
|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | | <i>Vaccinarsi</i> | <i>Non vaccinarsi</i> |
| Giocatore 1 | <i>Vaccinarsi</i> | $-110, -110$ | $-110, -100$ |
| | <i>Non vaccinarsi</i> | $-100, -110$ | $-200, -200$ |

Come precedentemente visto, l'equilibrio raggiunto nel primo periodo sarà dato dalle scelte dei giocatori di seguire la strategia dominante non vaccinarsi, quindi non si avrà quindi la cooperazione.

Allo stesso modo, non si vedrà emergere la cooperazione neanche nel secondo periodo: trovandoci in un dilemma del prigioniero ripetuto un numero finito di volte, non sarà possibile adottare trigger strategy, in quanto la cooperazione da queste creata, dapprima verrebbe meno nell'ultimo periodo, per poi sciogliersi anche in tutti i periodi antecedenti all'ultimo.

La strategia adottata dai giocatori in entrambe le ripetizioni del gioco sarebbe dunque non vaccinarsi: sia nel primo che nel secondo periodo, i giocatori seguono il proprio interesse personale, quindi sperando che sia il proprio avversario a sostenere il costo delle vaccinazioni, decidono di non vaccinarsi.

Come ci dice la teoria, infatti, la cooperazione fra giocatori sarebbe possibile solo qualora il gioco fosse ripetuto un numero infinito di volte, o finito ma con ultima ripetizione non nota. Nella realtà questa eventualità si potrebbe verificare con un virus che tende molto a mutare, richiedendo la costante creazione di nuovi vaccini (i giocatori non sono a conoscenza di quale sia il periodo in cui il virus smette di mutare e viene finalmente debellato). In questo caso la cooperazione può emergere grazie all'adozione da parte dei giocatori di *trigger strategy*, come ad esempio la *tit-for tat*: l'individuo minaccia di giocare non vaccinarsi nel prossimo turno del gioco, se nel turno in corso l'avversario decide di giocare non vaccinarsi.

3.3 La salute come bene pubblico

Negli ultimi anni, ma in particolare negli ultimi mesi pandemia, ci siamo resi conto che lo stato di salute del singolo non sia una faccenda puramente privata, o al massimo familiare, giungendo alla consapevolezza che, invece, la salute individuale è una faccenda sociale. Se mio figlio è immunodepresso e va a scuola con un compagno non vaccinato, vuol dire che i genitori si stanno comportando in modo egoistico: stanno cercando di ottenere i massimi benefici individuali facendo ricadere i costi su tutti gli altri, senza rendersi conto, però, che tra “gli altri” ci sono anche loro.

La salute può essere considerata un bene pubblico presentando infatti le caratteristiche di non escludibilità e di non rivalità, tipiche di questi: non è possibile escludere altri soggetti dal godimento del diritto alla salute, maggiori livelli di salute di un altro individuo non pregiudicheranno la mia salute. Come abbiamo già visto nel corso della trattazione, affinché un bene pubblico sia offerto, è necessaria la contribuzione da parte degli individui, che questa sia volontaria o meno.

La radice del paradosso sociale che emerge dalla logica dei beni pubblici, ha a che fare con il conflitto tra la razionalità auto-interessata e l'irrazionalità dei suoi esiti: il perseguimento razionale dell'interesse individuale, come più volte ribadito, produce il risultato peggiore dal punto di vista sia collettivo che individuale, per cui, secondo la teoria neoclassica, nessun individuo contribuisce volontariamente.

Nell'ultimo anno, come ben noto a tutti, la pandemia si è dimostrata essere la maggiore minaccia agli alti livelli di salute pubblica. In tal caso, quindi, il meccanismo di contribuzione al bene pubblico della salute, si è concretizzato nella scelta di sottoporsi alla vaccinazione: vaccinarsi rende immuni dal virus, proteggendo non solo il soggetto a cui il vaccinato è stato somministrato, ma anche coloro i quali non possono ancora o non potranno mai accedere a questo. Vaccinarsi significa quindi contribuire alla salute pubblica.

Inoltre, non è sufficiente tutelare la salute dei cittadini all'interno dei confini nazionali, a causa della permeabilità delle nostre frontiere ai sacrosanti movimenti di persone: l'accesso alle strutture sanitarie, alle terapie farmacologiche e al vaccino, non è garantito a tutti nello stesso modo. Quei paesi che avranno subito un impatto più ridotto, che avranno potuto garantire ai propri cittadini livelli di protezione maggiore, che potranno ripartire prima, continueranno, comunque, ad essere esposti al rischio di un contagio di ritorno e all'apparire di nuovi focolai in misura proporzionale alla protezione ottenuta, non tanto e non solo dai loro cittadini, ma dai cittadini dei paesi meno protetti.

Come la forza complessiva di una catena è determinata dalla forza del suo anello più debole, così anche l'efficacia del sistema di protezione sanitario mondiale è definito dalla qualità della protezione garantita ai più deboli.

Vittorio Pelligra, La salute è un bene comune globale, articolo dal Sole 24ore.

3.3.1 Rappresentazione analitica del problema

L'analisi precedentemente svolta del Dilemma del Prigioniero rappresenta una forte semplificazione della realtà: fin tanto che la popolazione del mondo è ridotta a 2 persone, il ragionamento funziona benissimo, tuttavia, risulterà molto più difficile riuscire a convincere un numero molto più elevato di persone a vaccinarsi al posto nostro, in un modello meno esemplificativo.

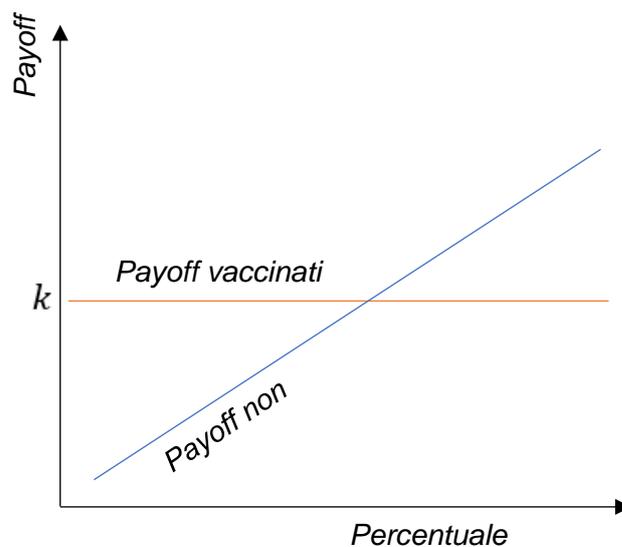
Il problema può essere rappresentato in maniera più verosimile, sempre nella forma del dilemma del prigioniero, considerando 2 gruppi di persone: coloro i quali decidono di vaccinarsi e quelli che decidono di non vaccinarsi. Contribuire al bene pubblico significa vaccinarsi, in quanto si proteggono gli altri individui dal rischio di infezione e in generale si migliora il livello della salute. Non vaccinarsi, invece, significa comportarsi da free-rider, in quanto si spera di ottenere l'immunità, grazie agli altri individui che decidono di sostenere il costo della vaccinazione.

- Il payoff del gruppo che decide di vaccinarsi è una costante, considereremo quindi la a curva che indica tale payoff orizzontale e parallela all'asse delle ordinate: il payoff della vaccinazione è sempre costante e non dipende dal numero di persone che decidono di vaccinarsi (una volta vaccinati, si è immuni).

$$\pi_{vax} = k$$

- Il payoff del gruppo che decide di non vaccinarsi, invece, è una funzione della percentuale delle persone che decidono di vaccinarsi: se decido di non vaccinarmi, sarò tanto meno probabile contrarre il virus, quanto maggiore sarà il numero complessivo delle persone nella popolazione che decide di vaccinarsi.

$$\pi_{no\ vax} = f(\% \text{ vaccinati});$$



Il punto in cui le due rette dei payoff di vaccinati e non vaccinati si intersecano, rappresenta un punto di particolare interesse per la nostra analisi:

- A sinistra del punto di intersezione; i non vaccinati avranno un guadagno minore dei vaccinati: la retta dei non vaccinati si trova al di sotto della retta dei vaccinati, quindi i non vaccinati, volendo aumentare il loro payoff, decideranno di vaccinarsi.
- A destra del punto di incrocio la retta del payoff dei non vaccinati è al di sopra della retta del payoff dei vaccinati. Ai non vaccinati, per massimizzare il payoff, converrà continuare a scegliere di non vaccinarsi comportandosi quindi da *free-rider*.
- Il punto di intersezione rappresenta l'equilibrio di Nash: i non vaccinati non hanno incentivo a spostarsi da questo (vaccinarsi), così come i vaccinati (ipotizzando che potessero decidere di "togliersi" il vaccino).

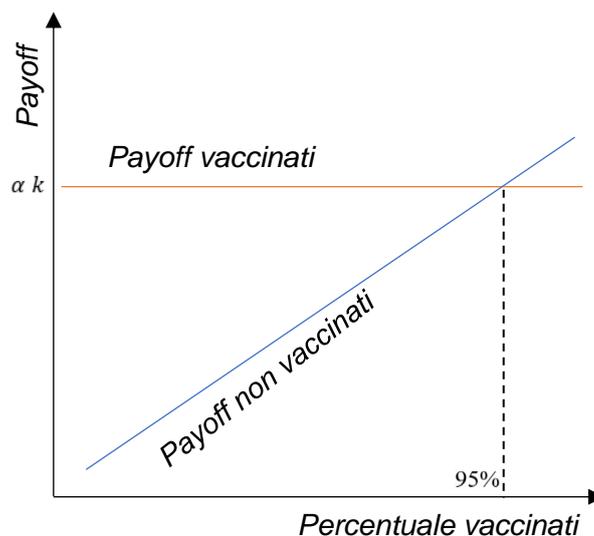
Se nessuno si vaccina, c'è una probabilità molto alta di ammalarsi, per cui il payoff di non vaccinarsi è minimo, mentre quello di vaccinarsi è molto maggiore. Esiste pertanto una spinta ad andare a vaccinarsi. Tale spinta va avanti fino al punto di intersezione tra le due rette dei payoff: oltre il punto di intersezione i non vaccinati, non saranno più incentivati a vaccinarsi, in quanto è meno probabile contrarre la malattia. Dunque anche in questo caso si verifica il dilemma sociale per cui, l'interesse individuale dei singoli, porta a un equilibrio sub-ottimale in cui il payoff di ciascun individuo non è quello che massimizza il benessere della collettività. Ciò accade se la percentuale di copertura vaccinale corrispondente all'equilibrio di Nash, dato dall'intersezione fra le due rette dei payoff, è inferiore alla percentuale necessaria a raggiungere l'immunità di gregge (95% circa). La conclusione della teoria neoclassica, è che risulta impossibile sconfiggere un virus attraverso una vaccinazione volontaria.

3.4 Campagne informative

Se la percentuale di copertura vaccinale corrispondente all'equilibrio di Nash è inferiore alla percentuale necessaria a raggiungere l'immunità di gregge, una campagna di vaccinazione volontaria, non sarà mai in grado di debellare un virus.

La sola soluzione possibile è quindi quella di una campagna di vaccinazione obbligatoria? In teoria sarebbe possibile garantire la copertura vaccinale efficiente, mantenendo la libertà di scelta degli individui: sarebbe sufficiente che la percentuale di copertura vaccinale corrispondente all'equilibrio di Nash fosse almeno uguale alla percentuale necessaria a raggiungere l'immunità di gregge. Tale livello di copertura vaccinale può essere raggiunto modificando la percezione del rischio relativo alla scelta di vaccinarsi o meno: più la malattia viene percepita come pericolosa, maggiore sarà l'incentivo dei non vaccinati a vaccinarsi e viceversa, quindi maggiore sarà la contribuzione volontaria degli individui.

La percezione del rischio può essere espressa analiticamente come un coefficiente che va a moltiplicare la funzione dei payoff dei vaccinati: $\pi_{vax} = \alpha k$.



Conoscendo la percezione del rischio relativo α è possibile prevedere la copertura vaccinale volontaria, per poi agire su α , mediante campagne informative, in modo da garantire la copertura vaccinale d'equilibrio che renda la popolazione immune. Per capire come debbano essere strutturate le campagne informative e le altre modalità con cui far variare α , utilizzeremo la *Teoria dei Nudge*.

3.4.1. Nudge Theory

La teoria dei *Nudge* è un'evoluzione dell'economia comportamentale che, criticando la visione dell'*homo economicus* e la sua completa razionalità, sostiene il processo decisionale umano sia caratterizzato da *euristiche* e *bias*, e che quindi sostegni positivi e suggerimenti o aiuti indiretti possono influenzare tale processo decisionale, almeno con la stessa efficacia della coercizione.

Il Premio Nobel per l'economia Richard Thaler insieme a Cass Sunstein in "*Nudge, la spinta gentile*" definiscono il *Nudging* come ogni aspetto nell'architettura delle scelte che altera il comportamento delle persone in modo prevedibile senza proibire la scelta di altre opzioni. Lo scopo dei *Nudge*, traducibili in italiano come "pungoli", è quello di orientare la scelta degli individui, senza però privarli della libertà di scelta. Tale atteggiamento viene definito dagli autori: paternalismo libertario.

I *Nudge* sono tanto più utili quando la scelta da compiere risulta complessa: non è vero che il possesso di molte informazioni porta a compiere una scelta più consapevole, spesso, infatti, la sovra-informazione porta a compiere scelte errate o all'inerzia, causata dalla paura di sbagliare.

Gli interventi del *Nudging*, in particolare possono riguardare:

- Interventi di tipo informativo, attivando cioè campagne che possono fare leva su diversi aspetti.
- Interventi strutturali al fine di modificare la struttura della decisione, modificando ad esempio il numero delle alternative o le opzioni di default.
- Interventi descrittivi al fine di modificare la percezione delle opzioni, effettuando ad esempio partizionamento delle alternative di scelte in categorie o mediante la progettazione degli attributi delle opzioni di scelta.
- Interventi a sostegno dell'autocontrollo, che disincentivino o rendano costoso per l'individuo, il comportarsi in modo inerte.

Un esempio dell'applicazione della teoria del *Nudging*, sempre in campo medico, è quella della donazione degli organi: in Olanda, Austria, Francia e Spagna, paesi in cui vige la regola del silenzio-assenso, la disponibilità di organi e tessuti per i trapianti è molto elevata. Questo accade in quanto i cittadini, salvo dichiarazione opposta, sono automaticamente considerati donatori.

D'altro canto, in paesi come Germania, UK o USA, per dimostrare la disponibilità a donare occorre compilare un apposito modulo o iscriversi ad appositi registri. Si può verificare come in questi, il tasso di donatori è molto basso, non tanto perché i cittadini di questi Paesi siano contrari, ma quanto per pigrizia e resistenza ai cambiamenti, accentuata dalla modalità con cui la scelta di donare organi è posta di default agli individui.

3.4.2 Nudging nelle campagne di vaccinazione

La vaccinazione è un trattamento medico. Di regola, sebbene questi comportino dei rischi, nessun malato rifiuta le cure o di sottoporsi, perché sa che questi saranno volti alla guarigione. Il caso delle vaccinazioni, tuttavia, è opposto: ci si deve sottoporre ad un trattamento medico senza essere però ancora malati. Risulta infatti molto più agevole decidere, quando si chiede di guarire che non quando si è invitati, essendo sani, ad obbedire ad una prescrizione legislativa. Per queste ragioni può insorgere ostilità nei confronti delle vaccinazioni.

Non a caso sul tema dei vaccini si assiste ad una polarizzazione di posizioni: c'è chi riconosce l'utilità dello strumento e chi, invece, si oppone con vigore ad affermandone la dannosità o rivendicando il diritto alla libertà di scelta. Di questa seconda categoria fanno parte i cosiddetti no-vax, i quali negano che esista una minaccia significativa di ammalarsi di determinate malattie, imputando ai vaccini reazioni avverse concrete ben più gravi del rischio astratto che dovrebbero scongiurare.

Si dovrà quindi elaborare una architettura delle scelte attraverso la quale, pur lasciando libere le persone di decidere come meglio credono, si adottano accorgimenti volti a spingere gentilmente gli individui a prendere le decisioni desiderate dall'architetto.

Andiamo ora ad analizzare come la teoria dei *Nudge* possa essere effettivamente implementata al fine di incentivare gli individui a vaccinarsi, e quali strumenti potrebbero essere utilizzati nella realtà.

1) *Interventi di tipo informativo:*

- Attivare campagne che mutino la percezione del rischio, aumentando ad esempio la paura nei confronti del virus in circolazione;
- Attivare campagne che facciano leva su motivi sociali, ad esempio: vaccinandosi si tutelano le persone che non possono vaccinarsi grazie all'immunità di gregge;
- Attivare campagne che smontino i falsi miti sulle vaccinazioni, come ad esempio il legame tra i vaccini e l'autismo;
- Attivare campagne tese ad accrescere l'accettazione dei vaccini, facendo promuovere questi da leader di opinione oppure facendo vaccinare questi per poi portarli come esempio alla popolazione.

2) *Interventi strutturali al fine di modificare la struttura della decisione:*

- Cambiare gli incentivi, riducendo i disagi legati alla vaccinazione (ad esempio rendendo rapide le somministrazioni ed evitando le lunghe file agli ospedali) o attribuendo delle ricompense ai vaccinati;
- Cambiare l'opzione di default, ad esempio, se tutti si vedessero recapitare un invito a presentarsi per essere vaccinati, invece che lasciare alla iniziativa del singolo la scelta di recarsi in ambulatorio, il dover spiegare perché non ci si è presentati richiederebbe uno sforzo aggiuntivo che molte persone eviterebbero alla luce della tendenza a rimanere inerti.

3) *Interventi a sostegno dell'autocontrollo:*

- Agevolare l'intenzione di sottoporsi a vaccinazione, ad esempio rendendo estremamente agevole il trattamento (per diminuire il comportamento tendente all'inerzia degli individui);
- Incentivare le prenotazioni rendendo costosa la scelta di non sottoporsi più al trattamento, ricordando, ad esempio con sms, l'appuntamento per la vaccinazione;
- Raccomandare a più riprese di sottoporsi a vaccinazione.

Coloro i quali non si sentono minacciati dalle malattie dovrebbero essere indirizzato verso una maggiore percezione del rischio, alla comprensione del beneficio sociale, sottolineando infine che vaccinarsi è la regola (omologazione sociale). Per gli individui maggiormente colpiti dall'inerzia, che si arrendono quindi al primo ostacolo, è preferibile eliminare tutte le barriere conosciute e accrescere l'autocontrollo. I soggetti ostili alle vaccinazioni, che percepiscono queste come rischiose, dovrebbero essere garantiti dagli sforzi volti a smontare le false credenze. Chi non si vaccina per calcolo (*free-rider*) può essere spinto a farlo mediante incentivi economici. Per tutte questi, infine, può essere efficace un cambio nelle opzioni di default.

Esempi tratti da: Giovanni Pascuzzi, La spinta gentile verso le vaccinazioni.

3.5 La contribuzione nelle vaccinazioni

Sebbene la teoria, sia nel caso del Dilemma del Prigioniero, che in quello della contribuzione al bene pubblico, ci suggerisca che l'equilibrio sia dato dalla non cooperazione/contribuzione da parte dei giocatori, nella realtà empirica si può constatare che gran parte degli individui decida di vaccinarsi volontariamente.

Una possibile spiegazione per tale fenomeno può essere riscontrata, come visto in precedenza, nelle campagne informative volte a aumentare la percezione del rischio di infezione, e alla riduzione del rischio percepito collegato alle vaccinazioni. Questa volta, invece, utilizzeremo più recenti teorie sulla contribuzione al bene pubblico, alternative a quella neoclassica, che spieghino le motivazioni alla base di questi livelli di contribuzione anomali.

3.5.1 Contribuzione condizionale

Come dimostrato da Fishbacher, Gächter e Fehr in “*Are people conditionally cooperative? Evidence from a public good experiment (2000)*”, il numero di persone che scelgono di vaccinarsi è maggiore di quello previsto dalla teoria, in quanto accanto ai free-rider, troviamo anche altre due categorie di individui:

- *Altruisti*: rappresentano circa il 20% della popolazione, questi individui cooperano a prescindere dalla scelta di contribuzione compiuta dagli altri soggetti.
- *Cooperatori condizionali*: rappresentano circa il 20% della popolazione, questi individui solo qualora gli altri soggetti decidano di cooperare anch'essi.

Possiamo quindi concludere che gli elevati livelli di copertura vaccinale possono essere spiegati dalla presenza di individui altruisti che decideranno sempre di vaccinarsi per tutelare la salute pubblica, e dalla presenza di cooperatori condizionali che si vaccineranno quando vedranno gli altri individui farlo. Secondo Gächter e Renner, inoltre, come dimostrato in “*Leaders as role models and 'belief managers' in social dilemmas (2018)*”, maggiori livelli di contribuzione possono essere ottenuti quando i leader di opinione presenti all'interno dei gruppi sociali, decidono di vaccinarsi (cooperare), e viceversa. I Governi statali, dunque, per incentivare le vaccinazioni volontarie, dovrebbero individuare i suddetti leader di opinione, per poi utilizzare la loro vaccinazione come esempio ai membri del loro gruppo di riferimento. Esempi empirici di questa seconda ipotesi possono essere riscontrati nella larga diffusione da parte dei media, delle notizie riguardanti la vaccinazione di note figure di riferimento per varie comunità, quali ad esempio il Papa, il Presidente del Consiglio, il Presidente della Repubblica, e noti influencers.

3.5.2 Punizione

Il ruolo della punizione nei confronti dei free-rider, nei giochi di contribuzione al bene pubblico, è stato studiato da Ernst Fehr e Simon Gächter in “*Cooperation and Punishment in Public Good Experiment (2000)*”: la punizione incentiva anche i free-rider alla contribuzione, migliorando così il benessere della collettività.

L’assenza di una punizione nei confronti dei free-rider, porta i cooperatori condizionali ad allontanarsi dalla contribuzione volontaria nel tempo, in quanto il sistema viene percepito dai cooperatori condizionali e dagli altruisti, come iniquo. I Governi statali dovrebbero dunque pensare a sanzioni nei confronti di coloro che non intendano vaccinarsi, come ad esempio: precludere la possibilità di iscrizione alle scuole statali o prevedere l’esclusione dai grandi eventi (come concerti, stadi, etc.).

3.5.3 Comunicazione

Mark Isaac e James Walker in “*Communication and Free Riding Behavior: The Voluntary Contribution Mechanism (1985)*”, dimostrano che la comunicazione non vincolante tra i partecipanti, nel gioco del bene pubblico riduce il fenomeno del free-riding, aumentando di conseguenza la contribuzione volontaria:

- La comunicazione aumenta la velocità e la consapevolezza del comportamento ottimale del gruppo.
- L’effetto della comunicazione può essere attribuito ad un impatto sulle convinzioni del soggetto, in merito alle risposte degli altri giocatori

Per favorire le vaccinazioni volontarie, il Governo dovrebbe quindi ad esempio creare piattaforme sulle quali favorire la comunicazione fra gli individui circa la scelta di vaccinarsi, adottando ad esempio piattaforme social e simili.

3.6 L'esperimento

Per verificare le conclusioni teoriche tratte in questo capitolo, circa l'applicazione di concetti di Teoria dei giochi al caso empirico delle vaccinazioni, si è svolta una sperimentazione. I partecipanti all'esperimento sono stati dieci studenti universitari di età compresa fra i 20 e i 25 anni, iscritti a facoltà diverse da quelle economiche e senza particolari conoscenze riguardo la Teoria dei Giochi.

3.6.1 Il set up

Il contenuto sottoposto ai partecipanti dell'esperimento è stato il seguente: Si ipotizzi che la popolazione mondiale sia composta dai 10 giocatori presenti. Fra i partecipanti circola un virus trasmissibile, che causerà a coloro che lo contraggono sintomi di febbre ed emicrania.

Esiste un vaccino a questo virus, che rende completamente immuni coloro ai quali è somministrato. Vaccinarsi, tuttavia, non sarà un'esperienza piacevole: per farlo ci si dovrà recare all'ospedale la mattina presto, fare una lunga coda, dover subire una spiacevole puntura etc, etc...

L'ideale per ciascun giocatore sarebbe ottenere l'immunità, senza dover sostenere tutti i "costi" relativi alla vaccinazione, appena elencati. Un modo perché questo accada esiste: se una percentuale sufficientemente elevata degli altri giocatori decide di vaccinarsi, allora i restanti giocatori che hanno scelto di non vaccinarsi otterranno l'immunità di gregge, senza neanche aver dovuto vaccinarsi. Supponiamo che l'immunità di gregge si raggiunga quando circa il 90% della popolazione risulta vaccinata. Per percentuali elevate di vaccinati, sarà comunque più difficile contrarre il virus.

Si consideri che le scelte di *vaccinarsi* o *non vaccinarsi* comportino solo i seguenti *bonus* e *malus*:

▪ Vaccinarsi

- Bonus → il vaccino garantisce al giocatore che lo riceve l'immunità.
- Malus → per vaccinarsi il giocatore deve recarsi all'ospedale, fare la fila, subire puntura... mentre preferirebbe di gran lunga restare a casa ed evitare tutta questa trafila.

Se scelgo di **vaccinarmi** il payoff sarà: $\pi_i \text{ vaccinati} = \text{immunità} - \text{malus} = 100$

▪ Non vaccinarsi

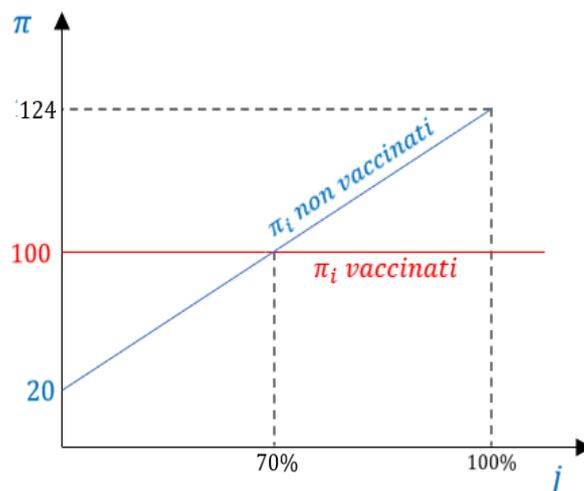
- Bonus → si evitano tutti i malus legati alla vaccinazione, inoltre se una percentuale sufficientemente alta degli altri giocatori sceglie di vaccinarsi, si ottiene comunque l'immunità dal virus.
- Malus → si rischia di contrarre il virus e subirne quindi tutti i sintomi collegati. Il rischio è tanto maggiore quanto pochi sono i giocatori che si vaccinano

Se scelgo di **non vaccinarmi** il payoff sarà: $\pi_i = (\sum_{j=1}^{10} vax) + bonus$ con $vax = 12$ e $bonus = 16$

In particolare, ogni giocatore consideri che: se **7 giocatori** decidono di vaccinarsi, i giocatori che decidono di *non vaccinarsi*, avranno un payoff uguale a quello dato dalla scelta di vaccinarsi: si riducono le possibilità di contrarre il virus, senza dover ricevere tutti i malus relativi alla vaccinazione.

Se **più di 7** giocatori si vaccinano, il payoff dei giocatori che scelgono di non vaccinarsi, sarà maggiore di quelli che scelgono di vaccinarsi: si è sempre più vicini all'immunità di gregge, e non si sono dovuti sostenere i costi della vaccinazione.

Si tenga comunque a mente che non vaccinarsi, sebbene possa risultare maggiormente profittevole per un alto numero di vaccinati, potrebbe causare il mancato raggiungimento dell'immunizzazione della popolazione, nel caso in cui i giocatori che scelgono di vaccinarsi, siano meno di quelli previsti.



Per ciascun giocatore i payoff in base alla contribuzione media degli altri giocatori sono i seguenti:

| j | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| π_{vax} | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| $\pi_{no vax}$ | 16 | 28 | 40 | 52 | 64 | 76 | 88 | 100 | 112 | 124 | |

3.6.2 Domande sottoposte

Tenendo a mente che ciascun giocatore dovrà cercare di massimizzare la propria funzione dei payoff, ma considerando anche che l'obiettivo comune di ciascun giocatore è l'immunità della popolazione:

- 1) Si decida se vaccinarsi o non vaccinarsi, *non conoscendo* la scelta degli altri giocatori.
- 2) Si decida se vaccinarsi o non vaccinarsi, sapendo che in media altri *6 giocatori* si vaccineranno.
- 3) Si decida se vaccinarsi o non vaccinarsi, dopo aver *discusso* con gli altri giocatori sulla scelta da compiere (gli accordi stipulati fra i giocatori possono essere seguiti o meno).
- 4) Si scelga di nuovo se vaccinarsi o meno considerando questa volta che, dopo aver preso questa decisione, comparirà una variante del virus per il quale sarà necessario un secondo vaccino, e si dovrà quindi scegliere una seconda volta se vaccinarsi o meno. La scelta compiuta da ogni giocatore nel primo periodo sarà resa nota nel secondo periodo, prima di prendere la seconda decisione.
- 5) Si decida se vaccinarsi o non vaccinarsi, senza conoscere la scelta degli altri giocatori, se il vaccino venisse prodotto da *Astrazeneca* o da *Pfizer*.

3.6.3 Risultati e considerazioni

Le risposte dei dieci partecipanti alle domande loro sottoposte sono state le seguenti:

1) Si decida se vaccinarsi o non vaccinarsi, *non conoscendo* la scelta degli altri giocatori.

- Vaccinati 20% Non vaccinati 80%

Come ci si aspettava seguendo una logica di Dilemma del Prigioniero, la stragrande maggioranza dei partecipanti cercando di massimizzare il proprio payoff individuale, decide di non vaccinarsi, ottenendo però un payoff basso (40). Possiamo giustificare la cooperazione dei restanti due giocatori che decidono di vaccinarsi, ipotizzando che questi siano individui altruisti.

2) Si decida se vaccinarsi o non vaccinarsi, sapendo che in media altri *6 giocatori* si vaccineranno.

- Vaccinati 70% Non vaccinati 30%

Per elevati livelli di contribuzione media, si osserva l'emergere della cooperazione condizionale: questa volta solo due giocatori decidono di comportarsi da free-rider. Potremmo quindi ipotizzare che, se nel turno precedente abbiamo constatato che vi siano due individui altruisti, i cooperatori condizionali rappresentino un 50% del campione dei soggetti, e che un restante 30% sia composto dai free-rider.

3) Si decida se vaccinarsi o non vaccinarsi, dopo aver *discusso* con gli altri giocatori sulla scelta da compiere (gli accordi stipulati fra i giocatori possono essere seguiti o meno).

- Vaccinati 60% Non vaccinati 40%

Possiamo notare come la discussione con gli altri giocatori, tra i quali sono stati stipulati accordi non vincolati, finalizzati alla collaborazione, abbia portato ad un aumento della stessa, sebbene tali patti in alcune occasioni non siano stati rispettati.

4) Si scelga di nuovo se vaccinarsi o meno considerando questa volta che, dopo aver preso questa decisione, comparirà una variante del virus per il quale sarà necessario un secondo vaccino, e si dovrà quindi scegliere una seconda volta se vaccinarsi o meno. La scelta compiuta da ogni giocatore nel primo periodo sarà resa nota nel secondo periodo, prima di prendere la seconda decisione.

- Vaccinati 60% Non vaccinati 40% nel primo turno

- Vaccinati 20% Non vaccinati 80% nel secondo turno

Si può notare come nel primo turno alcuni dei giocatori tentino di instaurare una cooperazione al fine di massimizzare il payoff della collettività. Dato che non si riesce nel primo turno a instaurare la cooperazione fra gli individui, nel secondo turno, anche coloro che nel primo avevano deciso di vaccinarsi, romperanno la cooperazione, decidendo di non vaccinarsi.

5) Si decida se vaccinarsi o non vaccinarsi, senza conoscere la scelta degli altri giocatori, se il vaccino venisse prodotto da *Astrazeneca* o da *Pfizer*.

- Vaccinati 20% Non vaccinati 80% con *Astrazeneca*

- Vaccinati 40% Non vaccinati 60% con *Pfizer*

Come si può notare, gli individui preferiranno vaccinarsi con un vaccino prodotto da *Pfizer*, rispetto ad uno prodotto da *Astrazeneca*. Ciò può essere giustificato dalle campagne informative dei media, che hanno screditato i vaccini prodotti da *Astrazeneca*, descritti come pericolosi e causa di trombosi nei vaccinati.

Conclusioni

Il problema riguardante la scelta di vaccinarsi rimane una tematica complessa e per qualcuno controversa a causa dei dilemmi di natura medica, sociale, economica, etica e giuridica, che da essa scaturiscono. Tali tematiche sono state affrontate nell'elaborato mediante l'utilizzo delle diverse teorie riguardanti l'interazione strategica e la cooperazione, soffermandosi in particolare su due famosi problemi di Teoria dei Giochi: il Dilemma del Prigioniero e in particolare il gioco di contribuzione al bene pubblico.

Il contributo originale della tesi nei confronti del tema delle campagne di vaccinazione è rappresentato dall'esperimento riportato nel terzo capitolo. I suoi risultati, nonostante il campione ridotto, risultano rassicuranti: in linea di massima, i giovani dimostrano di essere consapevoli della necessità di sottoporsi alla vaccinazione, a prescindere dalla provenienza del vaccino da somministrare. Tale evidenza risulta particolarmente rilevante, in quanto si può concludere che per la categoria più giovane della popolazione, che risulta appunto propensa alla vaccinazione volontaria, non sia necessario che si inneschino meccanismi di *peer pressure*, o che il *policy maker* attivi campagne di *nudging*, al fine di favorire il numero delle vaccinazioni.

I modelli analizzati nel corso dell'elaborato, sebbene non del tutto realistici, rappresentano un'importante conoscenza di base, che i Governi statali dovrebbero possedere al fine di contrastare la "pandemia di opinioni anti-vacciniste". I risultati presentati forniscono linee guida sull'efficacia delle campagne di vaccinazione, su come queste, in linea di massima, debbano essere condotte e sulle potenziali conseguenze catastrofiche che l'egoismo degli individui produce sul contenimento e l'eradicazione delle malattie infettive.

Le tesi discusse nell'elaborato non pretendono ovviamente di essere esaustive, tuttavia, nella loro semplicità, catturano importanti dinamiche della realtà e formano la base di più complessi modelli epidemici.

Riferimenti bibliografici

- D. Besanko (2016). Microeconomia, Mc Graw Hill, terza edizione.
- R. Gibbons (2005). Teoria dei giochi, Il Mulino Editore.
- Axelrod, R., & Hamilton, W. D. (1981). The evolution of cooperation.
- Fischbacher, U., Gächter, S., & Fehr, E. (2001). Are people conditionally cooperative? Evidence from a public goods experiment.
- Fehr, E., & Gächter, S. (2000). Cooperation and punishment in public goods experiments.
- Isaac, R. M., & Walker, J. M. (1988). Communication and free-riding behavior: The voluntary contribution mechanism.
- Gächter, S., & Renner, E. (2018). Leaders as role models and ‘belief managers’ in social dilemmas.
- Pascuzzi, G. (2018). La spinta gentile verso le vaccinazioni, Il Mulino Editore.
- Thaler, R., & Sunstein, C. R. (2014). Nudge. La spinta gentile: La nuova strategia per migliorare le nostre decisioni su denaro, salute, felicità. Feltrinelli Editore.

Sitografia

- https://www.treccani.it/enciclopedia/strategia-dominata_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/
- https://www.treccani.it/enciclopedia/dilemma-del-prigioniero_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/
- <https://areweb.polito.it/didattica/polymath/htmlS/Interventi/Articoli/DilemmaPrigioniero/DilemmaPrigioniero.htm>
- https://www.treccani.it/enciclopedia/bene-pubblico_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/
- <https://www.treccani.it/enciclopedia/free-rider/>
- <http://rudimatematici-lescienze.blogautore.espresso.repubblica.it/2009/11/16/il-vaccino-e-un-gioco-in-un-certo-senso/>
- <https://www.linkedin.com/pulse/vaccini-teoria-dei-giochi-ed-egoisti-no-vax-luigi-salerno/?originalSubdomain=it>
- https://www.corriere.it/politica/21_aprile_16/sondaggio-chi-rifiuta-vaccino-sale-12percento-nordest-percentuale-piu-alta-5a6bc5c6-9ee5-11eb-a475-be5cae54c7bb.shtml
- <https://www.ilsole24ore.com/art/la-salute-e-bene-comune-globale-ADB2iBL>