

L'impiego di giochi interattivi nei processi di apprendimento

Giorgio Calcagnini

Università degli Studi di Urbino “Carlo Bo”
Facoltà di Economia

Donald D. Hester

University of Wisconsin – Madison
Department of Economics

Laerte Sorini

Università degli Studi di Urbino “Carlo Bo”
Facoltà di Economia

Abstract

Obiettivo di questo lavoro è di presentare la creazione, l'esecuzione e i risultati di un gioco interattivo (*Multicountry*) cercando di metterne in evidenza le potenzialità di apprendimento matematico-quantitativo dell'economia, e le possibilità di produrre artificialmente informazioni quantitative che possono essere proficuamente utilizzate negli studi di economia sperimentale. Il gioco è basato sul software (*Macrosim*) sviluppato presso la UW che può essere applicato in diversi contesti (macroeconomia, industria bancaria, contratti futures). Dai risultati del gioco, come ci saremmo aspettati, emerge come gli studenti attraverso esso riescano gradualmente ad apprendere il funzionamento della loro economia, di come quest'ultima reagisca alle loro decisioni e a quelle degli altri giocatori

L'impiego di giochi interattivi nei processi di apprendimento

Introduzione

Obiettivo di questo lavoro è di presentare la realizzazione l'esecuzione e i risultati di un gioco interattivo svolto condotto nell'ambito del corso di "Analisi di Scenario" tenuto nell'a.a. 2005-2006 nella Facoltà di Economia dell'Università di Urbino. Il corso fa parte dell'offerta didattica delle lauree specialistiche. In particolare, si vuole mettere in evidenza le potenzialità di questo approccio didattico sia per i vantaggi che offre dal punto di vista dell'apprendimento matematico-quantitativo dell'economia, sia per la possibilità di produrre artificialmente informazioni quantitative che possono essere proficuamente utilizzate negli studi di economia sperimentale.

Sull'esempio dei paesi anglosassoni, anche in Italia negli ultimi anni, il modo di far didattica nelle facoltà di economia ha privilegiato in misura crescente il coinvolgimento attivo degli studenti. Quali sono i vantaggi di questo approccio? Il metodo tradizionale, basato semplicemente sui libri di testo e la didattica di tipo frontale, privilegia la presentazione di modelli matematicamente consistenti che sono utilizzati per valutare gli effetti sull'equilibrio di un qualche cambiamento nelle condizioni iniziali e per interpretare alcune situazioni osservate nel mondo reale. Inoltre, per motivi espositivi o allo scopo di ottenere soluzioni in forma chiusa, la specificazione delle equazioni di un modello è spesso poco plausibile o tende a sollevare molte perplessità. Di conseguenza, si pone spesso poca attenzione a quanto i risultati del modello siano dipendenti dai valori assegnati o stimati dei parametri delle diverse equazioni. Si ricorre invece a semplici rappresentazioni diagrammatiche del modello con le quali gli studenti si confrontano per capire gli effetti di cambiamenti nelle variabili sotto il controllo del policy maker.

Il nostro punto di vista, invece, è che agli studenti piace confrontarsi con situazioni quanto più possibili vicine al reale funzionamento dei mercati. Piace vedere in opera la loro capacità di raggiungere determinati obiettivi che hanno deciso autonomamente e valorizzare nel confronto con gli altri colleghi il loro spirito competitivo. Questo risultato può essere raggiunto mediante l'impiego di applicazioni interattive che simulano uno specifico mercato. Negli ultimi anni, grazie anche alle potenzialità a basso costo rese disponibili dallo sviluppo dell'IT, è disponibile un numero crescente di questo tipo di applicazioni. Il Dipartimento di Economia dell'University of Wisconsin – Madison (UW) è stato uno dei luoghi dove fin dagli anni settanta l'impiego dei giochi interattivi è stato introdotto quale modalità didattica in diversi corsi di economia.¹

In questo lavoro ci proponiamo di presentare i risultati di un gioco interattivo basato sul software (*Macrosim*) sviluppato presso la UW che può essere applicato in diversi contesti. Attualmente il software può simulare a) un'economia mondiale nella quale ogni studente rappresenta un paese; b) un mercato bancario dove ogni studente rappresenta una banca che cerca di massimizzare il valore del proprio capitale e dove il docente svolge il ruolo del banchiere

¹ Su questi temi si veda Hester (1987) (1991).

centrale; c) un mercato dei contratti futures. I nostri risultati si riferiscono al gioco dell'economia mondiale (*Multicountry*). Il gioco è interattivo in quanto l'insieme di paesi costituisce l'economia mondiale nella quale il totale delle esportazioni è uguale al totale delle importazioni, e la bilancia dei pagamenti mondiale è pari a zero.

Gli scopi del gioco sono diversi. Un primo scopo è che gli studenti in questo modo imparano quali sono i limiti che le economie devono affrontare quando scelgono i loro obiettivi macroeconomici; un secondo scopo è quello di imparare a scegliere la migliore combinazione di strumenti/decisioni per raggiungere molteplici obiettivi; un terzo scopo è quello capire quali siano i limiti imposti al raggiungimento degli obiettivi da shock di natura casuale, dai vincoli di offerta e dai conflitti economici internazionali. Infine, uno scopo è quello di mostrare come anche una comprensione "superficiale" del funzionamento di un'economia possa migliorare i risultati economici raggiungibili. In particolare, gli studenti non conoscono i parametri del modello, ma viene detto loro che il modello (uguale per tutti gli studenti) è composto da diverse equazioni che rappresentano diverse teorie del consumo, dell'investimento, della domanda di moneta, del modo in cui vengono fissati prezzi e i salari così come sono tradizionalmente presentate nei libri di macroeconomia.

La realizzazione software del gioco *Multicountry* rappresenta una evoluzione del software *MacroSim* il quale ha subito diverse modifiche dalla sua creazione passando per diversi linguaggi l'ultimo dei quali in Fortran. *MacroSim* è stato quasi completamente riscritto ed è stato pensato sin dall'inizio in ambiente web utilizzando pagine dinamiche (Active Server Pages) basandosi sul database Access e su piattaforma Windows. Questa scelta, comunque non vincolante, si è seguita per rendere il gioco non più chiuso, e quindi legato ad un software proprietario, ma fruibile via web in maniera multi-piattaforma, in questo modo i giocatori/studenti hanno la possibilità di interagire con il gioco stesso anche al di fuori dei normali orari di lezione e, ovviamente, in tempo reale.

I risultati del gioco, anche sulla base delle valutazioni degli studenti, e la loro analisi sono stati complessivamente soddisfacenti. In particolare, come ci saremmo aspettati, emerge come gli studenti attraverso il gioco riescano gradualmente ad apprendere il funzionamento della loro economia, di come quest'ultima reagisca alle loro decisioni e a quelle degli altri giocatori. Ovviamente, riteniamo necessari alcuni cambiamenti sia al modo in cui è stato condotto il gioco in questo primo esperimento, sia al software stesso. Nel primo caso, la discussione e la presentazione pubblica dei risultati intermedi (ad esempio, ogni 3-4 round) da parte di alcuni studenti potrebbe migliorare la comprensione del funzionamento del gioco e il modo corretto di come organizzare la relazione finale. Nel caso del software allo scopo di rendere il gioco più facilmente comprensibile e più didatticamente valido si è pensato di modificare la parte riguardante l'immissione di dati negli strumenti personali. L'idea è quella di fare in modo che gli studenti non debbano più inserire delle quantità numeriche, ma che debbano muoversi all'interno di scelte predefinite più vicine sintatticamente al modo di operare degli studenti stessi seguendo una logica per così dire "fuzzy". Gli studenti potranno decidere tra scelte del tipo "mantieni", "aumenta di poco" o "diminuisce di molto" e non più tra numeri reali, questo meccanismo ha il duplice vantaggio di far concentrare il giocatore più sul gioco che sulle quantità delle singole variabili ed eviterà che qualche giocatore immetta dati palesemente errati non andando a scapito della qualità della valutazione da parte del docente. Inoltre, allo scopo di favorire una maggior competitività e di conseguenza una maggior probabilità di formazione di coalizioni si è pensato

di inserire una classifica in tempo reale; infatti tramite una Loss Function è possibile stimare istante per istante qual è la posizione di ogni giocatore rispetto ai propri obiettivi dichiarati.

Questa classifica, o indice di popolarità dovrebbe far aumentare la competitività dei giocatori e presumibilmente spingerli a formare coalizioni allo scopo di scalare posizioni.

Infine si è pensato anche di introdurre il concetto di coerenza rispetto alle politiche adottate per il raggiungimento dei propri obiettivi.

Nella fase iniziale del gioco, quella di dichiarazione degli obiettivi attualmente gli studenti debbono solo scegliere quali obiettivi raggiungere e le rispettive quantità; riteniamo interessante introdurre una variabile qualitativa che permetta di valutare anche la coerenza delle scelte effettuate e quindi riteniamo opportuno che i giocatori debbano non solo definire quali obiettivi e quantità rispettive ma anche come raggiungere tali obiettivi, con che politica economica.

Il gioco prevede due interfacce, una “Front” per il giocatore/studente e una “Back” per l’amministratore/docente; il docente, infatti, ha a disposizione una consolle, sempre via web, dalla quale può far partire e monitorare il gioco in esecuzione.

Lo schema di funzionamento prevede una iscrizione iniziale al gioco in cui, a partire da un dato istante e per un arco di tempo prefissato, ogni giocatore/studente oltre a fornire i propri dati, tra cui una password personale che gli permetterà in seguito di entrare nel proprio spazio, ha la possibilità di scegliere una nazione.

Finita la fase iniziale, ovvero quella di iscrizione, allo stesso indirizzo web il giocatore ha la possibilità di entrare nel proprio spazio virtuale, fornendo la password personale, per iniziare a giocare e quindi interagire con gli altri giocatori, previa una dichiarazione di obiettivi; il software infatti, assegna una situazione iniziale casuale per ogni nazione e dunque a partire da tale situazione ogni giocatore è tenuto a dichiarare almeno un obiettivo tra i quattro disponibili che sono:

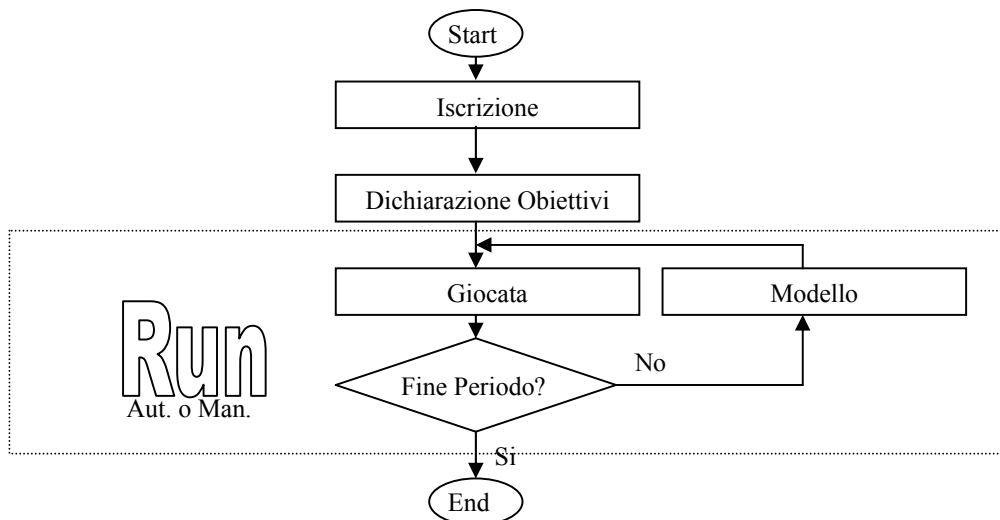
Lista Obiettivi
NET NATIONAL PRODUCT GROWTH RATE
NATIONAL UNEMPLOYMENT RATE
NATIONAL INFLATION RATE
GOVERNMENT SURPLUS IN PERCENTAGE OF NNP

Eseguita la dichiarazione di intenti e quindi definita la quantità di almeno un obiettivo il giocatore ha la possibilità di entrare nella propria consolle dalla quale può:

1. Vedere la situazione locale relativa alla propria Nazione
2. Vedere la situazione globale
3. Modificare attraverso dei tools la propria situazione
4. Visionare dei grafici relativamente a parametri selezionati
5. Settare la propria Consolle

Tutte le modifiche apportate da ogni giocatore/studente avranno effetto ad ogni Run del modello il quale viene deciso dall’amministratore/docente che può eseguirlo manualmente a sua discrezione oppure automaticamente, decidendo quindi ora di esecuzione e intervallo tra un Run e un altro.

Lo schema di funzionamento lo si può riepilogare con il diagramma seguente:



Alla fine del periodo ogni giocatore/studente può soltanto visionare lo stato locale, lo stato del mondo e l'eventuale convergenza verso gli obiettivi prefissati senza aver più la possibilità di modificare i suoi dati attraverso i propri tools.

Per l'amministratore/docente è a disposizione un database di informazioni da cui si può ricostruire tutto il percorso di ogni singolo giocatore/studente run dopo run dalla situazione iniziale a quella finale; in questo modo è possibile ripercorrere tutte le scelte effettuate rispetto alla situazione locale e del mondo ad ogni istante

Nella tabella seguente viene mostrata una schermata della console studente relativa all'andamento grafico del Net Product sia locale che globale dopo 10 run.

Variables	Colors	R	Val	Variabile
NET NATIONAL PRODUCT		0	-7.75	
NATIONAL UNEMPLOYMENT RATE		1	0.94	
NATIONAL INFLATION RATE		2	12.50	
DISPOSABLE INCOME INTERCEPT		3	1.5	
REAL GOVERNMENT SPENDING		4	-0.12	
NOMINAL MONEY SUPPLY		5	1.7	
INVESTMENT TAX CREDIT		6	0.24	
EXPORT TAX CREDIT		7	-7.42	
BALANCE OF PAYMENTS SURPLUS		8	-2.02	
PRICE INDEX		9	2.12	
NEXT PERIOD CAPITAL STOCK		10	7.23	
GOVERNMENT SURPLUS		11	0.17	
NOMINAL INTEREST RATE		0	-0.82	
WORLD NET PRODUCT		1	0.12	
WORLD TRADE		2	10.43	
WORLD UNEMPLOYMENT RATE		3	0.26	
WORLD INFLATION RATE		4	-0.86	
		5	1.42	
		6	1.14	
		7	-0.72	
		8	0.18	
		9	1.46	
		10	1.03	
		11	0.87	

Il gioco prevede che i giocatori/studenti possano cooperare e/o competere in questo modo il gioco stesso risulta più realistico e lo studio delle dinamiche più interessante.

Descrizione del gioco e analisi dei risultati

La presentazione che segue si basa sulle informazioni prodotte da un esercizio di gioco di ruolo al quale hanno partecipato sedici studenti. Il numero limitato di giocatori potrebbe essere un limite alla generalizzazione dei risultati, anche se compensato dall'elevato numero di round (10). Ciò nonostante si è scelto ugualmente di presentare i risultati del gioco per favorire ed approfondire la discussione sull'utilizzo di questa metodologia nell'insegnamento di "topics" che stanno a cavallo tra le scienze puramente economiche e quelle quantitative.

L'esercizio di fare previsioni è un processo complesso che richiede innanzitutto la conoscenza dell'ambiente nel quale si opera. Esso è composto dalle relazioni che legano tra loro le diverse variabili in gioco e dal comportamento degli altri attori presenti. Nella realtà queste informazioni sono note solo in modo "approssimativo", ma la loro conoscenza migliora con la lunghezza del periodo di tempo che spendiamo nell'ambiente nel quale stiamo operando. Un altro fattore che influenza, spesso in maniera significativa, i risultati della previsione sono gli shock esogeni all'ambiente stesso. Questi shock possono essere interpretati come una misura della nostra ignoranza sul funzionamento del modello che descrive l'ambiente nel quale stiamo operando. Infine, la previsione dipende dalle nostre decisioni relativamente alle variabili sotto il nostro diretto controllo (variabili strumentali). *Multicountry* è un modello che simula un'economia mondiale. Ogni partecipante al gioco rappresenta una singola economia i cui risultati economici dipendono da tutti i fattori appena menzionati: la capacità di chi gioca ad imparare a riconoscere come funziona l'economia, le proprie decisioni, il comportamento degli altri giocatori, la presenza di shock.

L'esercizio a cui gli studenti hanno partecipato si è svolto in diverse fasi. Nella prima fase ogni studente ha dovuto analizzare la situazione economica del paese che in modo casuale gli era stato assegnato. Questa analisi si è concretizzata in un breve commento di una pagina sulla falsa riga di alcuni rapporti congiunturali (ad esempio quello dell'ISAE) distribuiti all'inizio del gioco. Nella seconda fase gli studenti hanno dovuto esplicitare i loro obiettivi di politica economica. Il consiglio è stato quello di limitare, almeno come primo esperimento, il numero di obiettivi (2 o 3). Per facilitare la scelta degli obiettivi è stata predisposta una pagina web dove gli studenti potevano scegliere al massimo, tra quattro obiettivi (tasso di crescita del reddito, tasso di disoccupazione, tasso di inflazione, rapporto avanzo dello stato-reddito). La Tabella 1 mostra la distribuzione percentuale delle scelte effettuate, mentre nella Tabella 2 è riportata la distribuzione percentuale di quanti obiettivi sono stati scelti da ciascun studente.

Tabella 1
Distribuzione % degli obiettivi scelti

Obiettivo	Valori assoluti	Distribuzione %
Tasso di crescita del reddito	14	48.3
Tasso di disoccupazione	7	24.1
Tasso di inflazione	4	13.8
Rapporto saldo bilancio dello stato/reddito	4	13.8
	29	100

Tabella 2

Distribuzione % del numero di obiettivi scelti da ciascun studente		
Numero obiettivi	Valori assoluti	Distribuzione %
1 obiettivo	5	31.3
2 obiettivi	10	62.5
3 obiettivi	0	0.0
4 obiettivi	1	6.3
	16	100

Emerge come la maggior parte degli studenti si sia soprattutto “preoccupata” del tasso di crescita del reddito nazionale che rappresenta quasi il 50% degli obiettivi scelti, seguito dal tasso di disoccupazione. Minor peso sembra essere stato attribuito dagli studenti agli obiettivi di controllo dell’inflazione e dell’equilibrio del bilancio dello stato.

La maggior parte degli studenti (oltre il 60%) si è limitato a scegliere due soli obiettivi. Un solo obiettivo è stato invece scelto da circa il 30% degli studenti. Mentre nessuno ha scelto tre obiettivi, un solo studente ha scelto di fissare valori per tutte e quattro le variabili obiettivo (cfr. Tabella 2). In particolare, dal momento che il gioco consisteva di dieci round, era stato richiesto agli studenti di fissare i propri obiettivi per il sesto round e di mantenerli fino al decimo.

Ad ogni round del gioco, ogni studente è in grado di accedere ad una pagina web personale (account) che riporta la contabilità nazionale della propria economia la quale riflette le decisioni di politica economica, la presenza di shock, e le decisioni degli altri partecipanti. Nell’account sono riportati anche i valori medi dell’economia mondiale. L’accesso all’account e la trasmissione dei valori delle variabili strumentali è possibile sia dai computer dell’aula informatica nella quale si tengono le lezioni, che da qualsiasi altro computer via Internet.

L’economia di ciascun studente è descritta da un modello composto da diverse equazioni dinamiche che descrivono il comportamento dei diversi operatori quali i consumatori (funzione del consumo), le imprese (funzione degli investimenti), ecc., e da una serie di identità (es. Equazione delle risorse e degli impieghi). Con l’unica eccezione delle cinque variabili che sono gli strumenti di politica economica a disposizione (variabili esogene, i cui valori non sono determinati dalla soluzione del modello), tutte le altre sono variabili endogene (determinate dalla soluzione del modello). Tuttavia, i valori che alcune di queste ultime possono assumere sono vincolati all’interno di un certo campo di variazione. Ad esempio, il Prodotto Interno Netto (Pin) non sarà mai superiore al Pin potenziale; il tasso di interesse nominale non potrà scendere sotto il livello dell’1% e il tasso di disoccupazione sotto il 4% (molto al di sotto del 4%). Inoltre, non è permesso di far precipitare ciascuna economia in una crisi finanziaria (dovuta ad una riduzione eccessiva dell’offerta reale di moneta). Ciascuna equazione comportamentale include degli shock casuali e, in alcuni casi, un trend. Inizialmente le economie sono simili, ma non identiche; ciascuna economia è soggetta a shock casuali diversi e le vostre scelte di politica economica tenderanno a muoverle in direzioni probabilmente diverse. Una caratteristica di questa simulazione è che il contesto rappresenta un’economia mondiale chiusa nella quale la somma delle esportazioni di tutti i paesi è vincolata ad essere uguale alla somma delle loro importazioni. La bilancia dei pagamenti mondiale è ugualmente vincolata ad essere pari a zero.

Le cinque variabili strumentali e le loro unità di misura sono:

1. L'intercetta dell'equazione del reddito disponibile (miliardi di euro), IRd;
2. La spesa pubblica reale (miliardi di euro), G;
3. L'offerta nominale di moneta (miliardi di dollari), M;
4. Credito di imposta sulle spese di investimento (valori percentuali), Cti;
5. Credito d'imposta sulle esportazioni (miliardi di euro), Ctx.

L'intercetta del reddito disponibile e il credito d'imposta sulle esportazioni possono assumere valori positivi o negativi; il valore delle altre tre variabili strumentali (G, M e Cti) deve essere positivo. Un credito di imposta sugli investimenti di 10 significa che le imprese possono dedurre il 10% della spesa per acquisto di beni capitali dalle tasse sul reddito di impresa. Questo credito deve essere minore di 100%; il programma non terrà conto di valori maggiori del 99%. Un valore del credito sulle esportazioni di 20 significa che gli esportatori possono vantare un credito di 20 miliardi di euro da dedurre dal totale delle tasse sul reddito che devono versare al fisco. Il credito sulle esportazioni è un sussidio positivo a favore degli esportatori. Se il suo valore fosse negativo, il sussidio andrebbe a favore degli importatori. In entrambi i casi il disavanzo pubblico aumenterebbe del valore assoluto del credito di imposta dal momento che altro non è che un trasferimento pubblico. Il disavanzo pubblico aumenta anche in ragione del credito di imposta sulle spese di investimento che sceglierete. Il modello assume che i trattati internazionali non permettano crediti di imposta sulle importazioni maggiori di 50 miliardi di euro.

Va notato che l'offerta di moneta (M) è espressa in termini nominali. L'offerta reale di moneta diminuisce automaticamente con l'inflazione, a meno che non si intervenga con aggiustamenti di M che compensino l'aumento dei prezzi. L'offerta di moneta in termini reali può essere facilmente calcolata dal momento che avete a disposizione l'indice dei prezzi. Ad esempio, se l'offerta nominale di moneta fosse 293 e l'indice dei prezzi 110, l'offerta di moneta reale all'inizio del periodo successivo è $293/1.10=266.4$.

Altri trasferimenti pubblici e le imposte indirette possono essere controllate variando l'intercetta del reddito disponibile. Ad esempio, una diminuzione di IRd di 50 significa che le imposte indirette sono state aumentate di 50 miliardi di euro. Un aumento di IRd di 30 significa invece che gli altri trasferimenti sono aumentati di 30 miliardi di euro.

Nell'anno iniziale il Pin potenziale è 1633; questo valore aumenta nel tempo in funzione dello stock di capitale (K) e della forza lavoro (FL). Ciascun studente può controllare la variazione di K tramite la dinamica degli investimenti, mentre il tasso di crescita di FL è esogeno e fissato al 2%. La variazione dei prezzi è determinata da una tradizionale curva di Phillips, cioè da una relazione inversa tra tasso di inflazione e tasso di disoccupazione. Nel corso degli anni la curva di Phillips si sposta lentamente verso destra man mano che lo stock di capitale aumenta. Nell'anno 1 la curva di Phillips presenta una discontinuità in corrispondenza del tasso di disoccupazione del 4%, a cui corrisponde il livello del Pin potenziale dello stesso anno, e un tasso di inflazione del 3%. Infine, i tassi di cambio sono flessibili e dipendono dal saldo della bilancia dei pagamenti (bilancia commerciale e movimenti di capitale). Quest'ultimo a sua volta è una qualche funzione del tasso di interesse reale.

Nei grafici che seguono riportiamo i valori della "Loss Function" relativa sia al complesso degli obiettivi, che a ciascun singolo obiettivo.

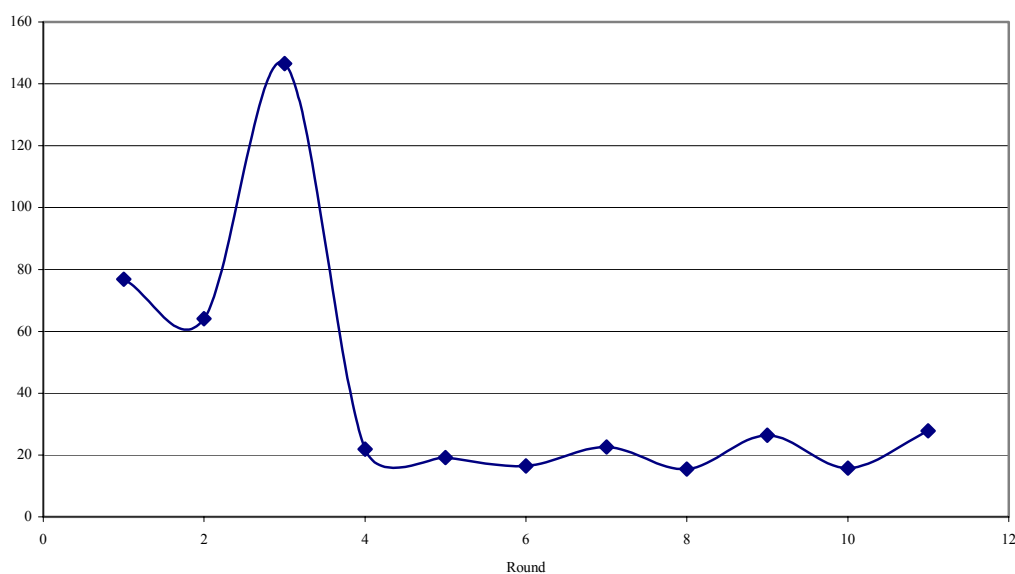
La “Loss Function” per un dato round t è definita come:

$$LF_t = \alpha \frac{1}{N} \sum_i^N (x_i - x^*)^2 + \beta \frac{1}{M} \sum_j^M (y_j - y^*)^2 + \dots \quad [1]$$

dove α e β sono i pesi che ciascun studente assegna ai vari obiettivi e tale che $(\alpha + \beta + \dots = 1)$. Ciascun termine dopo i pesi α e β sono delle medie calcolate al round t degli scarti, elevati al quadrato, tra valore della variabile obiettivo ottenuto (es. x_i) e desiderato (es. x^*). Le medie per le due variabili obiettivo, x e y , sono calcolate con riferimento ad un numero diverso di osservazioni perché non tutti gli studenti hanno scelto le stesse variabili obiettivo. Ad esempio, e con riferimento alla Tabella 1, 14 studenti hanno scelto come variabile obiettivo il tasso di crescita del reddito (x), mentre solo 4 hanno optato per il tasso di inflazione (y). Di conseguenza, $N=14, M=4$.

La Figura 1 mostra l’andamento nel corso dei vari round della funzione [1] calcolata per l’economia mondiale e tenendo conto di tutti gli obiettivi scelti dagli studenti. Ogni obiettivo è stato ponderato con peso uguale; quindi nel caso di due soli obiettivi α e β assumono valore pari a 0.5. Successivamente, è stata calcolata la media semplice della “Loss Function” di ciascun studente i cui valori sono appunto riportati nella Figura 1. Ad eccezione del Round 3, nel quale la “Loss Function” assume un valore “anomalo”, l’andamento della funzione è quello che ci saremmo attesi che sottintende un processo graduale di apprendimento del modello da parte del giocatore medio. Solo negli ultimi round, il tentativo di mantenere i valori delle variabili obiettivo vicino a quelli desiderati ha generato eccessiva variabilità rispetto a quella attesa.

Figura 1 - Loss Function: Totale



Le successive quattro figure si riferiscono rispettivamente alle “Loss Function” del tasso di crescita del reddito, del tasso di disoccupazione, del tasso di inflazione, e del rapporto tra saldo del bilancio dello stato e reddito.

Figura 2 - Loss Function: Net National Product

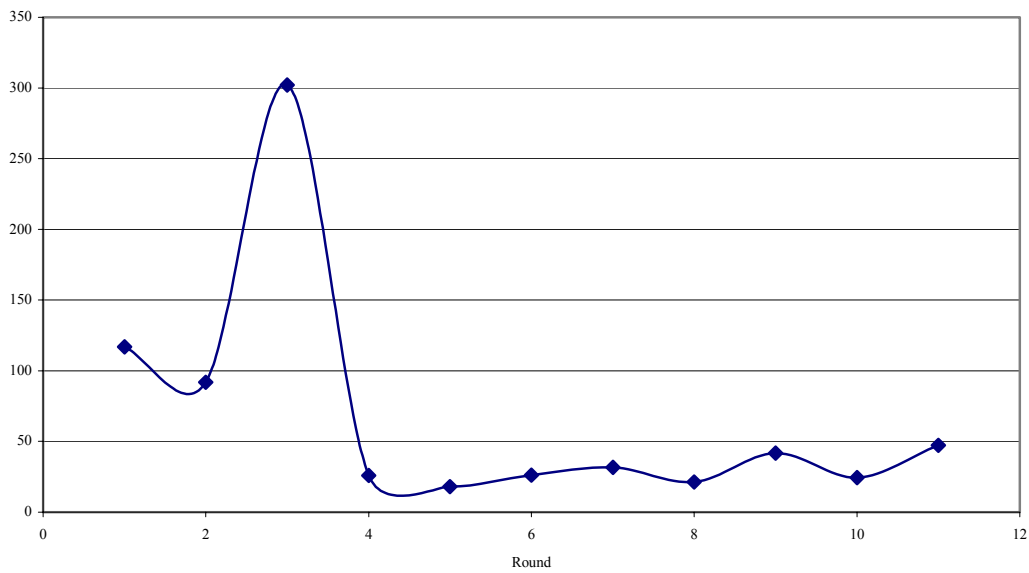


Figura 3 - Loss Function: Unemployment rate

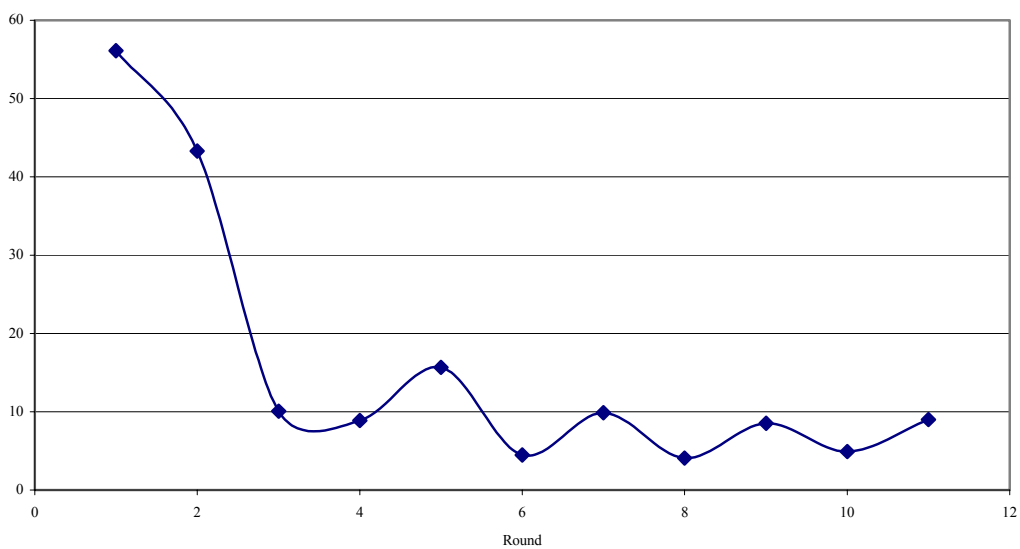


Figura 4 - Loss Function: Inflation Rate

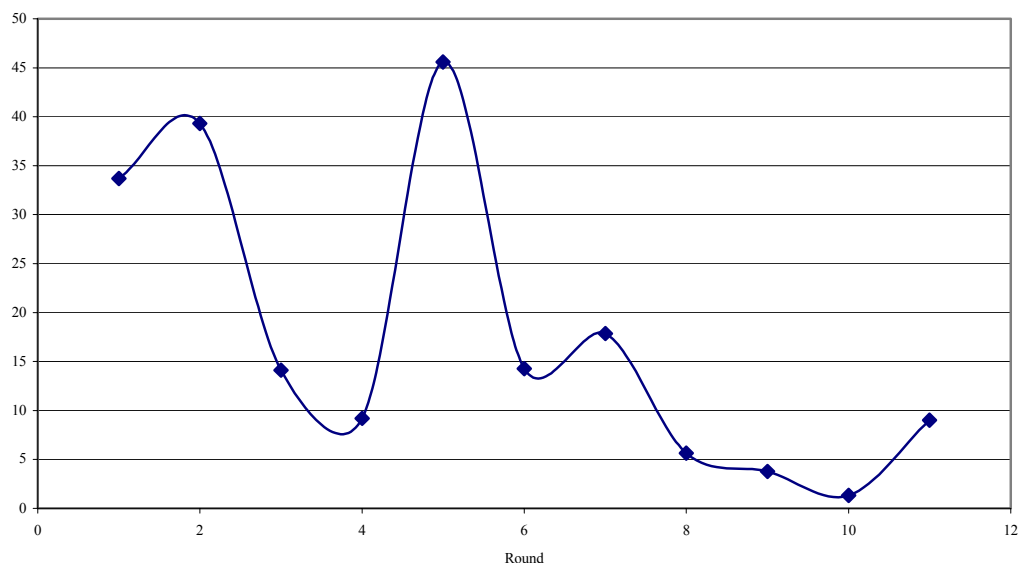
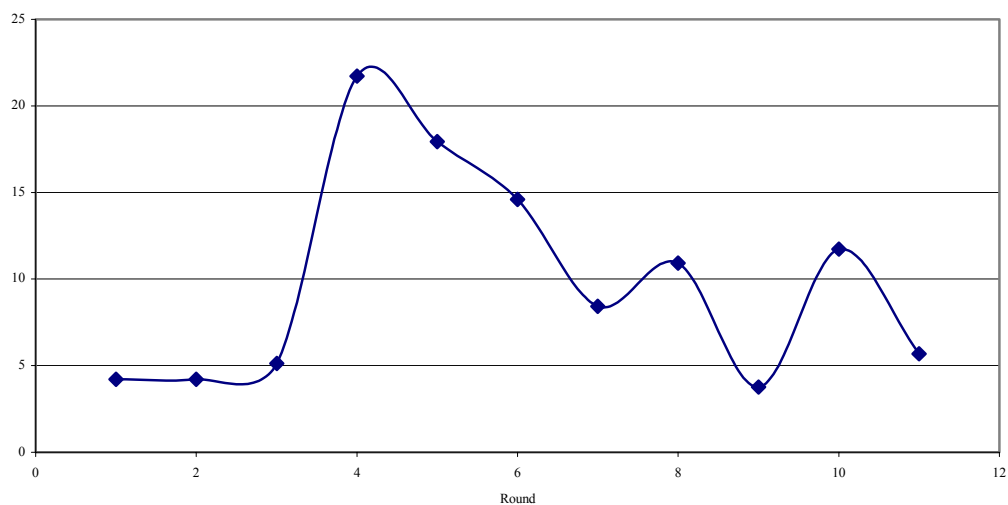


Figura 5 - Loss Function: Government Deficit



Come si nota, l'andamento decrescente della "Loss Function" totale è riscontrabile nelle funzioni calcolate per ogni singola variabile obiettivo a dimostrazione che il processo di apprendimento del modello macroeconomico degli studenti rilevato a livello complessivo è diffuso e non il risultato di compensazioni. In particolare, il valore anomalo nel terzo round della funzione complessiva è attribuibile alla "Loss Function" relativa all'obiettivo tasso di crescita del reddito (cfr. Figura 2). Inoltre, la variabilità della "Loss Function" rilevata negli ultimi round

sembra potersi ricondurre soprattutto alla difficoltà degli studenti di “centrare” l’obiettivo del rapporto tra disavanzo dello stato e reddito (cfr. Figura 5).

Considerando parallelamente la variabilità dei cinque strumenti di politica economica (misurata dalla rispettiva deviazione standard in ciascun round), sembrerebbe che la minor capacità degli studenti a centrare o mantenere gli obiettivi raggiunti possa essere riconducibile ad una maggior dispersione delle decisioni prese negli ultimi round del gioco rispetto alle fasi iniziali. In altri termini, questo fenomeno potrebbe riflettere cambiamenti intervenuti nel comportamento degli studenti soprattutto di quelli che hanno ritenuto di non aver raggiunto un livello sufficientemente elevato di riscontro tra obiettivi e valori effettivamente realizzati. Il tentativo di raggiungere “ad ogni costo” gli obiettivi prefissati potrebbe aver spinto alcuni giocatori a variazioni “eccessive” delle variabili strumentali. In effetti, una semplice correlazione tra la “Loss Function” totale di ciascun studente e la variabilità delle sue decisioni relative alle variabili strumentali evidenzia una relazione positiva nel caso dei due strumenti “principe” quali l’offerta di moneta in termini reali (molto forte in questo particolare caso) e la spesa pubblica, oltre che nel caso del credito di imposta alle esportazioni. Nulla è invece risultata la relazione tra la deviazione standard dei trasferimenti alle famiglie (l’intercetta dell’equazione del reddito disponibile) e “Loss Function” individuale, mentre debolmente negativa è la relazione della LF e la deviazione standard del credito di imposta sugli investimenti.

Nelle figure che seguono sono riportate le deviazioni standard di ciascun studente e per ognuna delle cinque variabili strumentali. La loro analisi permette di individuare che ci sono stati alcuni studenti, anche se in numero limitato, che, quasi per ogni variabile, hanno mostrato molta incertezza circa la direzione da prendere al fine di raggiungere i propri obiettivi. Ad esempio, lo studente 4 mostra una variabilità molto elevata relativamente all’offerta reale di moneta, ed è probabilmente responsabile del valore anomalo assunto dalla LF nel round 3 (cfr. Figure 1, 2 e 7). Analogamente, anche lo studente 12 mostra indecisione relativamente alle scelte da effettuare, soprattutto nel caso della spesa pubblica, del credito di imposta sugli investimenti e le esportazioni, e in misura minore nel caso dei trasferimenti pubblici (cfr. rispettivamente Figure 8, 9, 10 e 6).

Figura 6 - Deviazione Std: Intercetta Reddito Disponibile

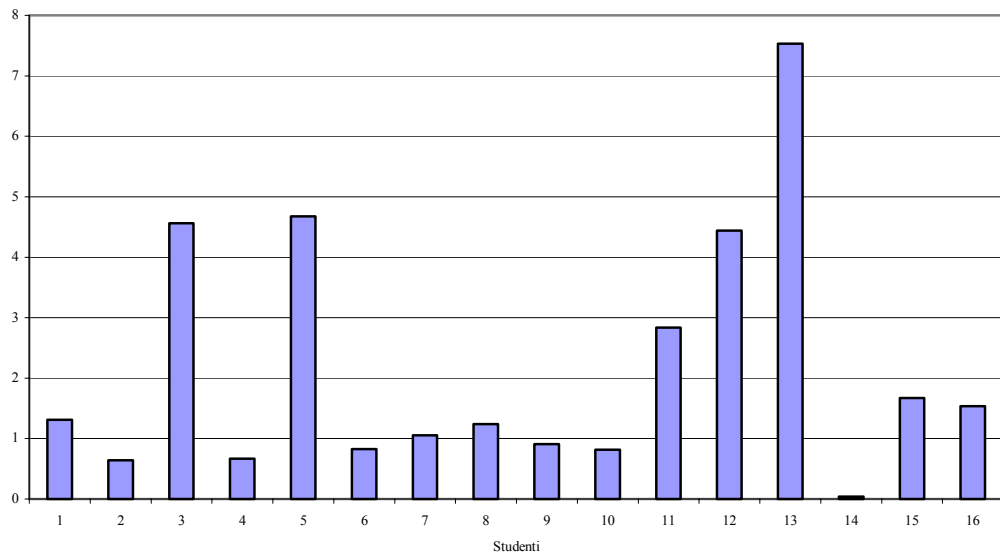


Figura 7 - Deviazione Std:Tasso di crescita offerta di moneta reale

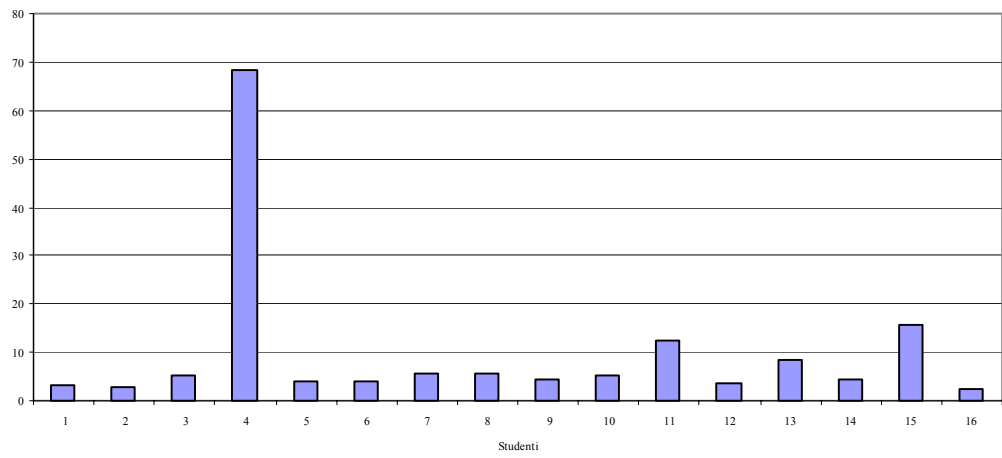


Figura 8 - Deviazione Std: Tasso di crescita spesa pubblica

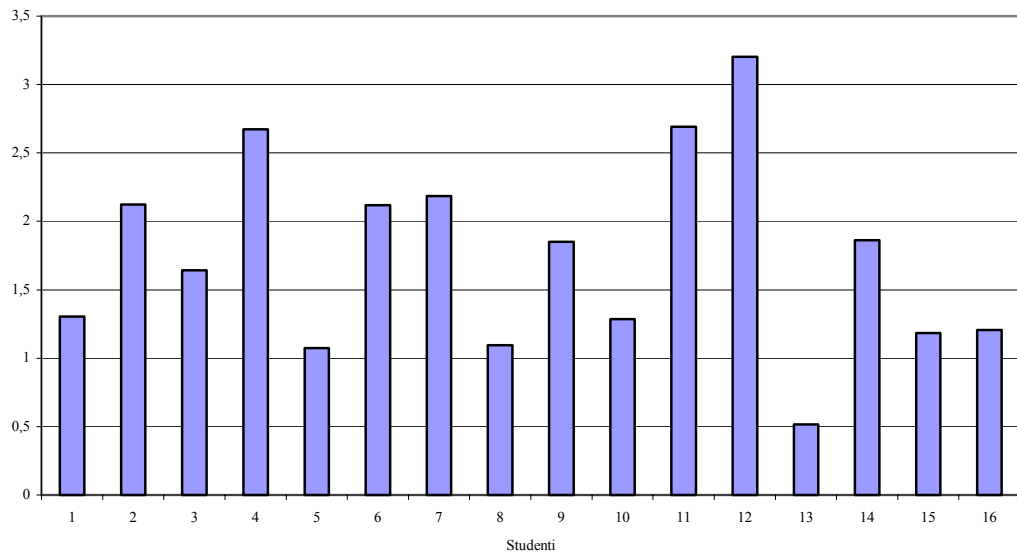


Figura 9 - Deviazione Std: Credito imposta investimenti

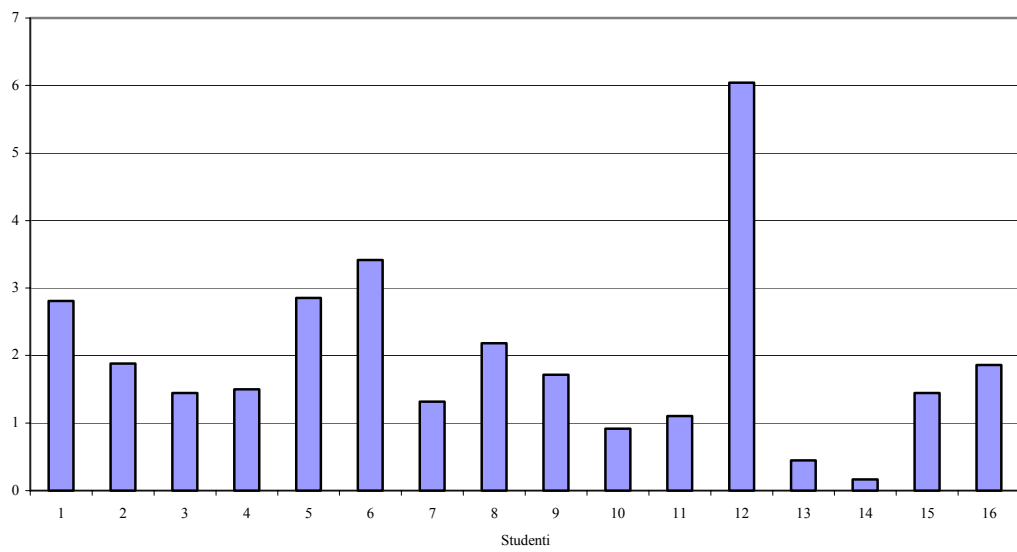
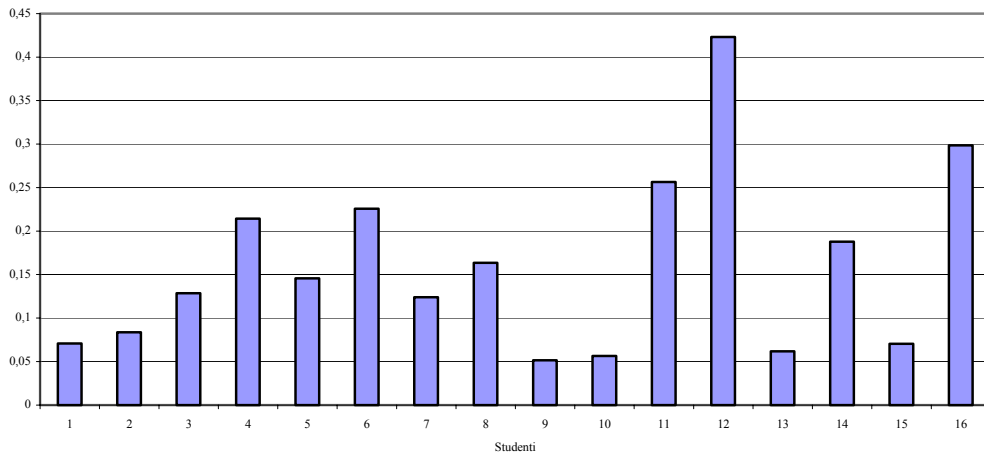


Figura 10 - Deviazione Std: Credito imposta esportazioni/Reddito



Come ultimo esercizio, i risultati del gioco sono stati verificati mediante la stima di un semplice modello lineare del tipo [2]

$$y_{it} = b_1 + b_2 IRd_{it} + b_3 Cti_{it} + b_4 Ctx_exp_{it} + b_5 dM_{it} + b_6 dG_{it} + \lambda_i + \phi_t + \varepsilon_{it} \quad [2]$$

dove y indica di alternativamente il tasso di crescita del reddito, il tasso di disoccupazione, il tasso di inflazione, e il rapporto disavanzo dello stato-reddito, i (per $i=1, \dots, 16$) indica gli studenti, e t il round del gioco. Inoltre, IRd è l'intercetta dell'equazione del reddito disponibile che, si ricorderà, è una misura dei trasferimenti dello stato; Cti è il credito di imposta sulle spese di investimento; Ctx_exp il credito di imposta sulle esportazioni in rapporto al livello delle esportazioni; dM le variazioni percentuali dell'offerta reale di moneta, mentre dG le variazioni percentuali della spesa pubblica (ancora in termini reali). Infine, λ_i rappresenta degli effetti non osservabili a livello di studente, ϕ_t sono delle *dummy* temporali, mentre ε_{it} sono dei termini di errore tali che $E[\lambda_i] = E[\varepsilon_{it}] = 0$, $E[\lambda_i \varepsilon_{it}] = 0$ e $E[\varepsilon_{it} \varepsilon_{is}] = 0$ per qualsiasi i, t e s . Le ipotesi sugli errori e il fatto che, per definizione, tutte e cinque le variabili esplicative sono esogene fanno sì che sia possibile utilizzare il metodo dei minimi quadrati ordinari per la stima del modello [2]. L'obiettivo è quello di verificare la significatività dei vari strumenti utilizzati dagli studenti per raggiungere gli obiettivi prefissati. Di conseguenza, i coefficienti stimati della [2] rappresentano una (pseudo) misura dei moltiplicatori associati a ciascuna variabile strumentale.² I risultati della stima panel ad effetti fissi è riportata in Tabella 3.

² I moltiplicatori sono delle combinazioni dei parametri strutturali del modello che legano le variabili esogene a quelle endogene. Nel nostro caso i coefficienti stimati non corrispondono esattamente ai moltiplicatori di ciascuna variabile esogene in quanto queste ultime entrano in livello nel modello originale, ma in variazioni percentuali nell'equazione [2]. Per questo motivo nel testo i coefficienti sono stati indicati come "pseudo" moltiplicatori. La stima dell'equazione [2] è stata fatta anche in livelli ma senza che i risultati cambiassero significativamente.

Tabella 3
Stima Panel – Effetti fissi, equazione [2]

<i>Variabili indipendenti</i>	<i>Variabili dipendenti</i>			
	<i>Reddito</i>	<i>Tasso di disoccupazione</i>	<i>Tasso di inflazione</i>	<i>Disavanzo dello stato</i>
<i>Trasferimenti dello stato (IRd)</i>	1.172*** (0.288)	-0.117 (0.108)	0.272 (0.215)	-0.068 (0.070)
<i>Credito di imposta sugli investimenti (Cti)</i>	-0.303 (0.329)	-0.097 (0.123)	0.233 (0.245)	0.003 (0.080)
<i>Credito di imposta sulle esportazioni (Ctx_exp)</i>	1.067** (0.512)	0.591*** (0.192)	-0.989** (0.381)	-0.725*** (0.124)
<i>Offerta reale di moneta (dM)</i>	-0.195*** (0.031)	0.096*** (0.011)	-0.411*** (0.023)	-0.067*** (0.007)
<i>Spesa pubblica (dG)</i>	0.775*** (0.278)	-0.032 (0.104)	-0.442** (0.207)	-0.313*** (0.067)
<i>Costante</i>	-13.150*** (3.361)	5.151*** (1.259)	5.003** (2.502)	4.238 (0.813)
<i>Dummy temporali</i>	<i>si</i>	<i>si</i>	<i>si</i>	<i>si</i>
<i>F-test</i>	F(14, 130) = 8.60***	F(14, 130) = 12.14***	F(14, 130) = 42.10***	F(14, 130) = 22.58***
<i>Numero di osservazioni</i>	160	160	160	160
<i>Numero di giocatori</i>	16	16	16	16

In parentesi tonde sono riportati gli errori standard; ***, ** indicano coefficienti e test F statisticamente significativi rispettivamente al livello di probabilità dell'1% e del 5%

In generale, i risultati delle stime sono soddisfacenti se valutati sulla base del test F, in tutti e quattro i casi ampiamente significativi. Tuttavia, l'analisi dei coefficienti stimati mette in luce la presenza di qualche segno opposto a quello teoricamente atteso. Nell'equazione del reddito, mentre lo strumento del credito di imposta degli investimenti non sembra svolgere alcun ruolo nella determinazione del tasso di crescita del reddito, i coefficienti dei trasferimenti dello stato, del credito di imposta sulle esportazioni e del tasso di crescita della spesa pubblica hanno tutti il segno atteso (positivo) e statisticamente significativo. Statisticamente significativo, ma di segno opposto a quello atteso (negativo invece che positivo), è il coefficiente stimato del tasso di crescita dell'offerta reale di moneta (cfr. Tabella 3). Sulla base delle informazioni disponibili è difficile dare una spiegazione di questo risultato; neanche escludendo lo studente 4, che presenta un valore anomalo della deviazione standard del tasso di crescita dell'offerta reale di moneta (cfr. Figura 7), i risultati cambiano.

Nel caso invece della stima dell'equazione del tasso di disoccupazione gli unici coefficienti statisticamente significativi sono quelli del credito di imposta sulle esportazioni e quello dell'offerta di moneta, ma in entrambi i casi il segno è contrario a quello atteso. Ugualmente, la stima dell'equazione del tasso di inflazione ha prodotto risultati non facilmente difendibili da un punto di vista della teoria economica. Ad esempio, i coefficienti stimati implicherebbero che un

aumento del tasso di crescita dell'offerta reale di moneta e della spesa pubblica sia associato ad una diminuzione del tasso di inflazione (cfr. Tabella 3).³ Infine, di difficile interpretazione sono i risultati dell'equazione relativa al rapporto tra disavanzo dello stato e reddito, ad eccezione del coefficiente stimato per il tasso di crescita della spesa pubblica. Il valore negativo implica che una politica fiscale espansiva faccia aumentare le entrate fiscali in misura maggiore delle spese e, di conseguenza, si traduca in una riduzione del rapporto tra disavanzo dello stato e reddito (cfr. Tabella 3).

Conclusioni

In questo lavoro abbiamo descritto il funzionamento di un gioco di ruolo, *Multicountry*, e analizzato i risultati delle simulazioni, rappresentati dall'insieme di decisioni dei giocatori e delle informazioni contabili di ciascuna economia. Inequivocabilmente, gli studenti hanno evidenziato un chiaro processo di apprendimento del funzionamento delle rispettive economie e di come queste ultime reagiscano all'interazione con altri giocatori. Meno soddisfacente è stato il tentativo di risalire ai moltiplicatori delle cinque variabili esogene sulla base della stima di un semplice modello lineare nel quale le esogene sono le variabili strumentali sotto il controllo di ciascun studente, mentre le endogene le variabili obiettivo. Infatti, in diversi casi il moltiplicatore stimato è statisticamente non significativo o di segno opposto a quello atteso.

In futuro, il nostro lavoro si concentrerà soprattutto sulla parte software ed in particolare sui seguenti punti:

1. mettere a punto l'automatismo per mcsolver.exe
2. rendere stabile l'input controllando i parametri prima dell'immissione
3. creare in automatico dei Backup di sistema
4. creare una tabella in cui memorizzare lo storico con tutte le variabili in modo da poter valutare e ricostruire più agevolmente lo stato del mondo ad ogni round
5. introdurre una classifica utilizzando la loss function
6. seguire una logica fuzzy nelle scelte delle variabili strumentali a disposizione dei giocatori
7. rendere il modello ancora più svincolato in modo da poterlo sfruttare via internet anche da altri utenti
8. produrre gli output per il docente via web
9. permettere il settaggio (anche manuale) della situazione iniziale
10. registrazione del dominio Multicountry.it

Bibliografia

Hester D. Donald (1987), "Nonlinear Macro Simulation with Interactive Gaming Applications", *Proceedings*, IBM ACIS University Conference (June) 496-514.

Hester D. Donald (1991), "Instructional Simulation of a Commercial Banking System", *Journal of Economic Education*, (Spring) 111-143.

³ Tuttavia, questo risultato è consistente con il risultato che un aumento del tasso di crescita dell'offerta di moneta in termini reali determina una riduzione del tasso di crescita del reddito e un aumento del tasso di disoccupazione.