

Dalla *mano invisibile* all'interazione sociale.

Riccardo Boero e Pietro Terna

Keywords: agent-based models; experimental economics; neuroeconomics; cognitive economics

L'economia ha tradizionalmente considerato il sistema dei prezzi come sintesi di tutte le informazioni utili e necessarie. La *mano invisibile*, un po' ingiustamente attribuita a Smith in una versione ingenua, oppure l'*as if* di Friedman, contengono lo strumentario correlato: i prezzi segnalano abbondanza e scarsità, gli individui sono ottimizzanti, tutto tende verso l'equilibrio. Nel quadro mancano elementi di una "certa" importanza ... dalla dimensione spaziale, alle tecnologie, alle strutture artificiose come la finanza derivata, alla razionalità limitata, ...

Soprattutto manca la dimensione della interazione sociale, per cui l'innovazione e i comportamenti si diffondono tramite reti di relazioni; le decisioni degli individui, al di fuori della ipotesi ottimizzanti, sono il risultato di scelte compiute da persone inserite in contesti sociali.

Per affrontare questi temi l'economia ha bisogno di interdisciplinarietà, soprattutto con la psicologia; ha bisogno di nuovi strumenti, dalla simulazione (basata su agenti), alla conduzione di esperimenti, alla collaborazione con le neuroscienze.

Il metodo

L'introduzione di ipotesi cognitivamente plausibili e realistiche nei modelli economici è un'esigenza della scienza economica non solo per i suggerimenti degli storici del pensiero economico e dei filosofi della scienza, né come reazione contro il criticabile *mainstream*, ma perché una buona scienza sfrutta tutti gli strumenti a disposizione per esplorare ogni possibile direzione di ricerca per migliorare la comprensione della realtà. Gli strumenti su cui ora ci concentriamo sono riferiti sia alla costruzione di modelli, sia alla raccolta sperimentale ed empirica dei dati.

Per i modelli, consideriamo lo strumento più flessibile oggi a disposizione: i modelli cosiddetti agent-based (ABM).

Per i dati, ci concentriamo su tutte le osservazioni del comportamento umano e delle sue motivazioni, ottenibili in ambienti controllati o naturali: gli esperimenti di laboratorio standard dell'economia sperimentale e le sperimentazioni neuroeconomiche, quando il cervello del soggetto è sottoposto a rilevazione (ad esempio, con la risonanza magnetica funzionale o fMRI) o esaminato (ad esempio, con la stimolazione magnetica transcranica - TMS) durante l'esecuzione di un compito.

Modelli ad agenti

Con Ostrom (1988), e seguendo Gilbert e Terna (2000), le scienze sociali tradizionalmente costruiscono modelli, come rappresentazioni semplificate della realtà, in due modi: (i) argomentazioni e (ii) equazioni matematiche, con la statistica e l'econometria. Il primo modo (i) è assolutamente flessibile ed adattabile, come nel caso di un libro di storia che analizza eventi passati, ma esclude prove e verificazioni di ipotesi. Al contrario, il secondo modo (ii) consente calcoli e verifiche, ma soffre di gravi limitazioni in termini di flessibilità e di adattabilità, in particolare per quel che riguarda eterogeneità e interazione degli agenti; in altri termini, per quel che riguarda la dimensione sociale.

Esiste un terzo modo di costruire modelli, con (iii) la simulazione al computer, soprattutto se basata su agenti. Con la simulazione al computer è possibile combinare l'estrema flessibilità di un codice informatico - dove possiamo creare agenti che agiscono, compiono scelte, reagiscono alle scelte di altri agenti ed alle modificazioni del loro ambiente - e la computabilità (intrinseca). Questo ci permette di utilizzare congiuntamente sia le capacità descrittive delle argomentazioni verbali, sia la capacità di calcolare gli effetti delle diverse situazioni e ipotesi.

Con Axelrod e Tesfatsion (2005): “La simulazione consente una maggiore comprensione dei sistemi, attraverso esperimenti computazionali controllati”.

Le difficoltà che si incontrano nel comunicare i risultati di questi modelli/esperimenti possono essere superate attraverso la diffusione di strumenti standardizzati per sviluppare modelli di simulazione ad agenti. Il primo esempio, introdotto a metà degli anni 1990 (Minar e al., 1996), è Swarm (www.swarm.org), un progetto iniziato all'interno del Santa Fe Institute, ma poi sviluppatosi in modo indipendente. Swarm è una libreria di funzioni per costruire ABM, operando con insiemi di agenti, gestendo spazi e organizzando azioni ed eventi nel tempo. L'obiettivo di Swarm, che era quello di creare una lingua franca per lo sviluppo ABM, è stato solo parzialmente raggiunto. Con i moderni linguaggi, come Python, gran parte della biblioteca Swarm è ora inutile. Al contrario, se si considera il protocollo alla base del progetto, Swarm è stato un grande successo, dato che quel protocollo è intrinsecamente incluso in gran parte dei programmi di simulazione ora in uso. Per interessanti considerazioni sull'uso di Python nella programmazione agent-based si può fare riferimento a Isaac (2008); per l'applicazione del protocollo di Swarm in Python, vedere SLAPP¹.

La strada è dunque tracciata. Si consideri Sun (2006, p. 17):

Ciò che rende la simulazione computazionale sociale, in particolare la simulazione computazionale di tipo cognitivo sociale (sulla base di modelli dettagliati di agenti cognitivi), tanto diversa dalle ben note teorie sociali e dai modelli economici (come la teoria dell'utilità e la teoria dei giochi), è la capacità di entrare in contatto con osservazioni e dati in modo più diretto, verificando fattori diversi in modo più approfondito. In analogia con le scienze fisiche (...), le teorie sociali possono essere verificate sulla base della corrispondenza tra teorie e osservazioni e dati. La simulazione computazionale sociale basata su agenti cognitivi ci permette di raccogliere, organizzare e interpretare osservazioni e dati, rappresentando così uno strumento solido di sviluppo di teorie socio-cognitive.

Come annotazione finale per chi inizia ad occuparsi di ABM, ma anche per gli esperti, citiamo Lave and March (1975, p.10): “il miglior modo per apprendere come costruire modelli è farli”. Si nota l'analogia con una scritta che compare nella cosiddetta² “ultima lavagna” (1988) di Richard Feynman: “What I cannot create, I do not understand”.

Dai modelli agli esperimenti

Consideriamo ora congiuntamente gli ABM e gli esperimenti, che sono sempre più comuni tra gli economisti applicati, sperimentali e comportamentali.

L'economia cognitiva è incentrata sui processi cognitivi degli individui coinvolti in una economia che per definizione è una organizzazione sociale; di conseguenza, l'analisi multi-livello è al centro della sua agenda di ricerca. Come Goldstone e Janssen (2005) affermano chiaramente:

Gli scienziati cognitivi tendono a concentrarsi sul comportamento dei singoli individui, che pensano, e percepiscono stimoli, ciascuno separatamente. Tuttavia, gruppi di

¹ Swarm Like Agent Protocol in Python at <http://eco83.econ.unito.it/slapp>.

² La fotografia di quella lavagna è di proprietà del California Institute of Technology, ma a www.caltech.edu non la si trova; cercando in rete “Feynman last blackboard” è comunque agevole reperirla.

persone che interagiscono determinano la comparsa di organizzazioni emergenti ad un livello superiore a quello individuale ... A livello di gruppo le persone creano comportamenti che sono al di là della portata di ogni singolo individuo. L'emergere di organizzazioni di livello superiore dalle interazioni delle unità di livello inferiore, è sorprendente nel caso dei comportamenti di gruppo, perché noi siamo le unità di livello inferiore, e le organizzazioni di livello più alto emergono spontaneamente, senza una nostra azione cosciente.

Sino alla metà del primo decennio del secolo, la maggior parte dei tentativi di integrare gli ABM con una conoscenza approfondita circa i comportamenti individuali cognitivi sono stati di un unico tipo, basati solo su conoscenze derivate da esperimenti economici (per esempio, non c'erano riferimenti a conoscenze biologiche e neuroscientifiche) e hanno utilizzato gli ABM solo per la comprensione dei risultati sperimentali (Duffy, 2006), mancando di integrare ulteriormente gli strumenti in altre direzioni, ad esempio utilizzando ABM per la progettazione di nuovi esperimenti. Sempre con Duffy (cit.), il motivo è che "gli esperimenti con soggetti umani impongono più limiti rispetto alle possibilità offerte dalle simulazioni di modelli basati su agenti; sembra dunque del tutto naturale che i modelli basati su agenti siano impiegati per capire i risultati di laboratorio e non il contrario".

Nella stessa linea anche Janssen e Ostrom (2006) che riconoscono che i successi iniziali degli ABM erano in direzione teorica e astratta (ad esempio, il famoso modello di segregazione di Schelling e il torneo con la cooperazione di Axelrod). Ma la "maggior parte degli sforzi compiuti con gli ABM non vanno oltre la *prova concettuale*"; quindi vi è la chiara necessità di una validazione empirica degli ABM, in particolare per il livello micro e per il comportamento degli agenti.

La questione diventa quindi la scelta delle fonti empiriche e il modo in cui tale conoscenza può efficacemente essere inseriti all'interno di un ABM. Il suggerimento è quello di concentrarsi sul definire il comportamento degli agenti, perché il resto delle verificazioni micro è più "facile" se considerato statico, o deriva direttamente dal comportamento degli agenti, se considerato dinamico.

Due dubbi: è la conoscenza del comportamento, integrata da solide e ben verificate teorie cognitive, l'unica fonte di dati da utilizzare nella costruzione degli ABM? Può il recente campo della neuroeconomia essere una fonte di altre informazioni utili per lo stesso obiettivo?

Rispondendo alla prima domanda, si può fare riferimento a Richetin e al. (2010), dove gli ABM sono costruiti a partire dalle teorie psicologiche, ma senza un riferimento diretto alla validazione di micro dati empirici. L'esempio funziona molto bene nel mostrare la superiorità degli ABM, rispetto ai metodi statistici, nel prevedere cambiamenti intenzionali nel comportamento, ma non riesce a comprovare l'utilità di proseguire nella direzione di teorie astratte del comportamento umano, come quelle attualmente provenienti dalla psicologia sociale, almeno per le finalità dell'economia cognitiva. In altre discipline sociali, dove la modellizzazione non è così sviluppata come in economia, il confronto aggregato tra ABM e strumenti statistici può essere sufficiente, ma in economia cognitiva è necessario migliorare tutti gli aspetti della modellizzazione di un sistema socio-economico, per ottenere risultati migliori rispetto ai modelli ortodossi nello spiegare e prevedere un fenomeno, e nel grado di realismo, in particolare dei processi cognitivi.

Passando alla domanda riguardante la neuroeconomia, seguendo Ross (2008) e Davis (2010), è possibile dividere il nuovo campo secondo due linee di azione molto diverse.

Nell'ambito del primo filone, che può essere chiamato "economia comportamentale nello scanner" (Ross 2008), la neuroeconomia si propone come una "estensione e sviluppo della economia comportamentale, per ricavare ulteriori conferme per molte delle conclusioni raggiunte dagli psicologi ed economisti comportamentali circa gli operatori economici" (Davis 2010). I sostenitori di questo approccio sono molti, e tra questi alcune opere seminali sono di Camerer (2006, 2008) e Camerer e al. (2005).

Il secondo filone si oppone al primo ed è stato denominato da Ross (2008) "economia neurocellulare". Secondo Davis (2010), si "utilizzano le tecniche della modellizzazione matematica e dell'economia - in particolare l'ottimizzazione e l'analisi dell'equilibrio - per rappresentare il funzionamento di diverse parti del cervello, senza fare alcuna ipotesi su come i processi neurocellulari riguardino l'individuo nel suo complesso". Tale approccio può essere facilmente generalizzato per includere i contributi di neuroeconomisti come Glimcher (2003) e Neu (2008).

I due filoni, oltre ad una diversa concezione del termine "individuo" riferito agli agenti economici, sono completamente diversi come direzione di ricerca, come disegno sperimentale e per i dati raccolti. Con la finalità dell'integrazione multilivello qui proposta, l'attenzione dovrebbe essere concentrata principalmente sul primo filone, in quanto più promettente nel fornire rilevanza empirica ai meccanismi di guida del comportamento economico umano.

I vantaggi dell'integrazione tra gli strumenti possono anche interessare i neuroscienziati sociali. I modelli computazionali del cervello (per una rassegna recente vedere Friston e Dolan, 2009), che sono fondamentali per migliorare la comprensione e la progettazione degli esperimenti, possono essere migliorati non solo (a) con l'introduzione nel disegno sperimentale di dilemmi sociali costruiti secondo la teoria dei giochi, ma anche (b) facendo progredire ulteriormente le capacità dei modelli grazie alla capacità esclusiva degli ABM nel considerare pienamente il contesto sociale in cui gli individui si collocano.

Un ulteriore esempio di integrazione tra esperimenti e ABM, è presentato in Goldstone e al. (2008), dove il comportamento del gruppo è studiato grazie ad un esperimento sull'internet, i cui risultati sono esaminati attraverso un ABM rivolto a comprendere e a prevedere il nesso tra le "convinzioni, gli obiettivi e le capacità cognitive degli individui e gli aspetti di comportamento a livello di gruppo"; ciò, nuovamente, sfruttando la caratteristica degli ABM, di poter gestire reti sociali organizzate realisticamente.

Conclusioni

In conclusione, gli strumenti per incorporare l'indispensabile dimensione sociale nello strumentario dell'economista e per andare al di là della costruzione dei modelli fondati sull'individuo razionale e ottimizzante dell'economia classica, ci sono.

La finanza derivata, prodotta dall'ingegneria finanziaria cresciuta in modo incontrollato a cavallo del cambio di secolo, è un esempio di costruzione che va al di là della capacità di controllo individuale. Alla Regina Elisabetta che, inaugurando all'inizio del novembre 2008 un nuovo palazzo della London School of Economics chiese perché gli economisti non avevano previsto la crisi, il direttore di ricerca della LSE prof. Garicano³ rispose, con grande onestà, che "ad ogni livello, ciascuno si affidava a qualcun altro e ciascuno pensava che stava facendo la cosa giusta"; era proprio così, quasi nessuno comprendeva pienamente quale fosse il contenuto dell'operazione finanziaria che stava compiendo o consigliando, ma si fidava di altri, che si fidavano di altri, ...

Se ancora ce ne fosse bisogno, ecco la prova che lo studio della mente richiede una dimensione sociale e che questa prospettiva sta cambiando e sempre più deve cambiare il modo in cui l'economia si propone di essere strumento per scelte che agiscono ben al di là della sfera individuale. E' invece ancora molto debole il cammino inverso, dall'economia alla interpretazione del sociale, ma è anche questo un lavoro che attende chi impiega gli strumenti su cui ci siamo dilungati.

Un importante avallo arriva dal presidente in carica della Banca Centrale Europea (Trichet, 2010) che sottolinea che "Gli agenti atomistici e ottimizzanti alla base dei modelli esistenti non riproducono i comportamenti reali nel corso di un periodo di crisi. Abbiamo bisogno di affrontare

³ Fonte giornalistica, Telegraph.co.uk, 5 novembre 2011.

meglio l'eterogeneità tra gli agenti e le loro interazioni, proprio in presenza di tale eterogeneità. Abbiamo bisogno di saper trattare motivazioni alternative per le scelte economiche. L'economia comportamentale si basa sulla psicologia per spiegare le decisioni in situazioni di crisi. Gli ABM non richiedono il presupposto dell'ottimizzazione e permettono interazioni più complesse tra gli agenti".

La metodologia economica standard risolve la complessità del mondo reale:

- (i) nella struttura matematica dei modelli, sulla base di ex ante che derivano dal paradigma standard, come la razionalità dei comportamenti, ignorando l'interazione e la socialità; l'impiego di quei modelli per le scelte, individuali e collettive, determina l'inefficacia delle azioni correttive;
- (ii) il primo passo pro-sociale, che è quello di portare le equazioni dei modelli al livello dei singoli agenti, eventualmente con qualche grado di eterogeneità, ci avvicina al realismo e alla dimensione sociale; soprattutto in presenza di eterogeneità; si è un passo avanti rispetto alla pura simulazione numerica, ma ancora troppo vincolati al punto di partenza standard;
- (iii) se poi gli agenti stilizzati nelle equazioni che li rappresentano operano (calcolano) in un sistema dotato di istituzioni (ad esempio, un sistema di negoziazione) si compie un ulteriore passo avanti;
- (iv) ma è solo con una piena applicazione del paradigma ABM che possiamo dare risposta alle esigenze espresse da chi, come Trichet, invoca un cambiamento nei modelli.

Un enorme lavoro ci attende: la costruzione di modelli che possano in modo parallelo confrontare (i) l'impostazione standard del modello puramente matematico con quella del calcolo in simulazione numerica, con equazioni che in via decentrata riproducono i comportamenti, in presenza (ii) di eventuale eterogeneità e (iii) con interazione grazie a istituzione e regole, sino all'uso (iv) pieno dei modelli fondati su agenti, con comportamenti da semplicissimi a meno semplici o anche arbitrariamente complicati, collocati in una struttura di relazioni, reciproca influenza, informazione, ...

Per (iv), sempre ricordando l'applicazione dell'acronimo KISS, "keep it simple, Stupid" (principio coniato nel campo dell'ingegneria aeronautica; esiste anche la variante "keep it simple stupid"), proposto per primo da Axelrod anche in questo nostro campo.

Bibliografia

- Axelrod R. and Tesfatsion L. (2005), *A guide for newcomers to agent-based modeling in the social sciences*. In K. L. Judd and L. Tesfatsion (eds.), *Handbook of Computational Economics, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics*, pp. 1647-1658, Amsterdam, North-Holland.
- Camerer C. (2006), Behavioral economics. In: Blundell R, Newey W, Persson T, (Eds.). *Advances in Economics and Econometrics*. Cambridge University Press, Cambridge, 181-214.
- Camerer C. (2008), The potential of neuroeconomics. *Economics and Philosophy*, 24:369-379.
- Camerer C., Loewenstein G., Prelec D. (2005), Neuroeconomics: How neuroscience can inform economics. *Journal of Economic Literature*, 43, 9-64.
- Davis J.B. (2010), Neuroeconomics: Constructing Identity. *Journal of Economic Behavior & Organization*. forthcoming.
- Duffy J. (2006), Chapter 19 Agent-Based Models and Human Subject Experiments. *Handbook of Computational Economics*, 2(05):949-1011.
- Friston K. J., Dolan R. J. (2009), Computational and dynamic models in neuroimaging. *NeuroImage*, 52(3):752-765.

- Gilbert N. and Terna P. (2000), *How to build and use agent-based models in social science*, in «Mind & Society», 1, 1, pp. 57-72.
- Glimcher PW. Decisions, Uncertainty, and the Brain. The Science of Neuroeconomics. The MIT Press, Cambridge:MA, 2003.
- Goldstone R. L., Janssen M.A. (2005) Computational models of collective behavior. *Trends in cognitive sciences*, 9(9):424-30.
- Goldstone R. L., Roberts M. E., Gureckis T. M. (2008), Emergent Processes in Group Behavior. *Current Directions in Psychological Science*, 17(1):10-15.
- Isaac A. G. (2008), Simulating Evolutionary Games: A Python-Based Introduction. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 11, 3. <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/11/3/8.html>.
- Janssen M. A., Ostrom E. (2006), Empirically Based, Agent-based models. *Ecology And Society*, 11(2).
- Lave C. A. and March J. G. (1975), *An introduction to models in the social sciences*. New York, Harper & Row.
- Minar N., Burkhart R., Langton C. and Askenazi M. (1996), *The Swarm simulation system: A toolkit for building multi-agent simulations*. Working Paper 96-06-042, Santa Fe Institute.
- Neu W. (2008), Making economic sense of brain models: a survey and interpretation of the literature. *Journal of Bioeconomics*, 10(2):165-192.
- Ostrom T. (1988), *Computer Simulation: the Third Symbol System*, in «Journal of Experimental Social Psychology», 24, 381-392.
- Richetin J, Sengupta A, Perugini M, e al. (2010), A micro-level simulation for the prediction of intention and behavior. *Cognitive Systems Research*, 11(2):181-193.
- Ross D. (2008), Two styles of neuroeconomics. *Economics and Philosophy*, 24, 373-383.
- Sun R. (ed.) (2006), *Prolegomena to Integrating Cognitive Modeling and Social Simulation*. In R. Sun, *Cognition and Multi-Agent Interaction - From Cognitive Modeling to Social Simulation*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Trichet J. C. (2010), *Opening address at the ECB Central Banking Conference*, Frankfurt, 18 November, <http://www.ecb.int/press/key/date/2010/html/sp101118.en.html>