



Methodologies and Scenarios

# Simulazione e apprendimento: il ruolo dei modelli mentali

Franco Landriscina

E-Learning, Allianz, Trieste

f.landriscina@libero.it

Parole chiave: simulazione, apprendimento, modelli mentali, carico cognitivo

## Abstract

L'uso didatticamente efficace delle simulazioni per la scuola e la formazione richiede un'attenta considerazione dei meccanismi cognitivi dell'apprendimento. Le simulazioni didattiche più interessanti non sono tanto quelle che pretendono di essere una copia della realtà quanto quelle che promuovono negli studenti un processo di internazionalizzazione del modello simulato e di esternalizzazione e confronto dei propri modelli mentali. L'istruzione basata su modelli costituisce un nuovo e promettente paradigma per la progettazione e l'uso didattico delle simulazioni.

## 1 La simulazione fra iperbole e realtà

Da qualche anno si assiste ad un crescente interesse per la simulazione e s'incontrano frequentemente termini come social simulations, serious games, game-based learning (Aldrich, 2003; Prensky, 2007). La simulazione viene in genere presentata come un'innovazione rivoluzionaria e destinata a sostituire altre tecniche formative giudicate al confronto meno interattive e coinvolgenti. Cosa c'è di vero in queste affermazioni? Non è la prima volta che una nuova tecnologia didattica viene pubblicizzata come una rivoluzione. Quando negli anni '80 comparvero i primi Cd-Rom si pensava che avrebbero fatto scomparire il libro stampato. Negli anni '90, l'ipertesto doveva cambiare persino il modo di scrivere e leggere i romanzi, sostituendo le storie lineari con quelle ramificate. Oggi è la volta del web 2.0. Nel campo dell'e-learning, bisogna fare attenzione al cosiddetto "hype" (abbreviazione di hyperbole). L'hype consiste nell'uso di affermazioni esagerate e non supportate da solide basi scientifiche per provocare un'impressione emotiva finalizzata a scopi commerciali<sup>1</sup>. Un noto grafico del Gartner Group, mostra il tipico ciclo di vita di un'innovazione tecnologica (Fig. 1).

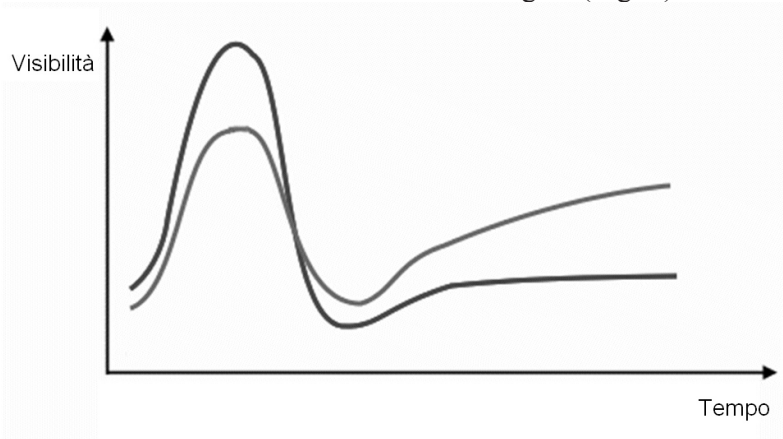


Fig. 1 . Due esempi di ciclo di vita di un'innovazione tecnologica.

Ad una fase iniziale di rapida crescita, provocata dalle attese iniziali, segue una fase di disillusione quando tali attese si rivelano eccessive. Solo col tempo le reali possibilità d'impiego cominciano ad emergere e si può allora assistere ad una sua significativa diffusione di quella tecnologia o all'arresto del suo sviluppo. L'attuale entusiasmo per la simulazione è forse l'ennesimo caso di iperbole? Per certi versi sì. Pensare che una tecnologia didattica possa essere in

<sup>1</sup> "Don't believe the hype", è il titolo di una canzone del gruppo rap americano Public Enemy.

generale più valida di altre senza considerare il contesto in cui viene utilizzata è un esempio della superficialità che talvolta caratterizza questo settore. Curiosamente, molte delle affermazioni di oggi sulle simulazioni ricordano quelle che si facevano a suo tempo per l'ipertesto: "Basta con le storie lineari!", "Milioni di percorsi possibili!", "Ognuno scelga il suo finale!". Tuttavia, a differenza di altri casi di iperbole, la simulazione ha delle caratteristiche tali da far sperare che una volta passata la fase dei facili entusiasmi, essa meriti stabilmente un posto di rilievo fra le tecnologie didattiche. La prima differenza con altre tendenze dell'e-learning, è che la simulazione è già da anni un importante strumento di conoscenza e di lavoro in campo scientifico, dove si simula praticamente di tutto, dalla struttura delle molecole ai cambiamenti del clima. Inoltre le simulazioni sono state utilizzate con successo a scopo formativo anche prima della diffusione del computer, pensiamo ad esempio ai "board game" (giochi da tavolo), ai role-play in aula e agli assessment center. Infine, la simulazione è utilizzata con successo nel campo dell'addestramento militare e industriale. Dal punto di vista dell'Instructional design si può individuare un ulteriore motivo di interesse verso la simulazione, vale a dire il fatto che le scienze cognitive mostrano alcuni importanti punti di contatto fra la simulazione e i processi di apprendimento. Si ritiene, infatti, che il cervello umano utilizzi la simulazione mentale per prevedere e spiegare gli eventi dell'ambiente e che tale capacità di simulazione possa essere la base dell'intero spettro delle capacità cognitive: dalla percezione alla memoria, dal linguaggio alla risoluzione di problemi (Gallese, 2005; Barsalou, 2008).

## 2 Definiamo la simulazione

La caratteristica essenziale della simulazione è di riprodurre un qualche aspetto della realtà. Non è però una riproduzione statica ma attiva, o meglio interattiva. Parisi distingueva un'interattività "fra le immagini" da un'interattività "con le immagini" (Parisi, 1997). Secondo Parisi il primo tipo d'interattività è quella ipertestuale, in cui ci si muove da un'immagine all'altra facendo clic sui collegamenti; il secondo tipo d'interattività è quella basata sulla simulazione, in cui dietro le immagini c'è un modello di un oggetto, di una persona o di una situazione e le immagini si modificano in conseguenza dell'azione dell'utente sul modello del sistema rappresentato. Partendo da queste osservazioni, si può definire la simulazione «una rappresentazione interattiva della realtà basata sulla costruzione di un modello di un sistema del quale si vuole comprendere il funzionamento» (Landriscina, 2009). Vale anche la pena sottolineare che la simulazione è diversa dal gioco. Le simulazioni utilizzano un modello che rispecchia il funzionamento di un sistema reale, mentre il gioco non è legato a

questo vincolo e segue le proprie regole arbitrarie<sup>2</sup>. C'è però anche un'area di sovrapposizione, quella dei giochi di simulazione, come il famoso SimCity, e forse questo ha contribuito alla confusione. A scopo didattico può essere utile classificare le simulazioni in base al tipo di modello sottostante, che può essere basato su percorsi predefiniti o su modelli matematici di vario tipo<sup>3</sup>.

### 3 I punti di forza della simulazione

La realizzazione o anche il semplice uso di una simulazione a fini didattici richiedono tempo e risorse. È perciò opportuno chiedersi quali sono i motivi che ne giustificano davvero l'impiego e in quali casi preferire la simulazione ad altre tecnologie didattiche. Rispetto all'azione su un sistema reale, la simulazione offre importanti vantaggi pratici come l'indipendenza dallo spazio e dal tempo, la sicurezza e l'economicità. Come metodo didattico la simulazione può essere utilizzata per supportare la comprensione di una teoria, mostrare le interrelazioni fra le parti di un sistema, verificare delle ipotesi (analisi what-if) ed esaminare situazioni future (analisi di scenario). La possibilità di fare pratica senza vincoli di spazio e tempo consente di provare e riprovare, fare errori, verificare ipotesi alternative e quindi anche di riflettere sulla struttura del sistema e sui propri processi di decisione. Nelle condizioni adatte questo si può tradurre in un potenziamento dei processi cognitivi componenti l'apprendimento, quali:

- integrare l'informazione da fonti diverse;
- collegare le nuove conoscenze con quelle esistenti;
- recuperare analogie appropriate alla comprensione;
- produrre spiegazioni;
- coordinare rappresentazioni e prospettive diverse;
- generare inferenze;
- abbandonare concetti non più utili.

Questo può a sua volta facilitare la costruzione di nuovi schemi mentali o la modifica e la sostituzione degli schemi esistenti e favorire quindi l'apprendimento. Il valore della simulazione consiste per l'appunto nella sua capacità di creare un rapporto di compenetrazione e sinergia fra mente e computer<sup>4</sup>. Prima di approfondire questo aspetto, bisogna però evidenziare alcuni possibili criticità nell'uso didattico della simulazione.

<sup>2</sup> Altre caratteristiche del gioco non necessariamente presenti in una simulazione sono la competizione, l'assegnazione di ruoli e la presenza di punteggi.

<sup>3</sup> Per le differenze fra questi tipi di modelli vedi Landriscina, 2009.

<sup>4</sup> Calvani (2007) parla al riguardo di "partenariato cognitivo" (p. 36).

## 4 Il mito dell'interattività

Un possibile uso improprio della simulazione è quello di utilizzarla solo perché la si ritiene più interattiva di altre tecniche formative, in base all'idea che quanto più una tecnologia è interattiva tanto più facilita l'apprendimento. Seguendo questa logica, c'è chi è arrivato a considerare i videogiochi come il più efficace strumento di apprendimento dei nostri giorni (Prensky, 2007; Shaffer, 2008). È una conclusione che certo vedrebbe d'accordo molti ragazzi ma che non corrisponde molto alla realtà. Dobbiamo alla teoria del carico cognitivo il riconoscimento che l'interattività può avere un effetto neutrale o perfino dannoso sull'apprendimento (Chanquoy *et al.* 2007; Landriscina, 2007; Calvani, 2009). Nel caso della simulazione ciò può avvenire in conseguenza di troppe scelte possibili, di un'interfaccia appesantita di dettagli non necessari o di un'interattività fine a se stessa, che soffoca la capacità di riflessione dello studente. Contrariamente al ritratto ottimista che viene fatto dei digital natives le scienze cognitive mostrano che la piena maturazione delle funzioni cerebrali ha luogo solo nella tarda adolescenza e continua perfino dopo i 20 anni (Sabbagh, 2006). Fino a questa età, le regioni cerebrali coinvolte nei processi decisionali e nel controllo del comportamento attraversano significativi cambiamenti fisici. Il cervello degli adolescenti si comporta come quello degli adulti in compiti in cui il controllo del comportamento è di tipo esogeno (dipende da stimoli esterni) e meno in compiti che richiedono un controllo del comportamento di tipo endogeno (volontario e generato da un piano interno). Al riguardo, è noto che di fronte ad una simulazione scientifica, gli studenti tendono a cambiare troppe variabili contemporaneamente e hanno difficoltà a pianificare le proprie decisioni (De Jong, 2006; Van der Meij, 2007). In generale, sul tema dell'interattività bisogna sgombrare il campo da un equivoco di fondo: quando si parla di costruzione attiva della conoscenza non è l'attività comportamentale che conta ai fini dell'apprendimento, ma sono le attività cognitive sollecitate dall'istruzione, come ad esempio:

- la selezione delle informazioni rilevanti;
- l'organizzazione mentale delle informazioni in strutture coerenti;
- l'integrazione della nuova conoscenza con quella esistente;
- il cambiamento dei modelli mentali.

Più che di un generico "imparare facendo" sarebbe quindi il caso di parlare di "elaborazione attiva", o ancora meglio di "elaborazione focalizzata", vale a dire collegata in modo esplicito ai concetti e ai principi centrali per l'apprendimento di una materia (Renkl e Atkinson, 2007).

## 5 La confusione fra simulazione e realtà

La maggiore criticità che si può incontrare nell'uso didattico di una simulazione è perdere di vista il rapporto fra modello e realtà. Di fronte ad una simulazione, lo studente dovrebbe essere messo in grado di capire che quello che vede sullo schermo è una rappresentazione semplificata della realtà e che ogni modello comporta necessariamente la considerazione di alcuni aspetti di un sistema reale e l'esclusione di altri. Nel cosiddetto modello "a palle di biliardo" di un gas ideale, le molecole sono considerate come delle sfere rigide che si urtano fra loro e con le pareti del recipiente in modo perfettamente elastico, cosa che in un gas reale è vera solo in prima approssimazione. La comprensione delle ipotesi di base può essere il primo passo per comprendere il passaggio alle formule matematiche che costituiscono il motore di calcolo della simulazione. Fare in modo che lo studente abbia chiare le ipotesi alla base del modello sottostante la simulazione diventa ancora più importante passando dai sistemi fisici a quelli biologici e sociali. La concezione ingenua che la simulazione "rifaccia la realtà" può fare cadere insegnante e studente vittime di quello che è stato definito il "potere di seduzione" della simulazione (Turkle, 1998). Secondo Turkle le simulazioni non devono essere accettate acriticamente, ma costituire uno stimolo a sviluppare una nuova capacità critica che metta lo studente in grado di capire le premesse insite nel loro modello e porle in discussione. Ad esempio un gioco di simulazione come SimCity presenta migliaia di possibili scenari e situazioni ma non mostra le regole che sono state inserite nel gioco da coloro che lo hanno creato. Di fronte agli avvenimenti che accadono come conseguenza delle sue scelte il giocatore tende ad attribuire in modo automatico al sistema delle regole, che possono coincidere con quelle presenti nel programma o essere solo il risultato dei suoi modelli mentali. In questo modo egli può prendere delle conclusioni parziali come verità irrefutabili.

"Pongo a Marcia, un'allieva di quinta ginnasio, alcune domande su SimCity; lei, che si sente molto abile, mi elenca quelle che a suo parere sono "le dieci regole più utili della simulazione". La mia attenzione è attratta dalla regola numero sei: «Aumentare le tasse provoca sempre insurrezioni». A quanto pare, Marcia non possiede un linguaggio per distinguere la differenza fra questa regola del gioco e le regole vigenti in una città "reale". Non ha mai programmato un computer. Non ha mai progettato una simulazione. Non possiede un linguaggio per chiedere come si fa a riscrivere il gioco in modo da ottenere che un aumento delle tasse possa anche determinare un aumento della produttività e l'armonia della società. Di certo non si considera una persona in grado di cambiare le regole" (Turkle, 1998).

Saper leggere una simulazione è perciò una capacità che si può confrontare con quella di saper analizzare criticamente un testo o un programma televisivo.

L'immagine della simulazione come copia della realtà caratterizza anche la frequente descrizione dei simulatori come laboratori virtuali. È vero che alcune simulazioni consentono di effettuare attività simili a quelle di un laboratorio, però spingere troppo oltre l'analogia può essere fuorviante<sup>5</sup>. Le simulazioni più interessanti non sono in genere quelle che replicano fedelmente attività di laboratorio, bensì quelle che consentono di interagire ad un corretto livello di astrazione con un modello concettuale e compiere operazioni che sarebbero impossibili nel mondo reale. Pensiamo, ad esempio, ad una simulazione astronomica delle stagioni, in cui lo studente può cambiare l'inclinazione dell'asse terrestre o alla simulazione di un circuito elettrico in cui può osservare il movimento delle cariche elettriche<sup>6</sup>.

## 6 L'apprendimento per cambiamento dei modelli mentali

In analogia con quanto avviene in una simulazione, anche il pensiero umano è basato su modelli e l'apprendimento può essere visto come un cambiamento dei modelli mentali (Chi e Ohlsson, 2005).

Da questo punto di vista si può affermare che:

- la simulazione è il metodo didattico più adatto quando l'obiettivo di apprendimento richiede una ristrutturazione dei modelli mentali individuali degli studenti;
- l'aspetto cruciale della simulazione consiste nell'interazione fra i modelli mentali individuali e il modello della simulazione.

Abbiamo recentemente definito "ciclo epistemico della simulazione" il processo circolare di comprensione di un sistema attraverso la costruzione di un modello e la sua manipolazione (Fig. 2).

Il cambiamento dei modelli mentali degli studenti è necessario quando l'apprendimento incontra delle resistenze che si manifestano nel persistere delle concezioni e dei modelli preesistenti anche di fronte alla presentazione di evidenze contrarie (Vosniadou, 1999), è questo il caso:

- delle preconcezioni con le quali gli studenti si affacciano allo studio dei concetti scientifici;
- dei modelli mentali che si oppongono al cambiamento di strategie e atteggiamenti nelle organizzazioni.

---

<sup>5</sup> C'è anche il rischio di un'ulteriore diminuzione di interesse per le vere attività di laboratorio e per l'osservazione naturalistica, già così poco presenti nelle nostre scuole.

<sup>6</sup> Simulazioni didattiche di questo tipo si possono vedere sul sito ExploreLearning ([www.ExploreLearning.com](http://www.ExploreLearning.com)).

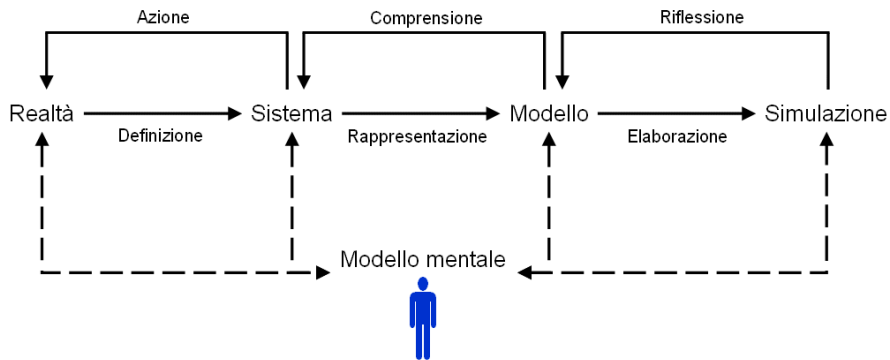


Fig. 2 . Ciclo epistemico della simulazione e modello mentale.

Sono state proposte diverse tecniche formative che seguono uno schema di questo tipo:

- rivelare le preconcezioni dello studente;
- discutere e valutare le preconcezioni;
- creare un conflitto concettuale;
- incoraggiare e guidare il cambiamento concettuale.

La relazione fra schemi, modelli mentali e istruzione è stata recentemente esaminata in modo approfondito dallo psicologo tedesco Norman Seel (1991, 2003) che ha formulato una teoria dell'apprendimento e dell'insegnamento basati su modelli (Model-based learning and instruction). L'apprendimento basato su modelli può essere visto come una progressione di modelli mentali, da uno stato iniziale, caratterizzato dalle preconcezioni dello studente, ad uno stato desiderato finale, di spiegazione causale. Fino a che un modello mentale costituisce per lo studente una spiegazione sufficientemente plausibile, egli non si impegnerà nella costruzione di un nuovo modello mentale. È quindi compito dell'insegnante allestire una serie di attività finalizzate a suscitare negli studenti l'esigenza di progredire da un modello mentale ad un altro. Seel sottolinea l'importanza delle interrelazioni fra modelli mentali e modelli esterni. I primi sono impliciti e individuali, i secondi sono espliciti e possono essere condivisi. È compito dell'insegnante guidare gli studenti ad esternalizzare e discutere i propri modelli mentali e internalizzare i modelli esterni. Per farlo può utilizzare strumenti di mediazione cognitiva fra lo studente e il modello della simulazione. Sono esempi di tali strumenti:

- il linguaggio verbale, per fornire spiegazioni, confrontare le idee e prendere decisioni;
- le immagini e le animazioni, per rappresentare visivamente il cambia-



- mento del sistema nel tempo;
- le mappe causali, per descrivere le relazioni causa-effetto fra le variabili;
- i grafici e i diagrammi, per studiare l'andamento delle variabili nel tempo.

Clement (2007) distingue fra “direzione delle attività” e “generazione delle idee”, indicando la prima come maggiormente a carico dell'insegnante e la seconda degli studenti. Per favorire la riflessione e l'autoregolazione dell'apprendimento negli ambienti di apprendimento basati sulla simulazione, si possono impiegare delle tecniche formative come:

- l'autospiegazione: lo studente deve spiegare a se stesso a voce alta quello che ha capito;
- la previsione: lo studente deve prevedere cosa succederà nei prossimi passi della simulazione;
- l'alternanza osservazione-pratica in coppia: gli studenti devono lavorare in coppie, in cui alternativamente uno di essi esegue la simulazione e l'altro osserva.

## Conclusioni

La simulazione è il metodo didattico più adatto quando l'obiettivo di apprendimento richiede una ristrutturazione dei modelli mentali individuali degli studenti. L'aspetto cruciale della simulazione consiste nell'interazione fra i modelli mentali individuali e il modello sottostante la simulazione. L'apprendimento può in tal caso essere visto come una progressione di modelli mentali da uno stato iniziale ad uno stato desiderato finale. Negli ambienti di apprendimento basati sulla simulazione gli studenti devono però essere guidati e supportati per l'elevato carico cognitivo che questa metodologia didattica usualmente comporta.

## BIBLIOGRAFIA

---

Aldrich C. (2003), *Simulations and the Future of Learning: An Innovative (and Perhaps Revolutionary) Approach to e-Learning*, John Wiley & Son.

Barsalou L. W. (2008), *Grounded Cognition*, Annual Review of Psychology, 59, 617-45.

Calvani A. (2009), *Teorie dell'istruzione e carico cognitivo*, Trento, Centro Studi Erickson.

Calvani A. (a cura di) (2007), *Tecnologia, scuola, processi cognitivi. Per una ecologia*

- dell'apprendere*, Milano, F. Angeli.
- Chanquoy L., Tricot A., Sweller J. (2007), *La charge cognitive: Théorie et applications*, Armand Colin.
- Chi M. T. H., Ohlsson S. (2005), *Complex declarative learning*. In K. J. Holyoak e R. Morrison (Eds.), *Cambridge Handbook of Thinking & Reasoning*, Cambridge Univ. Press, pp. 705-726.
- Clement J. J. (2007), *Student/Teacher Co-construction of Visualizable models in Large Group Discussion*. In: Clement J. J., Rea-Ramirez M. A., *Model Based Learning and Instruction in Science*, Springer, pp. 11-22.
- De Jong T. (2006), *Technological Advances in Inquiry Learning*, *Science*, 312, 532-533.
- Gallese V. (2005), *Embodied simulation: From neurons to phenomenal experience*, *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 4, 23-48.
- Landriscina F. (2007), *Carico cognitivo e impiego della tecnologia per apprendere*. In: A. Calvani (a cura di), *Tecnologia, scuola, processi cognitivi. Per una ecologia dell'apprendere*, Milano, F. Angeli.
- Landriscina F. (2007), *Ma si fanno i conti con il carico cognitivo?*, *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, vol. 3, (1).
- Landriscina F. (2009), *La simulazione nell'apprendimento*. Trento, Centro Studi Erickson.
- Parisi, D. (1997), *Sotto le immagini niente*, *Virtual*, Feb 97, pp. 86-89.
- Prensky M. (2007), *Digital Game-Based Learning*, Paragon House Publishers.
- Renkl A., Atkinson R. K. (2007), *Interactive Learning Environments: Contemporary Issues and Trends. An Introduction to the Special Issue*, *Educational Psychology Review*, 19, 235-238.
- Sabbagh L. (2006), *The teen brain hard at work*, *Scientific American Mind*, 17(4), 20-25.
- Seel, N.M. (1991), *Weltwissen und mentale Modelle*. Göttingen: Hogrefe.
- Seel N. M. (2003), *Model-Centered Learning and Instruction*, *Tech., Inst., Cognition and Learning*, Vol. 1, pp. 59-85.
- Shaffer D. W. (2008), *How Computer Games Help Children Learn*, Palgrave Macmillan.
- Turkle, S. (1998), *La simulazione è seducente ma, se non la capisci, inganna*, *Telèma*, 12.
- Van der Meij, J. (2007), *Simulation-based inquiry learning with SimQuest*. Paper presented at the Bolzano 07 conversation.
- Vosniadou, S. (1999), *Conceptual change research: State of the art and future directions*. In W. Schnotz, S. Vosniadou, M. Carretero (Eds), *New Perspectives on Conceptual Change*, Elsevier, pp. 3-13.