

## Simulandia.

## Giochi di simulazione e ambienti di apprendimento della matematica

## Simulandia.

## Simulation games and learning areas of mathematics

CESARE FREGOLA – ANGELA PIU

Il contributo presenta una sperimentazione, nell'ambito di un articolato progetto di ricerca ancora in atto nella scuola primaria e secondaria di primo grado, che si prefigge di verificare se le caratteristiche strutturali dei giochi di simulazione possano promuovere il processo di astrazione, far pervenire alla rappresentazione dei concetti matematici e alla loro formalizzazione a partire dal linguaggio naturale, utilizzando il *pattern* della transcodifica, influenzare l'autoefficacia scolastica e sociale e la motivazione ad apprendere.

La sperimentazione ha confrontato il gioco di simulazione (Gruppo Sperimentale) e la lezione frontale (Gruppo di Controllo) in due classi di scuola primaria, riguardo all'autoefficacia scolastica e sociale, alla motivazione, all'apprendimento e alla sua ritenzione.

I risultati relativi all'autoefficacia scolastica e sociale dei GS in ciascuna classe risultano migliori rispetto a quelli dei CG; mentre riguardo alla motivazione una differenza significativa risulta a favore del GS di una sola classe. Per le altre variabili non si registrano differenze significative.

*The paper introduces an experiment within an articulated research project still in action in the primary and secondary school of first degree.*

*The research aims to verify if the structural characteristics of simulation games can promote the process of abstraction, can be comprehensible to the representation of the mathematical concepts and their formalization starting from the natural language and using the transcoding pattern, can influence the social and scholastic self-efficacy and the motivation to learn.*

*The experiment is carried out in two classes of primary school and compares the game of simulation (Experimental Group) to classical face-to-face lesson (Control Group) concerning social and scholastic self-efficacy, motivation, learning and learning retention.*

*The children of the GS groups of each class provide better results compared to the CG children in social and scholastic self-efficacy. While respect to the motivation a meaningful difference results for the GS of only one class. For the other variables meaningful differences are not recorded.*

**Parole chiave:** giochi di simulazione, apprendimento della matematica, *pattern* di transcodifica, ambienti di apprendimento, motivazione all'apprendimento

**Key words:** simulation games, mathematical learning, the transcoding *pattern*, learning environments, motivation to learn

## 1. Introduzione

La sperimentazione si inserisce in un progetto di ricerca che ha lo scopo principale di ideare e sperimentare la progettazione e la realizzazione di ambienti dinamici di apprendimento che utilizzano i giochi di simulazione nella didattica della matematica nella scuola primaria e secondaria di primo grado.

I giochi di simulazione sono visti nella prospettiva di rappresentare ambienti in cui la progettualità e la realizzabilità attingono alle più recenti acquisizioni della ricerca sulle teorie dell'apprendimento che riconoscono da un lato connessioni tra aspetti affettivo-motivazionali, cognitivi e di contesto e dall'altro la ricerca di relazioni con il *pattern* della *transcodifica* relativo al processo di matematizzazione della realtà, caratterizzato da modalità di codifica a più livelli di astrazione e che fa da guida al processo didattico.

Il percorso della ricerca parte dall'ipotesi che le caratteristiche strutturali dei giochi di simulazione possano promuovere il processo di astrazione, far pervenire alla rappresentazione dei concetti matematici e alla loro formalizzazione, sostenere, da parte del bambino, un controllo meta cognitivo, che si sviluppa all'interno dell'ambiente di gioco che fa da guida al processo di sviluppo dell'autoefficacia scolastica e sociale per avviare un processo motivazionale che mantiene e sostiene nel tempo la conquista della padronanza del linguaggio matematico a partire dal linguaggio naturale. Il pattern della transcodifica ha guidato, così, il processo didattico relativo agli apprendimenti matematici previsti; mentre i costrutti relativi al processo di apprendimento, rispetto ai quali si è focalizzata l'attenzione, sono riferiti all'autoefficacia scolastica e sociale, alla motivazione rispetto agli apprendimenti geometrici insiti nel gioco di simulazione e alla ritenzione nel tempo degli apprendimenti realizzati.

La nostra ricerca, riconoscendo incoraggianti i risultati verso cui convergono le ricerche precedenti sui giochi di simulazione, che risultano complessivamente migliori rispetto all'istruzione convenzionale nella ritenzione mnemonica, nel cambio di attitudine e nell'incremento di motivazione, vuole contribuire a rivisitare la centralità degli allievi che sono immersi in una realtà complessa e il loro atteggiamento verso gli apprendimenti matematici oltre che sulle relative influenze nella loro autoefficacia.

Nell'articolo, dopo una illustrazione sintetica dell'impianto della ricerca, viene proposta una revisione della letteratura sui giochi di simulazione ed effettuata una esplorazione di quella relativa ad alcuni aspetti dell'insegnamento matematico da cui sono scaturite le ipotesi e la procedura di sviluppo della ricerca sul campo. In seguito vengono descritte le linee generali di una delle sperimentazioni, già conclusa nella scuola primaria, di cui vengono discussi i primi risultati, e presentati i futuri sviluppi.

### 1. La ricerca: scopi e obiettivi del progetto Simulandia

Il progetto *Simulandia* si prefigge di avviare una riflessione funzionale a ricercare un repertorio metodologico efficace e motivante per una didattica generativa di apprendimenti matematici, che possono individuare ambienti di apprendimento che utilizzano i giochi di simulazione e aprono a specifici approfondimenti che prendono forma dalla ricerca di una ontologia dei giochi di simulazione stessi (Piu C., 2010).

Lo scopo è quello di strutturare ambienti che, mediante i processi che si sviluppano con i giochi di simulazione, definiscano situazioni di *apprendimento per immersione* che sono propri degli ambienti virtuali integrandosi con gli ambienti di apprendimento caratteristici della

didattica più tradizionale. Si ipotizza che ogni bambino possa così sviluppare conoscenze astratte, rielaborate e ricondotte al linguaggio matematico e sviluppare forme di pensiero che si evolve per costruire un *sistema consapevole di pianificazione, conduzione e monitoraggio del proprio apprendimento*.

Nell'ambito della ricerca il gioco di simulazione viene proposto come esperienza relazionale e come occasione formativa che si realizza all'insegna della reciprocità e della condivisione, al fine di promuovere processi di apprendimento, partecipazione sociale, governo dell'affettività, modulazione delle emozioni nella prospettiva di intervenire su queste variabili con l'intenzionalità che deriva dalla struttura del gioco e dall'ambiente relazionale che le regole, le procedure e le modalità di conduzione del gioco richiedono da parte dell'insegnante.

Il gioco di simulazione, infatti, crea un contesto dinamico, all'interno del quale si richiede alla comunità di partecipanti di fare esperienza, di problematizzare la realtà e di assumere decisioni nel rispetto delle regole e in relazione agli obiettivi da perseguire di comporre e dare origine a un processo di astrazione e di costruzione della conoscenza. Esso differisce dalle altre pratiche e strategie didattiche, in quanto si configura come un'attività molare, che si svolge in relazione con altre persone e si presenta costituita da una struttura finalistica e da un processo che permane nel tempo, e può riflettere un'espansione del mondo fenomenologico del soggetto, in quanto può portare nella situazione puntuale e immediata in cui il soggetto si trova elementi di altre situazioni ambientali funzionali al processo di insegnamento/apprendimento.

Ogni gioco, con le sue peculiarità, rappresenta infatti un *luogo* in cui si determina l'integrazione fra *libertà e costrizione* in quanto all'interno di un insieme di condizioni, di vincoli e di regole si stimola la capacità di organizzare e integrare aspetti cognitivi, emotivi, relazionali, motori e conoscenze per combinarle creativamente con i processi di decisione che guidano le azioni attraversando una dimensione ludica capace di facilitare la comunicazione e la partecipazione.

Il gioco viene inteso quale ambiente in cui il processo di matematizzazione della realtà, che porta alla scoperta di concetti, regole e strutture, così come alla rappresentabilità dei concetti complessi dell'aritmetica e della geometria, può trovare ulteriori raffigurazioni e consentire un avvicinamento graduale alla realtà stessa, allo scopo di giungere a una maggiore comprensione.

L'approccio alla didattica della matematica è il *pattern della transcodifica* che, dal punto di vista didattico, si propone di organizzare il linguaggio, il luogo del compito e l'ambiente di apprendimento, definendo i percorsi organizzati su più livelli di astrazione allo scopo di facilitare la costruzione di un linguaggio che sia "fruibile" e da porre a fondamento della costruzione del linguaggio matematico formale.

La ricerca si rivolge, così, alla progettazione, realizzazione e sperimentazione di giochi di simulazione applicati al processo di insegnamento-apprendimento della matematica con la prerogativa di:

- sperimentare alcuni aspetti dell'evoluzione delle scienze dell'educazione o discipline pedagogiche che hanno reso disponibili modelli di apprendimento e schemi d'insegnamento che potrebbero trovare applicazioni, fare da guida, oppure essere messi sullo sfondo, all'interno dell'offerta didattica, in modo tale che si possa avviare un processo motivazionale che mantiene e sostiene nel tempo la conquista della padronanza dei contenuti matematici;
- indagare su alcune caratteristiche strutturali e sulle dinamiche dei giochi di simulazione quando si applicano al processo di apprendimento e di costruzione del linguaggio matematico a partire dalla possibilità di astrazione e della sua formalizzazione;

- promuovere un controllo metacognitivo che si sviluppi all'interno dell'ambiente di gioco e che faccia da guida al processo di sviluppo dell'autoefficacia.
- individuare le variabili che possono incidere sulla qualità dell'istruzione, mettendo a confronto l'efficacia didattica di ambienti di apprendimento differenti, in modo da verificare l'efficacia di ciascun ambiente in relazione alle caratteristiche cognitive ed affettivo-motivazionali di ciascun bambino e individuare i criteri per agevolare le decisioni sulla spendibilità didattica di ciascun ambiente.

L'ideazione, la progettazione e realizzazione di ambienti di gioco hanno tenuto presenti aspetti che, seppure si riferiscono alle caratteristiche dei giochi di simulazione, focalizzano l'attenzione in chiave metodologico-didattica, in particolare:

- sui processi quali l'astrazione, la codificazione, la decodificazione, la transcodificazione e il transfer caratterizzanti l'apprendimento della matematica;
- sui processi di costruzione delle relative rappresentazioni in un codice via via formalizzato all'interno del linguaggio logico-matematico;
- sulla interazione tra gli aspetti cognitivi, affettivi, sociali e relazionali, che giocano un ruolo fondamentale nell'apprendimento della matematica.
- più in generale, sullo sviluppo della dimensione meta cognitiva e relazionale.

Tutto ciò si svolge con l'intento di promuovere processi di costruzione del pensiero matematico e di sviluppare un atteggiamento corretto verso la matematica (Domenici, Frabboni, 2007) che consenta di:

- avviare la scoperta guidata di alcuni concetti matematici e l'acquisizione graduale del linguaggio matematico. I giochi di simulazione progettati, infatti, si prefiggono di far conseguire finalità educative significative per il curricolo di matematica in un ambiente protetto in cui vengono proposte situazioni problematiche il cui percorso di soluzione induce i partecipanti a rilevare le invarianze dei concetti matematici attraverso azioni visuo-percettive per agevolare i processi di astrazione e a definire simboli con i quali rappresentare i concetti per giungere alla loro formalizzazione;
- promuovere un'adeguata visione della matematica come disciplina riconosciuta non come un insieme di regole da memorizzare e applicare, ma "apprezzata come contesto per affrontare e porsi problemi significativi e per esplorare e percepire affascinanti relazioni e strutture che si ritrovano e ricorrono in natura e nelle creazioni nell'uomo" (Domenici, Frabboni, 2007, pp. 228-229).

## 2. Esplorando la letteratura

Le recenti ricerche di matrice psicopedagogica hanno riconosciuto la connessione tra gli aspetti affettivo-motivazionali, cognitivi e di contesto nell'ambito dei processi d'insegnamento/apprendimento della matematica. In particolare, il panorama internazionale della ricerca sui processi di apprendimento si è mostrato più attento alla complessità, alla specificità e alle caratteristiche della matematica (Pellerey, 1999) nell'ambito di una prospettiva generale fondata su una visione complessa e problematica dell'ambito dell'insegnamento e dell'apprendimento; tale prospettiva è caratterizzata da una interdipendenza tra soggetti e contesti culturali di riferimento nei processi di sviluppo e di costruzione di conoscenza (Semeraro, 1999). In tale ottica sono molteplici gli aspetti che hanno assunto particolare rilevanza e fra questi: il ruolo e le funzioni delle conoscenze di natura concettuale e procedurale e delle competenze strategiche e autoregolatrici, l'incidenza dell'ambiente e delle componenti af-

fettive e motivazionali e delle convinzioni possedute dai soggetti in apprendimento (Pellerey, 1999), e inoltre la conoscenza dei propri processi cognitivi e le competenze strategiche riferite al controllo e alla gestione di questi ultimi in vista del conseguimento di obiettivi prefissati (Cornoldi, 1995). In altre ricerche si presume che i concetti matematici possono costruirsi solo sulla base di concetti già esistenti (Anderson, 1983) che costituiscono una rete concettuale grazie al legame esplicito con esperienze significative e socialmente condivise, che si avvalgono di supporti e strumenti di ogni genere e di cui i soggetti possono cogliere il significato e l'obiettivo che conseguiranno (Resnick, 1987). Nei processi di costruzione di ambienti di apprendimento, rivestono importanza le modalità che prendono avvio da aspetti concreti e operativi (Piaget, 1973; Dienes, 1971), definiti non solo in termini di caratteristiche fisiche del mondo reale, ma sulla base di connessioni significative che si possono scoprire, creare o applicare mettendo in relazione altri concetti matematici o situazioni. Da segnalare, a tal proposito, gli studi di Fischbain e di Vergnaud (1992) e i più recenti di Olmetti Peja (2010), Fregola (2007), oltre a quelli di Laeng (1991), di Sfard (1991), secondo i quali la costruzione di concetti può essere concepita in più modi differenti e complementari sia come processi sia come oggetti.

### 3. Uno sguardo alla letteratura sui giochi di simulazione

La ricerca sui giochi di simulazione in ambito educativo formativo e didattico presenta a tutt'oggi risultati contraddittori, problemi e nodi ancora aperti. Introdotti in ambito educativo fin dagli anni Sessanta, almeno per ciò che riguarda l'ambito scolastico, i giochi di simulazione, proprio in quegli anni hanno vissuto il maggiore sviluppo orientando successivamente il loro campo di azione quasi esclusivamente verso la simulazione al computer.

Da circa quarant'anni, si è così sviluppato un approccio che ha consentito alla simulazione di proporsi, oggi, in molti paesi, come metodologia consolidata che viene prevalentemente considerata e utilizzata come una valida strategia didattica.

Tale impiego è confermato e avvalorato dal fatto che nei paesi in cui si è affermata, esiste una ricca e ampia letteratura sull'argomento e sono reperibili sul mercato molti giochi riferiti a tutti gli ambiti disciplinari. Nonostante questa lunga tradizione il panorama delle ricerche sull'impiego dei giochi di simulazione in ambito educativo risulta modesto, se si pone in relazione alla loro diffusione, e non risultano applicazioni estese nell'ambito di piani didattici dichiarati; anzi, si può rilevare frammentarietà e parzialità dettata da finalità più commerciali che con intenzionalità pedagogica in cui sono riconoscibili e dichiarate le strutture o i concetti, le conoscenze proposte o i processi di apprendimento che si intende stimolare.

Di fatto i risultati cui si è giunti non sono univoci, a causa delle differenti caratteristiche degli studi condotti, del carattere eclettico della ricerca, che coinvolge diversi settori e ambiti, e della carenza di un'ontologia in grado di organizzare concettualmente il discorso scientifico. Molti studi sulla valutazione dei giochi, inoltre, presentano un carattere aneddotico; essi, infatti, descrivono i giochi di simulazione in modo dettagliato, soffermandosi spesso sulle loro caratteristiche e sulle esperienze condotte con gli studenti in modo entusiastico, piuttosto che sulla loro efficacia all'interno di un progetto educativo, formativo o didattico in cui sono esplicite le finalità e dichiarati gli obiettivi dell'apprendimento oppure le ipotesi di ricerca che guidano l'azione didattica.

In letteratura vengono spesso identificate tre categorie di ricerche sui giochi di simulazione:

- *studi descrittivi*, sugli effetti di un particolare gioco sui partecipanti;
- *explanatory studies*, che mettono in relazione i risultati di particolari giocatori con altre variabili;
- *studi comparativi*, che confrontano l'efficacia dei giochi di simulazione con altre modalità di istruzione (Fletcher, 1969 in Keach, Pierfy, 1972).

Quest'ultimo gruppo, nella cui prospettiva si pone la ricerca presentata in questo articolo, contiene elementi degli studi sia descrittivi sia esplorativi, ma essenzialmente focalizza la propria attenzione ad investigare il valore dei giochi di simulazione rispetto alle altre modalità di istruzione. È difficile generalizzare i risultati ottenuti da tali ricerche sia per le differenze che li caratterizzano sia per alcuni errori individuati dagli studiosi che possono indebolire la qualità del procedimento sperimentale. Cherryholmes (1966 in Pierfy, 1977), nonostante sostenga che le differenze nei progetti di ricerca possono minare i tentativi di comparare i risultati, procede a generalizzare i risultati sull'efficacia dei giochi di simulazione.

Molti altri autori hanno seguito il suo esempio e hanno lasciato interessanti resoconti della letteratura sugli studi comparativi.

Un primo resoconto di comparazione emerge dal contributo di Pierfy (1977), che ha esaminato 22 ricerche che comparano i giochi di simulazione progettati per gli studi sociali con l'istruzione convenzionale. Egli è giunto alla conclusione che i giochi di simulazione non sono molto più efficaci dell'istruzione convenzionale. La comparazione è stata effettuata tenendo in considerazione: i risultati di apprendimento, la ritenzione, il cambio di attitudine e l'interesse. Le ricerche sembrano suggerire in generale che ci sono dei vantaggi nella ritenzione dell'informazione, sia nel cambio di attitudini e nell'incremento dell'interesse.

In particolare rispetto ai risultati di apprendimento, desunti dalla somministrazione di test subito dopo il trattamento, non si evincono differenze significative. Il resoconto di Bredemeier e Greenblatt (1981) aggiunge a quelli di Pierfy, la cui revisione viene ripresa dagli autori assieme ai dati, i risultati di altre ricerche, che da un lato confermano le stesse conclusioni mentre dall'altro aggiungono ulteriori precisazioni ricavate dall'analisi di studi successivi. Rispetto ai risultati d'apprendimento, ad esempio, si conferma la carenza di differenze significative sui risultati d'apprendimento e migliori risultati a favore della ritenzione, così per il cambio d'attitudine e per la motivazione ad apprendere. Per il primo risultato gli autori precisano che la superiorità nel cambio di attitudine dipende dalle condizioni in cui il gioco si svolge e per alcuni studenti, mentre per il miglioramento rilevato nella motivazione aggiungono risultati di altre ricerche condotte successivamente al resoconto di Pierfy.

Successivo a questo resoconto è quello della Randel et al. (1992), che copre un periodo di 28 anni, a decorrere dal 1963 fino al 1991. Nell'articolo compaiono solo 68 studi perché sono stati esclusi dalla comparazione tutti quelli in cui non erano presenti dati di ricerca ma si centrava semplicemente l'attenzione sugli aspetti descrittivi dei giochi e delle loro caratteristiche. Una differenza rispetto agli altri resoconti è che la Randel, insieme agli altri autori, nella sua analisi include sia i giochi sia i giochi di simulazione considerati quale sottocategoria dei giochi. Per cui i risultati dei 68 studi riportati riguardano la comparazione sia dei giochi, molti dei quali al computer, sia dei giochi di simulazione rispetto all'istruzione convenzionale impiegati nell'ambito di diverse discipline – scienze sociali, matematica, arte, fisica, biologia, logica – mentre sono stati esclusi i *business game*, perché riguardanti un ambito più accademico, e per l'analisi dei quali si rinvia ad altri contributi. I risultati riportati da Randel et al. sono i seguenti: il 56% non ha riscontrato alcuna differenza; il 32% è a favore dei giochi di simulazione e dei giochi; il 7% è a favore dei giochi di simulazione e dei giochi, ma ritiene i risultati discutibili; il 5% è a favore dell'istruzione tradizionale. Per quanto riguarda la ma-

tematica, sette di otto studi hanno dimostrato che l'impiego dei giochi e dei giochi di simulazione ha determinato migliori risultati. Complessivamente, i giochi e i giochi di simulazione hanno determinato una ritenzione migliore rispetto alla istruzione convenzionale. In 12 di 14 studi, gli studenti hanno riportato maggiore interesse nei giochi e nei giochi di simulazione rispetto all'istruzione convenzionale.

Dall'esame della letteratura relativamente ai giochi di simulazione impiegati nell'ambito della didattica della matematica, si rileva che l'applicazione si ritrova quasi esclusivamente a temi inerenti all'ambito economico, di gestione di denaro o di probabilità e comunque i giochi si configurano spesso solo come simulazioni al computer.

I primi risultati di ricerca possono ritenersi sicuramente un incoraggiamento a procedere con la ricerca per confermare ulteriormente i dati cui sono giunti. La ritenzione, il cambio di attitudine e l'incremento di motivazione potrebbero essere un aspetto sicuramente da indagare considerata anche la stretta connessione tra gli aspetti affettivo-motivazionali e cognitivi ormai riconosciuta dalle recenti ricerche di matrice psicopedagogica e il bisogno di imparare per tutta la vita che richiede la nostra società contemporanea.

#### 4. L'architettura generale

Lo sviluppo del progetto ha comportato la definizione di uno *Spazio di Idea-Azione* all'interno del quale sono confluite da circa due anni, le esperienze e le provenienze professionali di un gruppo di ricerca<sup>1</sup> nel quale si incontrano docenti universitari, insegnanti di vari ordini e gradi di scuola, studenti, lavoratori della curiosità di conoscere, comprendere e condividere<sup>2</sup>.

La definizione di questo spazio si colloca nel progetto e ne rappresenta uno degli oggetti della stessa nostra ricerca. Il lavoro si muove così lungo due direttrici primarie articolate su tre livelli e si colloca in due contesti organizzativi.

Le direttrici sono determinate da:

- i giochi di simulazione
- la didattica della matematica.

Il livelli di riferimento sono:

- la ricerca
- la sperimentazione

1 Si ringraziano per il prezioso contributo i membri del gruppo di ricerca: Prof. Carmelo Piu, Prof.ssa Daniela Olmetti Peja, Prof.ssa Anna Santoro, Dott.ssa Roberta Masci, Dott.ssa Eledia Mangia, Dott. Salvatore Fregola; gli alunni della classe V B della scuola primaria dell' "Istituto comprensivo "M. Montessori" di San Giuliano Milanese (MI) e della classe IV A del II circolo di Genzano (Roma) seguiti magistralmente dalle loro insegnanti; il dott. Michele Di Lisio e l'insegnante Mauro Ciotti, che hanno contribuito a realizzare la fase di tryout del gioco di simulazione in una classe III della Scuola primaria "S. Foruli" di Scoppito, dell'istituto comprensivo "Comenio" L'Aquila. Si ringrazia, infine, per la collaborazione nelle fasi di impostazione e di elaborazione statistica dei dati la Dott.ssa Claudia Abundo.

2 Del gruppo di ricerca fanno parte: Carmelo Piu, Daniela Olmetti Peja, Anna Santoro, Annunziata Marciano, Roberta Masci, Eledia Mangia, Salvatore Fregola, Barbara Barbieri.

- l'azione didattica.  
I contesti in cui si sviluppa sono:
- la ricerca scientifica in ambito accademico
- la ricerca azione e il processo di decisione sulla costituzione di ambienti di apprendimento in ambito scolastico.

Le analisi inevitabilmente si sovrappongono, sono a volte simultanee e non sempre facilmente riconducibili a un univoco contesto di riferimento e a un solo livello mentre, a volte, richiedono la specificazione situazionale per poter essere sostenute e indirizzate verso le direttrici tenendo conto dell'insieme dei vincoli organizzativi dei due contesti nei quali si opera ma, anche, delle risorse disponibili o accessibili con un po' di impegno.

In particolare *le direttrici*, che caratterizzano lo Spazio Idea Azione, sono due: una è costituita da *Simulandia* la città dove si svolge l'ideazione, la progettazione e si realizzano giochi simulazione; l'altra direttrice è definita dalla *didattica della matematica* nella società complessa, in quanto i risultati di apprendimento e la motivazione ad apprendere la matematica continuano ad essere critici mentre il bisogno di pensiero matematico, oltre che di abilità matematiche, è sempre più cogente. I *livelli* che caratterizzano lo Spazio Idea Azione sono tre: il primo livello si riferisce alla *ricerca* che si è focalizzata sulla letteratura concernente i giochi di simulazione con lo scopo di rilevare cosa è accaduto e sta accadendo in quest'ambito in una prospettiva internazionale e si è sviluppata un'ontologia per i giochi di simulazione e sulla letteratura relativa ai sistemi per una didattica della matematica; un primo rilevante risultato è che è stato possibile validare un *pattern*, la transcodifica, che sta orientando le logiche che guidano la costruzione degli ambienti di apprendimento per la didattica della matematica. Per ciò che si riferisce alla *sperimentazione* si sono definiti i protocolli relativi a "Cartolandia", un primo gioco di simulazione, che dal punto di vista matematico affronta il tema geometrico delle isometrie e dal punto di vista psicopedagogico ha lo scopo di esplorare se, e in che misura, i giochi di simulazione possono intervenire su alcuni processi meta cognitivi, affettivi e relazionali e influenzare i criteri da porre a fondamento della costruzione di un sistema per la didattica rivolta ai bambini della società complessa. Per ciò che attiene *l'azione didattica*, questa si è strutturata a partire dal modello di progettazione didattica per obiettivi e la procedura di istruzione ha integrato più modelli d'apprendimento e più schemi d'insegnamento. Il percorso è corredato dei materiali di lavoro, delle schede operative, dei test diagnostici, delle prove di verifica dell'apprendimento, della guida per la gestione delle singole attività e del processo, di materiale multimediale per la formazione degli insegnanti che prendono parte alla fase di diffusione su grandi numeri della ricerca-azione.

Infine i *contesti* che caratterizzano lo Spazio Idea Azione attualmente coinvolti sono: per ciò che attiene gli ambienti accademici le Università dell'Aquila, l'Università Roma Tre e l'Università della Calabria e per ciò che attiene la scuola sono coinvolte scuole elementari di alcune città quali: Milano, Roma, Genzano, Formia, Castrovillari.

## 5. I giochi nella ricerca: scelte metodologiche e pattern della transcodifica

La progettazione dei giochi di simulazione per l'apprendimento della matematica, nella versione qui proposta, realizzata e sperimentata, privilegia alcune scelte metodologiche (Piu A., 2002) riferibili alla definizione di un contesto simulato che:

- consenta agli allievi di fare esperienze che li inducano ad analizzare "modelli" di realtà

quotidiane e a prestare attenzione sugli aspetti matematizzabili (Dienes, 1971). Si cerca, in tal modo, di stimolarli a tirar fuori dalla realtà percepita nel gioco di simulazione gli aspetti che si traducono in fatti matematici per favorire la scoperta guidata e la formazione dei concetti matematici;

- possa favorire attività di esplorazione in conformità con le regole del gioco e in relazione agli obiettivi da perseguire, in cui vengono predisposte situazioni percettivamente diverse di una stessa struttura concettuale cui l'allievo si avvicina anche attraverso la manipolazione di materiali strutturati. Grazie a tale attività esploratoria l'allievo può cogliere come invariante il concetto stesso;
- consenta lo sviluppo di processi di comprensione dei concetti matematici seguendo un percorso che procede verso la costruzione simbolica che esprime il concetto stesso, via via per astrazione fino alla sua formalizzazione. Il problema non è quindi solo di “fornire al bambino schemi adeguati, ma di avviare il bambino a una rappresentazione simbolica per lui significativa, facendo in modo che i simboli evocino un significato e che il bambino colga l'importanza del rappresentare sia per capire che per comunicare” (Vergnaud, 1994);
- faciliti la costruzione del linguaggio matematico, mediante la definizione di una *zona prossimale* fra il linguaggio di cui l'allievo ha padronanza e la sua evoluzione verso il linguaggio matematico, dando vita a codici intermedi tra il linguaggio naturale e il linguaggio matematico stesso, mediante un processo di transcodificazione;
- possa valorizzare in maniera simultanea, in un processo di apprendimento, gli aspetti cognitivi e sociali e quelli affettivi e relazionali (Montuschi, 1987; 1993), favorendo le attività di interazione con gli altri soggetti e quelli di “esplorazione con il pensiero bambino”.

### 5.1. Il Pattern della Transcodifica

Il *pattern* della transcodifica è posto a fondamento della ricerca e dell'azione didattica di questo lavoro. Dal punto di vista didattico il pattern si propone di organizzare il linguaggio, il luogo del compito e l'ambiente di apprendimento definendo i percorsi organizzati su più livelli di astrazione allo scopo di facilitare la costruzione di un linguaggio che sia “fruibile” e da porre a fondamento della costruzione del linguaggio matematico formale.

Come è noto, il linguaggio matematico è basato su un codice formale economico per rappresentare concetti, strutture, teorie semplici e ad alto livello di complessità formale ma i processi di comunicazione si basano comunque sulla sintonia che emittente e destinatario riescono a condividere utilizzando un codice comune. Se il codice è quello matematico, occorre che emittente e destinatario lo padroneggino entrambi per comunicare di matematica. Nella relazione di insegnamento-apprendimento ciò che per l'insegnante è codice già posseduto, per il bambino è codice da costruire e allora occorre prevedere momenti di scambio e di interazione per mediare fra il livello dei significati che emittente e destinatario, insegnante e bambini, intendono o attribuiscono, a partire dal proprio repertorio di conoscenza e di esperienza.

Nel processo di transcodificazione si conserva l'oggetto della comunicazione, la sua struttura, il concetto che si vuole scoprire o formalizzare, la regola che si applica.

Il codice, che presenta il massimo livello di astrazione possibile per il destinatario, può non coincidere con il codice specifico del linguaggio matematico e il grado di formalizzazione nel codice matematico può non essere accessibile al bambino affinché egli possa esprimere con consapevolezza e padronanza strutturale i significati sottesi.

E allora si tratta di costruire codici intermedi che prendono avvio da quelli noti, magari basati sul linguaggio naturale e sui modi di rappresentare la realtà da parte del bambino, in

modo che siano decodificabili i significati e pertanto i codici stessi utilizzati siano “in sintonia” con le competenze e capacità di astrazione, proprie della fase di sviluppo del pensiero matematico in cui si trova ciascun allievo.

Questo approccio è vicino alla concezione sostanziale della matematica ma non trascura il fatto che la concezione formale della matematica debba necessariamente rappresentare un punto di arrivo del suo processo di insegnamento-apprendimento, almeno fino a quando non si è acquisito un primo livello di padronanza del codice che, a sua volta, si porrà a fondamento di nuovi livelli via via più formali.

Si può dire che è necessario un rigore sostanziale da perseguire nell'approccio all'utilizzo di un codice intermedio durante il processo di costruzione del linguaggio matematico. Lo scopo è che questo codice possa fare da guida nell'atteggiamento da promuovere per favorire la possibilità di accogliere il rigore formale che caratterizza i codici che la matematica pone a fondamento del suo esprimersi.

La transcodifica, così, può favorire le condizioni affinché il rigore sostanziale che si introduce abbia almeno due caratteristiche:

- sia minimo necessario per evitare di introdurre livelli di approssimazione inopportuni nell'utilizzo dei codici intermedi;
- riduca il rischio di determinare un apprendimento parziale, distorto oppure guidato da misconcezioni.

Il processo di transcodifica trova un riferimento implicito nella Montessori quando proponeva di costruire oggetti e ambienti a misura di bambino. Il processo di transcodifica può essere definito, come una ricerca di parole per dire cose della matematica in modo tale che il repertorio di parole utilizzato ponga le condizioni affinché il bambino possa:

- a. sentire un senso di adeguatezza nell'accedere al codice che si utilizza e che si costruisce;
- b. cogliere la relazione che c'è fra le parole che si utilizzano e i significati intesi;
- c. conquistare la padronanza di utilizzare un codice via via più formale e sempre più vicino, sempre più prossimo, al codice matematico.

“Transcodifica” dal punto di vista didattico può essere considerata una competenza dell'insegnante di costruire ambienti che rispettino le tre condizioni indicate e che siano accessibili, siano sfidanti e favoriscano i processi di astrazione finalizzati a cogliere e rappresentare i concetti, le regole e le relazioni matematiche oggetto del processo di insegnamento-apprendimento.

## 6. Ipotesi e metodologia della sperimentazione

L'ipotesi del progetto di ricerca è che i giochi di simulazione da utilizzare come ambienti di apprendimento possano contribuire allo sviluppo dell'autonomia e dell'autoefficacia dei soggetti, nella misura in cui consentono di focalizzare l'attenzione su abilità matematiche agite in contesti significativi che, oltre a essere messi in relazione alla vita quotidiana, richiedono la ricerca di soluzione di problemi relativi a questioni autentiche, valide e significative dal punto di vista dei processi di apprendimento che si intendono sviluppare e possono essere messi in relazione a situazioni di azione sulla realtà grazie alla simulazione di situazioni isomorfe.

L'ipotesi del progetto di ricerca, dunque, è che, rispetto ai percorsi tradizionali, i giochi di simulazione e gli ambienti del compito che li utilizzano possono influenzare sia l'apprendimento specifico di concetti matematici, sia alcune funzioni dell'apprendimento e alcune variabili che facilitano l'acquisizione, lo sviluppo e il consolidamento delle abilità che caratterizzano il pensiero matematico e la costruzione del suo linguaggio.

L'ipotesi di ricerca è così articolata:

Rispetto alla lezione tradizionale l'impiego del gioco di simulazione può:

- H(1) = facilitare l'apprendimento delle conoscenze e delle abilità del pensiero matematico
- H(2) = facilitare la ritenzione delle conoscenze e il consolidamento di abilità del pensiero matematico
- H(3) = migliorare la motivazione all'apprendimento della matematica
- H(4) = migliorare l'autoefficacia scolastica e sociale percepita.

Dal punto di vista metodologico il progetto ha impiegato un approccio sperimentale. Sono stati coinvolti gruppi sperimentali (ai quali si propone il gioco di simulazione Cartolandia) e gruppi di controllo (ai quali si propone una lezione tradizionale), ambedue appartenenti alla stessa classe di provenienza. Ai gruppi così individuati sono stati somministrati: pre-test e post-test sull'apprendimento, sull'autoefficacia sociale e scolastica, sulla motivazione ad apprendere della geometria e un follow-up sull'apprendimento dopo 30 giorni. L'aspettativa è di verificare l'ipotesi di un cambiamento tra pre-test e post-test come effetto della realizzazione del progetto. I due gruppi hanno condiviso gli stessi curricula, mentre la conduzione delle due differenti proposte didattiche è stata affidata allo stesso insegnante di classe. Mediante apposite griglie sono stati valutati i materiali prodotti e/o impiegati dai gruppi nelle classi per affrontare le situazioni problematiche e la discussione sulle ipotesi di risoluzione prospettate dagli allievi.

Prima di avviare la sperimentazione è stata sviluppata una fase di try-out di ciascun gioco, finalizzato alla validazione dei materiali e delle prove di verifica (Piu, Fregola, 2010), per poi procedere fino alla definizione dei protocolli di ricerca, quindi della procedura di sperimentazione, di descrizione, di analisi dei dati e di interpretazione dei risultati.

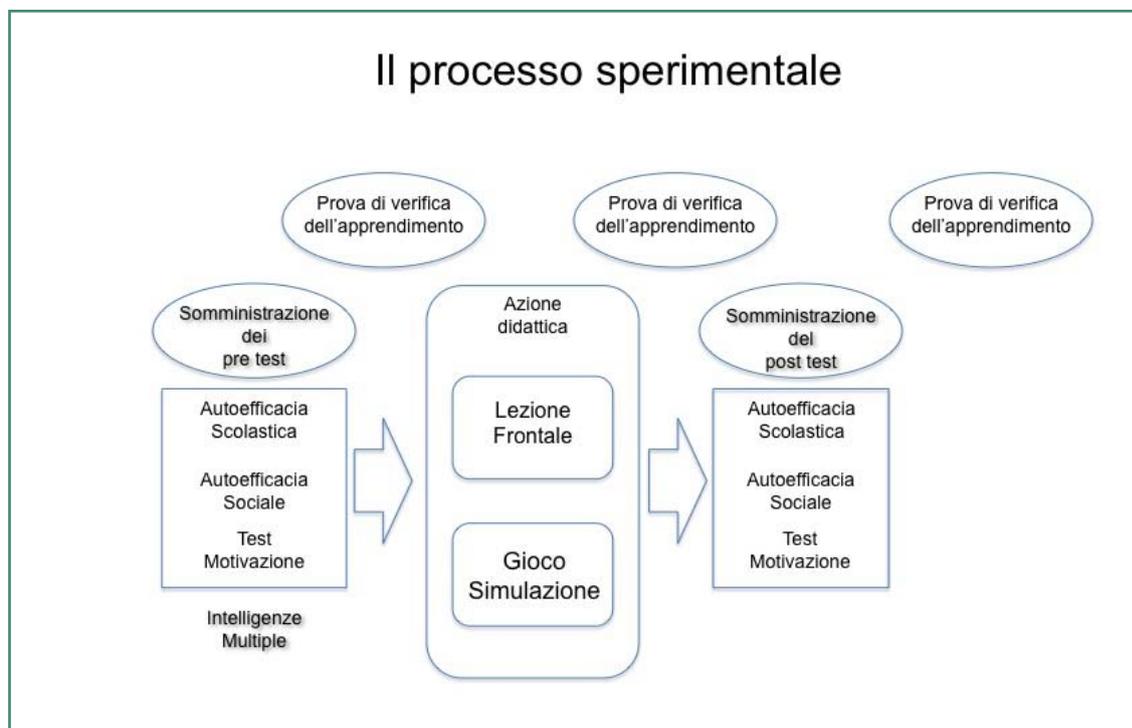


Fig. 1: Il processo sperimentale

## 7. Cartolandia<sup>3</sup>

Cartolandia è un gioco di simulazione progettato da Angela Piu, Cesare Fregola e Anna Santoro<sup>4</sup>. È un gioco ambientato all'interno di una città di carta, in cui un giorno avviene un terribile furto, quello della prima carta geografica della città, il simbolo della città stessa, che si trovava nel museo cittadino.

### Lo scenario



Cartolandia è una cittadina tranquilla, in cui vivono milioni di carto-abitanti, la cui vita trascorre serena. Un giorno uno stropiccio continuo e inarrestabile sveglia improvvisamente i carto-abitanti: sono i movimenti repentini dei carto-investigatori, che circolano per la città. - Cosa sarà mai successo? - Si chiedono i carto-abitanti. - Un tremendo furto! - rispondono altri.

Dalla sala del carto-museo cittadino è stata rubata la prima carta geografica della città, il simbolo della città stessa. - Chi mai sarà stato? - Si chiedono i carto-abitanti. - Bisogna assolutamente cercare il colpevole e recuperare la carta geografica! - continuano ancora - Iniziano allora le ricerche....e aumenta lo stropiccio ...



Fig. 2: lo scenario di Cartolandia

L'obiettivo del gioco per i partecipanti è quello recuperare la carta geografica e cercare il colpevole sulla base degli indizi a disposizione. La ricerca del colpevole, che viene affidata ai carto-investigatori, avviene nel carto-laboratorio, luogo in cui è possibile analizzare il carto-tappeto, un lungo foglio su cui sono riportate le orme dei diversi visitatori del museo, e le sagome dei visitatori, ossia le fotografie di coloro che sono entrati nel museo e si sono avvicinati alla mappa.

<sup>3</sup> I materiali di Cartolandia sono coperti da Copyright e disponibili presso gli autori agli indirizzi: [angela.piu@cc.univaq.it](mailto:angela.piu@cc.univaq.it); [cfregola@uniroma3.it](mailto:cfregola@uniroma3.it);

<sup>4</sup> La Prof.ssa Anna Santoro è membro del gruppo di ricerca, nonché coautrice del gioco di simulazione. Insegna *Scienze Matematiche Fisiche Chimiche e Naturali* presso la scuola secondaria di I grado "L. Milani" dell'Istituto Comprensivo "M. Montessori" di San Giuliano Milanese (MI). Un contributo rilevante nella realizzazione di alcuni materiali è stato fornito dalla Dott.ssa Eledia Mangia che ha curato anche la sperimentazione presso la Scuola Primaria di Genzano.

## Il carto-laboratorio Sezione speciale “Isometrie”

Carto-tappeto e fotocamere

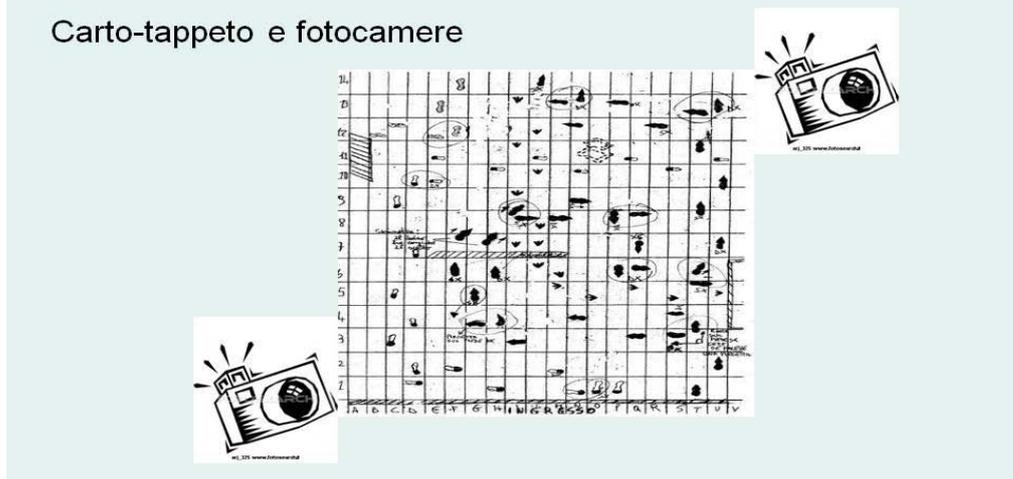


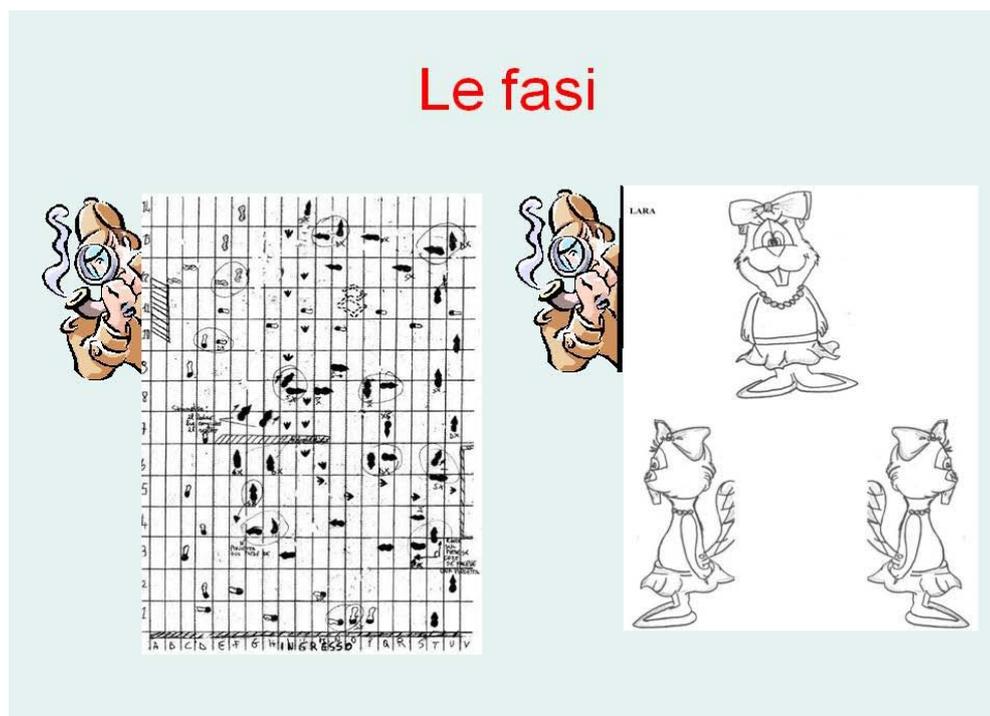
Fig. 3: la sezione speciale della “isometrie” del carto-laboratorio

La ricerca del colpevole avviene servendosi di lucidi sui quali si riportano orme e/o sagome che si sovrappongono attenendosi a delle regole precise, per verificare se coincidono. Si può effettuare questa operazione in diversi modi:

1. Si può lasciare “scivolare” lateralmente, in avanti e indietro, l’orma o la sagoma disegnata sul lucido, senza staccare il foglio dal pavimento
2. Si può far “ruotare” la figura puntando una puntina sull’angolo del lucido
3. Si può “ribaltare” il lucido mantenendo la stessa distanza del margine del foglio dalle rispettive figure (orme e sagome).
4. Si può lasciar “scivolare” lateralmente, in avanti e indietro, l’orma o la sagoma disegnata sul lucido e poi farla anche ruotare puntando una puntina sull’angolo del lucido.

Non sempre è possibile utilizzare tutti i modi per confrontare le figure, per cui è necessario che i carto-investigatori discutano sulle diverse metodologie che di volta in volta è possibile utilizzare. Ogni volta che si eseguono le azioni suddette (punti 1, 2, 3 e 4), inoltre, è necessario che i partecipanti disegnino su un foglio in maniera sintetica, per poi comunicarlo al *carto-generale*, cosa è stato fatto. Si possono inventare uno o più simboli per ricordarsi cosa è stato fatto e cosa è cambiato nell’orma o nella sagoma dopo che è stato effettuato il lavoro con il lucido.

Per iniziare il lavoro si può analizzare il tappeto con le orme e individuare quelle che hanno “percorso” tutto il tappeto. Si può effettuare questo lavoro nel carto-lab, seguendo tutte le istruzioni per utilizzare gli strumenti a disposizione e le regole alle quali attenersi. Una volta individuate le diverse tipologie di orme, se appartengono a diverse persone, per avere la certezza di non sbagliare, si può procedere ad analizzare anche le fotografie, ossia confrontare le sagome delle fotografie scattate dinanzi alla carta-geografica con quelle scattate all’ingresso del museo.



**Fig. 4: le fasi dello svolgimento del gioco di simulazione**

Una volta individuato il colpevole, che dovrà riconsegnare la carta geografica, per essere certi di aver proceduto con rigore e scientificità si deve, necessariamente, dimostrare che il colpevole sia effettivamente quello individuato. Si devono, pertanto, sottoporre tutte le indagini al vaglio del carto-generale, al quale si deve comunicare il modo in cui sono state condotte le indagini nel carto-lab, nella sezione speciale delle “isometrie”.

Il percorso e le attività seguite durante il gioco, nonché la discussione finale, si prefiggono di creare le condizioni affinché i partecipanti conseguano i seguenti obiettivi specifici d’apprendimento: individuare figure congruenti dirette e inverse, definire il concetto di isometria, definire/individuare le caratteristiche delle isometrie in relazione alla figura, al verso di percorrenza, al movimento, individuare figure congruenti dirette e inverse utilizzando la traslazione, la rotazione, la simmetria oppure la combinazione di traslazione e rotazione, inventare e utilizzare un “codice” economico condiviso dal gruppo per comunicare le caratteristiche delle isometrie, riportate in tabella.

	Traslazione	Rotazione	Simmetria assiale
<b>Il movimento</b>	Avviene sul piano	Avviene sul piano	Avviene nello spazio
<b>La figura</b>	Non si deforma	Non si deforma	Non si deforma
<b>Nella figura</b>	Le distanze fra i suoi punti rimangono costanti	Le distanze fra i suoi punti rimangono costanti	Le distanze fra i suoi punti rimangono costanti
<b>La faccia della figura</b>	Rimane invariata	Rimane invariata	Cambia
<b>Il verso di percorrenza del contorno</b>	Rimane invariato	Rimane invariato	Cambia

Tab. 1: le caratteristiche delle isometrie

## 8. La sperimentazione

La sperimentazione pilota è stata condotta su due classi di scuola primaria, nelle quali l'argomento delle isometrie non era stato ancora affrontato (V B della scuola primaria "Istituto comprensivo "M. Montessori" di San Giuliano Milanese – Milano; IV A del II circolo di Genzano – Roma). In queste classi, dopo un primo periodo di formazione rivolto agli insegnanti sui contenuti matematici e sui processi relativi alla conduzione del gioco di simulazione e della lezione, è stata proposta l'esperienza di Cartolandia<sup>5</sup>.

### 8.1. La determinazione dei gruppi

Di seguito si descrive il dettaglio relativo alla formazione dei gruppi, alla conduzione della sperimentazione e ai risultati ottenuti: la V B della Scuola Montessori di San Giuliano Milanese è una classe a tempo pieno costituita da ventisei alunni, di età compresa tra i nove e dieci anni. Ai fini dell'elaborazione dei dati (tenendo conto degli assenti), i bambini sono stati suddivisi in: 11 alunni nel gruppo sperimentale, 10 alunni in quello di controllo; la IV A del II° Circolo Didattico di Genzano di Roma – Plesso De Amicis – è una classe modulare costituita da ventidue alunni, di età compresa tra gli otto e i nove anni. Ai fini dell'elaborazione dei dati (tenendo conto degli assenti), i bambini sono stati suddivisi in due gruppi: 9 alunni in quello sperimentale, 9 alunni in quello di controllo. Per definire i gruppi sperimentale, relativo al gioco di simulazione, e di controllo, relativo alla lezione frontale classica,

5 Cartolandia è uno dei due giochi progettati nell'ambito del progetto di ricerca che si è sviluppato negli anni scolastici 2007-2008 e 2008-2009, anno scolastico in cui è stata svolta la sperimentazione.

è stato somministrato a ciascun bambino il test sulle intelligenze multiple (Verbale, Visiva, Logica, Musicale, Cinestetica, Naturalistica, Esistenziale, Interpersonale, Intrapersonale) di Gardner elaborato da McKenzie W. (2006).

Le risposte sono state successivamente analizzate attraverso una *cluster analysis*, una tecnica di riduzione dei dati che raggruppa casi o variabili in base a misure di similarità. Dai risultati ottenuti con tale metodo sono stati determinati per ognuna delle due classi il gruppo sperimentale e il gruppo di controllo, costituiti con una struttura simile rispetto alle caratteristiche rilevate con il test.

In figura 5 e 6 sono riportate le fasi in cui si è, rispettivamente, articolata la lezione e il gioco e le relative funzioni.



Fig. 5: le fasi della lezione

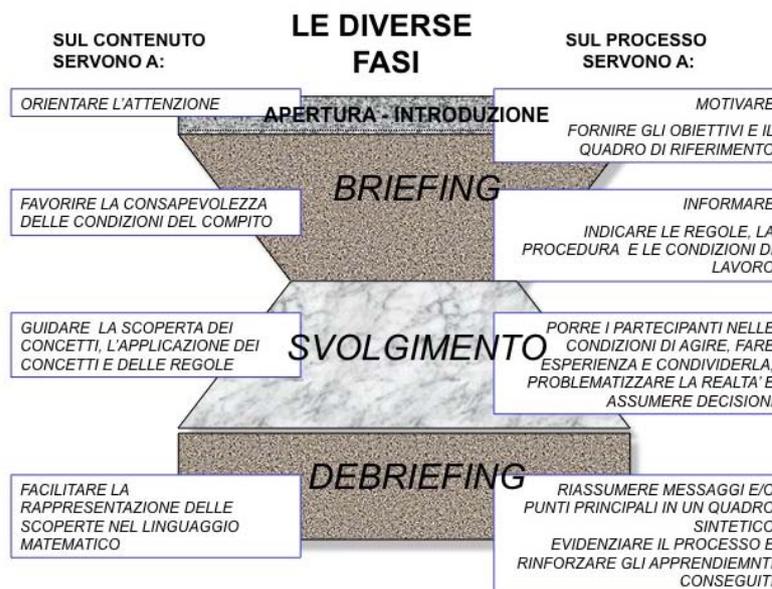


Fig. 6: le fasi del gioco di simulazione

## 8.2. I test

I test utilizzati per studiare l'andamento dei fenomeni oggetto della sperimentazione sono i seguenti:

- il test sull'autoefficacia sociale, di autovalutazione della capacità di agire all'interno della società, rispetto ad una scala numerica di capacità (Caprara, 2001) [range di variabilità da 13 a 52].
- il test sull'autoefficacia scolastica, di autovalutazione della capacità di apprendere ed organizzare lo studio delle varie materie scolastiche, rispetto ad una scala numerica di capacità (Caprara, 2001) [range di variabilità da 19 a 76].
- il test di motivazione all'apprendimento della geometria. Questo test, comprendendo critiche sia positive sia negative sulla materia, ma valutate con la stessa scala, viene ricodificato con una nuova scala al fine di trattare tutte le risposte contemporaneamente. (Rheinberg, 2006) [range di variabilità da 10 a 50].
- una verifica dell'apprendimento sulle isometrie realizzata in funzione degli obiettivi di apprendimento indicati nel progetto didattico [range di variabilità da 0 a 28].

La batteria di test è stata somministrata nella fase di pre-test insieme alla prova di verifica dell'apprendimento.

Dopo la fase della partecipazione al gioco e alla lezione, sono stati nuovamente proposti agli alunni i test già somministrati nella fase iniziale e la stessa verifica di apprendimento è stata, inoltre, somministrata nuovamente dopo circa 30 giorni.

## 8.3. L'impostazione dell'analisi dei dati

L'analisi comparativa tra i momenti pre e post test, con i due ambienti di apprendimento nelle singole classi, è stata effettuata con tecniche differenti a seconda che si tratti di singole classi o dello studio dell'intera scuola o del totale delle scuole in cui si è svolta la sperimentazione, per motivi metodologici.

Per l'analisi comparativa tra i momenti pre e post test, per le due tipologie di ambienti di apprendimento, oltre ai classici indicatori sintetici (media, scostamento, campo di variazione ...) si è utilizzata un'analisi della varianza (ANOVA) per misure ripetute così da determinare se esistono differenze statisticamente significative sui punteggi ottenuti sul test di apprendimento, prima e dopo, per le due tipologie di ambienti di apprendimento: lezione frontale e gioco di simulazione.

Nell'approccio multivariato all'analisi dei dati i disegni che contengono sia fattori fissi che random sono disegni misti. Tra questi rientrano quindi anche i disegni in cui uno o più fattori sono confrontati ripetendo le misure sugli stessi soggetti. L'analisi comparativa del totale delle rilevazioni in diverse classi si sta effettuando con un modello lineare a effetti misti, in cui le classi sono codificate ed inserite nel modello come effetti aleatori.

## 9. Discussione dei risultati

Le analisi comparative per ciascuna classe hanno portato ad alcune evidenze significative di miglioramento nel confronto tra il gioco di simulazione e la lezione frontale. Di seguito vengono discusse nello specifico solo quelle variabili rispetto alle quali sono emerse differenze nel confronto tra il gruppo sperimentale e quello di controllo.

### V B - Scuola Montessori di San Giuliano Milanese

Dall'analisi dei test dell'*autoefficacia sociale*, nella fase di *pre-test* emerge che il gruppo coinvolto nel gioco di Cartolandia ottiene punteggi leggermente più bassi dell'altro (i punteggi vanno da 33 a 52 per il gruppo lezione con valore medio pari a 44,1, da 34 a 47 per il gruppo sperimentale con valore medio 42,7). La differenza tra i due gruppi quasi si annulla nella fase post sperimentazione, *post-test*, pur rimanendo più alti i valori rilevati nel gruppo lezione (punteggi da 40 a 51 per il gruppo lezione, media 45,8, e da 33 a 50 per il gruppo sperimentale, media 45,5). Comunque si evidenzia un miglioramento delle prestazioni tra il pre e il post test in entrambi i gruppi, che risulta maggiore per il gruppo che ha partecipato al contesto di gioco. In particolare le differenze medie tra post e pre test, nella scala di riferimento, sono rispettivamente di 1,73 nel contesto classico e di 2,8 in quello di gioco. I livelli sono entrambi crescenti, ma sembrerebbe che il modello che descrive la situazione di gioco di simulazione, grazie a una didattica interattiva ed impostata sul gioco, possa essere considerato come un chiaro vantaggio per i bambini dal punto di vista delle competenze sociali.

Per l'*autoefficacia scolastica* nei test iniziali il gruppo sperimentale ottiene punteggi leggermente più bassi dell'altro (punteggi da 53 a 74 e media 63,2 nel gruppo lezione, da 47 a 68 e media 59,7 per il gruppo sperimentale). La differenza tra i due gruppi diminuisce leggermente nella fase post test (con punteggi da 52 a 75 e media 63,6 per il gruppo lezione e da 52 a 75 con media 61,3 per il gruppo sperimentale). I risultati evidenziano poi che il gruppo sperimentale ottiene un miglioramento maggiore: in media le differenze tra pre e post test sono di 0,45 nella scala di riferimento per la lezione frontale e di 1,6 per il gioco di simulazione Cartolandia. Si evince che la partecipazione al gioco potrebbe avvantaggiare i bambini anche sulla autopercezione dell'autoefficacia scolastica.

Per quanto riguarda poi il *Test sulla Motivazione in Geometria* dai risultati emerge una flessione dei valori fra pre e post test del gruppo della lezione frontale (la variazione media è di -2,5 punti). Mentre nel gruppo sperimentale la tendenza rimane sostanzialmente immutata (la variazione media è di soli -0,1 punti).

Nella fase iniziale i due gruppi ottengono punteggi sostanzialmente uguali (da 26 a 44 con media 35,5 nel gruppo lezione, da 25 a 42 nel gruppo sperimentale con media 34,9), mentre si differenziano leggermente nella fase successiva alla sperimentazione con punteggi più elevati nel gruppo a cui è stato proposto il gioco Cartolandia (per il gruppo lezione i punteggi vanno da 28 a 41 con media 33, mentre per il gioco vanno da 27 a 45 con media 34,8).

#### IV A del II° Circolo Didattico di Genzano di Roma – Plesso De Amicis

Dall'analisi dei test sull'*autoefficacia sociale* i due gruppi, di controllo e sperimentale, presentano entrambi una crescita, con una significatività maggiore per il gruppo sottoposto all'esperienza Cartolandia: i valori medi infatti aumentano in valore assoluto rispettivamente di 0,5 e di 1,2 punti. Il gruppo sperimentale presenta, sia nei test iniziali che in quelli finali, punteggi più elevati di quelli ottenuti dal gruppo di controllo (nel pre test del gruppo sperimentale i valori vanno da 32 a 48 con media 41,9, mentre in quello del gruppo lezione da 30 a 45 con media 35,7; nel post test del gruppo sperimentale i punteggi variano da 35 a 49 con media 43,1, mentre quelli del gruppo lezione da 29 a 42 con media 36,2).

Nei test sull'*autoefficacia scolastica* i punteggi ottenuti nel gruppo sperimentale sono maggiori di quelli ottenuti in quello di controllo (nel pre test del gruppo sperimentale i valori vanno da 55 a 63 con media 57,9, mentre in quello del gruppo lezione da 37 a 68 con media 50,5; nel post test del gruppo sperimentale i punteggi variano da 52 a 67 con media 60,2 e nel gruppo lezione da 44 a 63 con media 54,0). I due gruppi, presentano entrambi una crescita, che risulta leggermente più elevata per il gruppo di controllo: l'aumento del punteggio, in valore assoluto, rilevato per il gruppo lezione è di 3,5 punti e per il gruppo gioco è di 2,3.

I dati relativi alla *motivazione nello studio della Geometria* indicano che la motivazione dei bambini allo studio della materia risente positivamente della lezione svolta in modalità di gioco, presentando risultati più elevati rispetto a quella svolta con la lezione frontale: infatti l'aumento in valore assoluto della media del gruppo sperimentale si attesta su 4,0 punti mentre quello del gruppo lezione rimane leggermente più basso (1,2 punti). Nella fase di pre test le prestazioni medie degli allievi, suddivisi tra i due gruppi, sono state molto simili (il gruppo sperimentale ha ottenuto un punteggio medio di 32,0 con min 26 e max 40, mentre il gruppo lezione media 32,2 con min 22 e max 39). Nella fase successiva i due gruppi si sono differenziati maggiormente a favore del gruppo sperimentale che ha fornito prestazioni migliori (per il gruppo sperimentale da 31 a 42 con media 36,0 e per il gruppo lezione da 27 a 38 con media 33,3).

L'analisi dei dati relativa alle due classi ed elaborata sulla base delle ipotesi di ricerca ha portato a una conferma delle ipotesi inerenti i singoli costrutti presi in esame (autoefficacia sociale e scolastica, motivazione nello studio della geometria a favore del gruppo sperimentale di una sola classe). In particolare si ritiene che sia significativo il miglioramento riscontrato nei risultati ottenuti dai gruppi sperimentali e tale da suggerire di approfondire e verificare questa significatività, in termini di dimensioni campionarie più ampie, così come previsto dagli obiettivi della ricerca.

Rispetto alle prime due ipotesi, si è rilevato che gli item a risposta chiusa, inseriti nella prova di apprendimento con l'intenzione di "misurare" i livelli di comprensione dei concetti matematici, non si sono rilevati efficaci per dare indicazioni sul pattern della transcodifica. In proposito è stato comunque possibile svolgere una ricognizione dei termini utilizzati dai bambini e la mappa dei significati da loro proposti nelle risposte agli item a risposta aperta, inseriti nella prova di verifica, è stata oggetto di un confronto grazie all'analisi di un filmato che è stato possibile realizzare e che ha consentito di rilevare l'utilizzo dei termini nel corso del gioco. Si è osservato che nella lezione tradizionale buona parte del processo di scelta dei termini per esprimere i concetti contiene o termini esatti o termini distanti dal significato

da intendere, mentre i bambini che hanno partecipato al gioco utilizzano una varietà di termini più ampia. In altre parole, l'esigenza di comunicazione della "scoperta" dei singoli concetti sembra che possa favorire la costruzione del linguaggio matematico. Via via che scaturisce l'esigenza di una precisione sempre più accurata si introducono i termini in modo sempre più specifico riducendo l'ambiguità del linguaggio naturale pur mantenendo le relazioni fra le parole utilizzate dai bambini durante il gioco di simulazione e le parole dei matematici.

Quanto osservato in via preliminare ha consentito una ulteriore fase di ricerca sugli strumenti di analisi che è in fase di elaborazione, che prevede l'utilizzo della *logica fuzzy* per la lettura e l'interpretazione dei dati relativi alle prime due ipotesi.

La verifica delle ipotesi H(1) e H(2) ha fatto scaturire, dunque, la necessità di una rilettura del processo che si è sviluppato nel gioco di simulazione in relazione al pattern della trascodifica, aprendo un nuovo campo di esplorazione sulla costruzione del linguaggio matematico per mettere in relazione i vari livelli di astrazione con il linguaggio che li può rappresentare.

## 10. Considerazioni conclusive

Come si evince dalla suddetta presentazione il gioco di simulazione si è dimostrato un ambiente significativo al confronto con quello della lezione frontale, che pure mantiene le proprie funzioni. Si ritiene che quest'ultima, dunque, più che essere messa a confronto con il gioco, possa costituire un ambiente che dal gioco può trarre spunti per meglio dare struttura al processo di apprendimento.

Si possono, inoltre, già fare inferenze significative che sono state oggetto di ulteriore attenzione nella nuova fase della sperimentazione già in atto. Infatti, nell'esperienza di ricerca che si è svolta e che si sta conducendo si è dimostrato rilevante, e si sta confermando, il livello di consapevolezza di esigenze di *conoscenza* e di *modelli integratori di conoscenze* pedagogiche, della psicologia dell'apprendimento, matematiche che possano fare da guida alle decisioni metodologico-didattiche mettendo in relazione l'esperienza didattica consolidata o in formazione degli insegnanti e le possibilità che le innovazioni potrebbero offrire nella ricerca e costruzione di ambienti di apprendimento. A questa consapevolezza si affianca quella delle oggettive difficoltà che si presentano nella gestione dei vincoli organizzativi e suggerisce l'esigenza di costruire modalità di collaborazione fra i ruoli della scuola (dirigenti, insegnanti e figure di coordinamento) e i ruoli dei ricercatori, in modo tale da facilitare il coinvolgimento di ciascuno in un processo che richiede molteplici competenze che necessitano di confronto, scambio, integrazione e comunque di condivisione di finalità, obiettivi, metodologie che si muovono su direttrici differenti anche se con un unico orizzonte di scopo.

Da un punto di vista più istituzionale, una considerazione che si è sviluppata dall'analisi è relativa all'incidenza che la scuola può avere nel variare gli ambienti di apprendimento con scopo di poter tenere conto dell'evoluzione dei modi di interagire dei bambini con il mondo reale e le sue trasformazioni per incidere sulla motivazione ad apprendere la matematica.

Come dire nello spazio di ricerca azione si sta presentando una prospettiva di dinamica che oltre a confermare o confutare le ipotesi pone nella condizione di prendere in considerazione i contesti e le relative culture organizzative e nello stesso tempo tenere sotto monitoraggio i risultati, gli obiettivi, le finalità e, oltre ai processi che si sviluppano, il *sistema*

*complesso* che si va a costituire. Comunque, in questa complessità, la dimensione ludica che ha attraversato il gioco di simulazione con i bambini, con gli insegnanti e i ricercatori è riconoscibile in ognuna delle scuole in cui si è svolto il progetto.

## 11. Prossimi sviluppi

Nell'ambito della ricerca il gioco di simulazione è stato proposto come esperienza relazionale e occasione formativa, al fine di promuovere processi di apprendimento, partecipazione sociale, governo dell'affettività, modulazione delle emozioni. I risultati ottenuti con la sperimentazione pilota hanno consentito di avviare un lavoro che sta coinvolgendo più classi. L'incremento di motivazione e di autoefficacia scolastica e sociale rappresentano un aspetto sicuramente da approfondire, considerata anche la stretta connessione tra gli aspetti affettivo motivazionali e cognitivi e il bisogno di imparare per tutta la vita in una molteplicità di ambienti di apprendimento formali e informali. L'aspetto più rilevante evidenziato dalla ricerca è proprio la dimensione dell'interdipendenza fra le azioni dei bambini che si strutturano con lo sviluppo del gioco.

Si sta ipotizzando di questa sperimentazione in una prospettiva di analisi più ampia delle percezioni, delle emozioni che spingono un allievo a studiare e migliorarsi nell'apprendimento e dell'intervento di processi meta cognitivi che possono influenzare l'autoefficacia e l'autonomia dell'apprendere per tutta la vita. In proposito si è completata la progettazione dei protocolli per integrare il modello dell'Analisi Transazionale nella gestione dell'interazione didattica al fine di intervenire sulle variabili affettive che possono influenzare il processo di apprendimento, oltre che il miglioramento delle competenze relazionali già validato dal modello stesso in più contesti organizzativi ed educativi.

Si sta svolgendo una ricerca in letteratura sui Giochi di Simulazione applicati ai casi di difficoltà di apprendimento; si è completata l'ideazione e la progettazione di un gioco di simulazione in ambiente algebrico, "La città delle percentuali", e ha preso avvio la fase di sperimentazione.

Si stanno mettendo a punto i protocolli per la sperimentazione di Cartolandia con bambini con deficit sensoriali.

È in fase di svolgimento presso il I circolo di Formia De Amicis la formazione degli insegnanti che attueranno il percorso su Cartolandia in 7 classi quarte.

Il *pattern della transcodifica* ha evidenziato l'esigenza di considerare gli apprendimenti matematici come risultato di più processi da esplorare e ha evidenziato alcuni limiti dell'utilizzo della logica tradizionale per ciò che attiene anche alla verifica dell'apprendimento. Per questo si è avviato un processo di analisi dei risultati che utilizza la logica sfumata, *fuzzy*, che consente di codificare una tassonomia di significati che possono rappresentare l'evoluzione della conquista della padronanza dei termini specifici del linguaggio matematico a partire dai termini della lingua che i bambini utilizzano nelle fasi di sviluppo del gioco. In particolare si vuole esplorare se l'ambiente di simulazione consente di: a) osservare alcuni processi di costruzione della conoscenza dei concetti proposti (relativi alle isometrie); b) fare da scaffolding alla messa in atto di fattori caratterizzanti l'autoefficacia scolastica e l'autoefficacia sociale, che hanno trovato riscontro nel coinvolgimento, nella partecipazione e nel clima che si è sviluppato durante e al termine del gioco; c) osservare come l'esigenza di comunicazione che la struttura del gioco stimola a porre in atto implica una necessaria forma di elaborazione del pensiero che si organizza grazie ai concetti che si vanno a costruire e a far propri.

## Riferimenti bibliografici

- Anderson J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge: Harvard University.
- Bredemeier M. E., Greenblat C. S. (1981). The educational effectiveness of simulation games: a synthesis of findings. *Simulation Gaming* 12, 307.
- Caprara G.V. (2001). *La valutazione dell'autoefficacia. Costrutti e strumenti*. Trento: Erickson.
- Cornoldi C. (1995). *Metacognizione e Apprendimento*: Bologna: il Mulino.
- Dienes Z. P. (1971). *Le sei tappe del processo d'apprendimento in matematica*. Firenze: OS.
- Domenici G., Frabboni F. (2007). *Indicazioni per il curricolo. Scuola dell'infanzia, primaria e secondaria di primo grado*. Trento: Erickson.
- Fischbain E., Vergnaud G. (1992): *Matematica a scuola: teorie ed esperienze*. Bologna: Pitagora.
- Fregola C. (2007). La bussola, il sussidiario, la virtualizzazione nell'educazione matematica. In A. Curatola, O. De Pietro (Ed.), *Saperi, competenze, nuove tecnologie. Metodi e strumenti nella formazione*: Roma: Monolite.
- Keach E. T., Pierfy D. A. (1972). The effects of a simulation game on learning of geographic information at the fifth grade level. Final Report. Athens: University of Georgia.
- Laeng M. (1991). *Percorsi Didattici*. Teramo: Lisciani.
- Mc Kenzie W. (2006). *Intelligenze multiple e tecnologie per la didattica. Strategie e materiali per diversificare le proposte di insegnamento*. Trento: Erickson.
- Montuschi F. (1987). *Vita affettiva e percorsi dell'intelligenza*. Brescia: La Scuola.
- Montuschi F. (1993). *Competenza affettiva e apprendimento*. Brescia: La Scuola.
- Olmerti Peja D. (2010). Towards the construction of a system of maths teaching. In A. Piu, C. Fregola (Eds.), *Simulation and Gaming for Mathematical Education: Epistemology and Teaching Strategies*. Hershey: IGI Global.
- Pellerey M. (1999). Le conoscenze matematiche. In C. Pontecorvo (Ed.), *Manuale di psicologia dell'educazione* (pp. 221-241). Bologna: il Mulino.
- Piaget J. (1973). *La costruzione del reale nel bambino*. Firenze: La Nuova Italia.
- Pierfy D.A. (1977). Comparative simulation game research: stumbling blocks and steppingstones. *Simulation and Games*, 8, 255-268.
- Rheinberg F. (2006). *Valutare la motivazione. Strumenti per l'analisi dei processi motivazionali*. Bologna: Il Mulino.
- Piu A. (2002). *Processi formativi e simulazione. Aspetti teorici e dimensioni operative*. Roma: Monolite.
- Piu A., Fregola C. (2010). I giochi di simulazione per l'apprendimento della matematica: un progetto pilota. *Psicologia e Scuola*, 11, 50-57.
- Piu C. (2010). Simulation games: ontology. In A. Piu, C. Fregola (Eds.). *Simulation and gaming for mathematical education: epistemology and teaching strategies*. Hershey: IGI Global.
- Randel J. M., Morris, B. A., Wetzell, C. D., Whitehill B.V. (1992). The effectiveness of games for educational purposes. a review of recent research. *Simulation Gaming*, 23, 261.
- Resnick L. B. (1987). *education and learning to think*. Washington: National Academy.
- Semeraro R. (1999). *La progettazione didattica. Teorie, metodi, contesti*. Firenze: Giunti.
- Sfard A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 1.
- Vergnaud G. (1994). Le rôle de l'enseignement à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. In M. Artigue, R. Grass, C. Laborde, P. Tavinot (Eds.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France* (pp. 177-191). Grenoble: La Pensée Sauvage.