

# **Maptool in azione: test comparato sull'efficacia della valutazione quantitativa di mappe concettuali in una scuola primaria**

**S. Fraioli, P.E. Selva<sup>o</sup>, C. Giovannella<sup>o+</sup>  
Scuola Iad<sup>o</sup> e MIFAV<sup>+</sup>,  
Università di Roma Tor Vergata  
info@mifav.uniroma2.it**

## **Sommario**

In questo articolo vengono presentati i risultati di uno studio sulle emergenze cognitive degli alunni di una classe V elementare, effettuato nel corso dell'erogazione in presenza di un modulo sul corpo umano. La valutazione delle emergenze cognitive - variazioni delle "mental print" - ottenuta con l'ausilio del pacchetto Maptool - ha consentito di monitorare sia le variazioni medie dell'insieme degli studenti (valutazione del processo) che quelle di ciascun singolo. Nel caso dei singoli studenti si è studiata anche l'esistenza di correlazioni tra indicatori quantitativi derivabili da una più approfondita analisi delle mappe concettuali e delle "mental print" e i risultati ottenuti in un contemporaneo test di valutazione sommativa basato su domande a risposta aperta. Il confronto ha evidenziato come sia possibile derivare dalle mappe concettuali in maniera self-consistente degli indicatori i cui valori sono fortemente correlati a quelli ottenuti dagli studenti nel test sommativo di fine corso.

## **1. Introduzione**

Come è noto la mappa concettuale è nata con la teoria dell'apprendimento di David Ausubel [Ausubel 1968] e al pari della mappa semantica [Quillian 1968], che da essa deriva, costituisce un potente strumento di rappresentazione, condivisione e co-costruzione della nostra conoscenza [Novak 1984]. Un così potente e complesso strumento, tuttavia, non era stato mai considerato, almeno sino a poco tempo fa, quale punto di partenza per la realizzazione di strumenti di monitoraggio quantitativi.

L'utilizzo e l'analisi delle mappe concettuali in chiave valutativa, infatti, sono rimasti confinati da sempre in un ambito prettamente qualitativo ed affidati esclusivamente alle capacità interpretative dei singoli valutatori [Varisco 1995] [Costamagna 2004]. In effetti, in letteratura, sino al 2003, sul fronte delle implementazioni informatiche di tool multiplatforma per valutazioni basate su mappe concettuali si potevano reperire solo alcuni applicativi che consentivano:

a) la valutazione dell'apprendimento concettuale basata sulla ricostruzione di una mappa con conseguente valutazione della correttezza delle relazioni [Giovannella e Selva 2003], o l'esecuzione di test del tipo "riempi con il concetto mancante" [Kornilakis 2004];

b) lo studio dell'interazione collaborativa nell'ambito di attività di problem solving" o di costruzione di basi di conoscenza condivise [Avouris e al. 2003], [Lingnau e al. 2003].

E' solo di recente [Giovannella et al. 2005], che si è arrivati a mostrare come sia possibile valutare quantitativamente le mappe concettuali ed estrarre da esse delle vere e proprie immagini mentali, "mental print", correlabili alla percezione che il soggetto in esame possiede di uno specifico dominio al momento della realizzazione della mappa. Le "mental print" sono grafici radar in cui vengono riportate le percentuali di utilizzo di concetti appartenenti a categorie, e/o supercategorie, di uno specifico dominio di conoscenza (per maggior dettagli si veda gli articoli citati e oltre). Esempi di "mental print" in cui sono state utilizzate rispettivamente 4 e 7 supercategorie sono riportate in fig. 1 e fig. 2a.

Nello stesso articolo abbiamo mostrato come il monitoraggio delle "mental print" consenta anche di seguire l'evoluzione della percezione di dominio e, dunque, lo sviluppo della cognizione. La sperimentazione effettuata su di un corso universitario di Teoria e tecnica dei linguaggi fotografici mostrò, tra l'altro l'esistenza di una correlazione qualitativa tra l'evoluzione della forma della "mental print" e il voto finale dell'esame: i voti più elevati vengono ottenuti da persone in grado di accomodare, con progressione, le "nozioni" ricevute all'interno di una struttura cognitiva salda; risultati quantitativi medio bassi, invece, vengono riportati da studenti la cui "mental print" subisce significative oscillazioni durante lo svolgimento del programma del corso.

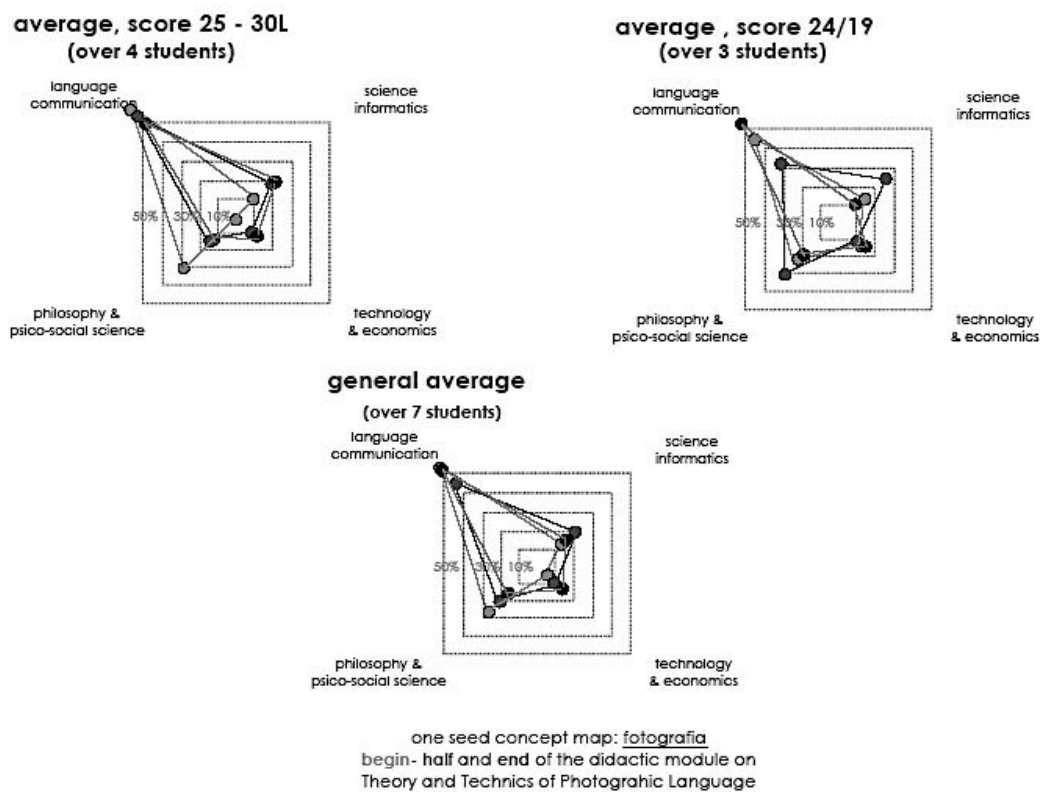


Fig. 1 - grafici radar - "mental print" medie per gruppi di studenti suddivisi in base al voto riportato all'esame

Studi simili realizzati su di un altro dominio di conoscenza, quello dell'Interaction Design, hanno mostrato come le "mental print" siano in grado di evidenziare le differenze nella percezione di uno specifico dominio non solo a livello personale ma, anche, a livello di scuole di provenienza. In altre parole ricercatori provenienti da uno stesso laboratorio tendono a mostrare notevoli similarità nella forma della loro "mental print" [Giovannella 2005],

Benchè gli studi sopra descritti abbiano già mostrato come sia possibile ottenere dalle "mental print" informazioni quantitativo-qualitativo molto importanti per la profilatura utente e per molte altre applicazioni, con questo articolo abbiamo ritenuto necessario andare oltre e porre le seguenti due domande:

a) sarebbe possibile andare oltre l'indicatore qualitativo di forma fornitoci dalle "mental print" e ricavare degli indicatori numerici quantitativi significativi della percezione dell'utente rispetto ad uno specifico dominio, in modo da poter utilizzare i test con le mappe concettuali in forma alternativa o complementare ai test di valutazione tradizionali ?

b) potrebbe il metodo di analisi quantitativa delle mappe da noi proposto essere di più generale applicazione, o la sua efficacia deve considerarsi confinata ai domini di conoscenza presi in esame sino ad ora ?

Per tentare di dare una risposta a tali domande abbiamo deciso di realizzare un esperimento in una classe V elementare durante l'erogazione in presenza di un modulo didattico dedicato al corpo umano.

## **2. La metodologia applicata**

La metodologia applicata alla raccolta dei dati è stata la stessa descritta in [Giovannella et al. 2005], e qui di seguito viene succintamente riproposta esclusivamente per rendere più agevole la lettura dell'articolo.

Dopo aver spiegato agli studenti in cosa consiste una mappa concettuale, è stato chiesto loro in più momenti - dopo poche lezioni dall'inizio del modulo didattico, dopo l'ultima lezione e in alcuni momenti intermedi - di disegnare una mappa concettuale a partire da un concetto seme. Per concetto seme si intende quel concetto che si chiede allo studente di disegnare, come primo concetto, al centro della mappa. La sua funzione è quella di aiutare lo studente a circoscrivere il dominio di conoscenza di riferimento. Il concetto seme utilizzato è stato lo stesso per tutte le mappe: "corpo umano". Agli studenti non sono state date ulteriori indicazioni, salvo la preghiera di orientare le relazioni tra concetti, e sono stati lasciati liberi di organizzare a proprio piacimento le loro mappe in un tempo massimo di 12 minuti. Agli studenti non è stato dato alcun preavviso circa il giorno in cui si sarebbe chiesto loro di disegnare le mappe concettuali. Causa la scarsa disponibilità di risorse informatiche in dotazione alla scuola, le mappe concettuali sono state disegnate dagli alunni su dei fogli di carta di dimensione A4.

In occasione della realizzazione dell'ultima mappa, la quarta, gli studenti sono stati sottoposti anche ad un test di valutazione tradizionale basato su domande a risposta aperta.

Una volta raccolte, le mappe sono state informatizzate e trasferite su database, grazie all'apposito strumento di disegno messo a disposizione dal programma di valutazione delle mappe, Maptool. Successivamente si è passati alla classificazione dei concetti utilizzati dagli studenti nella realizzazione delle loro mappe concettuali. Ricordiamo, infatti, che per il calcolo e la visualizzazione delle "mental print" è necessario che tutti i concetti utilizzati nell'ambito di uno specifico dominio siano classificati in categorie. Qualora, poi, il numero delle categorie dovesse risultare eccessivo per la rappresentazione delle "mental print", si deve procedere ad una classificazione/accorpamento delle categorie in supercategorie.

Ovviamente la classificazione dei concetti deve essere considerata un'attività frutto di negoziazione tra i membri del gruppo di gestione della valutazione, da svolgersi in maniera del tutto simile a quanto avviene nella definizione delle ontologie di dominio. E' da notare, comunque, che classificazioni tra loro differenti possono indurre una modifica nella forma della rappresentazione della "mental-print" ma non una variazione sui risultati della comparazione tra soggetti. La classificazione dei concetti è l'unico input necessario a MapTool e, una volta realizzata, viene applicata a tutte le mappe presenti nel database, nonché a tutte quelle che vi verranno immesse in futuro. Il programma analizza la corrispondenza tra i concetti utilizzati dall'utente e l'appartenenza di tali concetti a specifiche categorie e supercategorie. Calcola la distribuzione statistica dei concetti e permette, infine, di ottenere la "mental print" dello studente. Da queste, poi, si possono ricavare delle "mental print" medie.

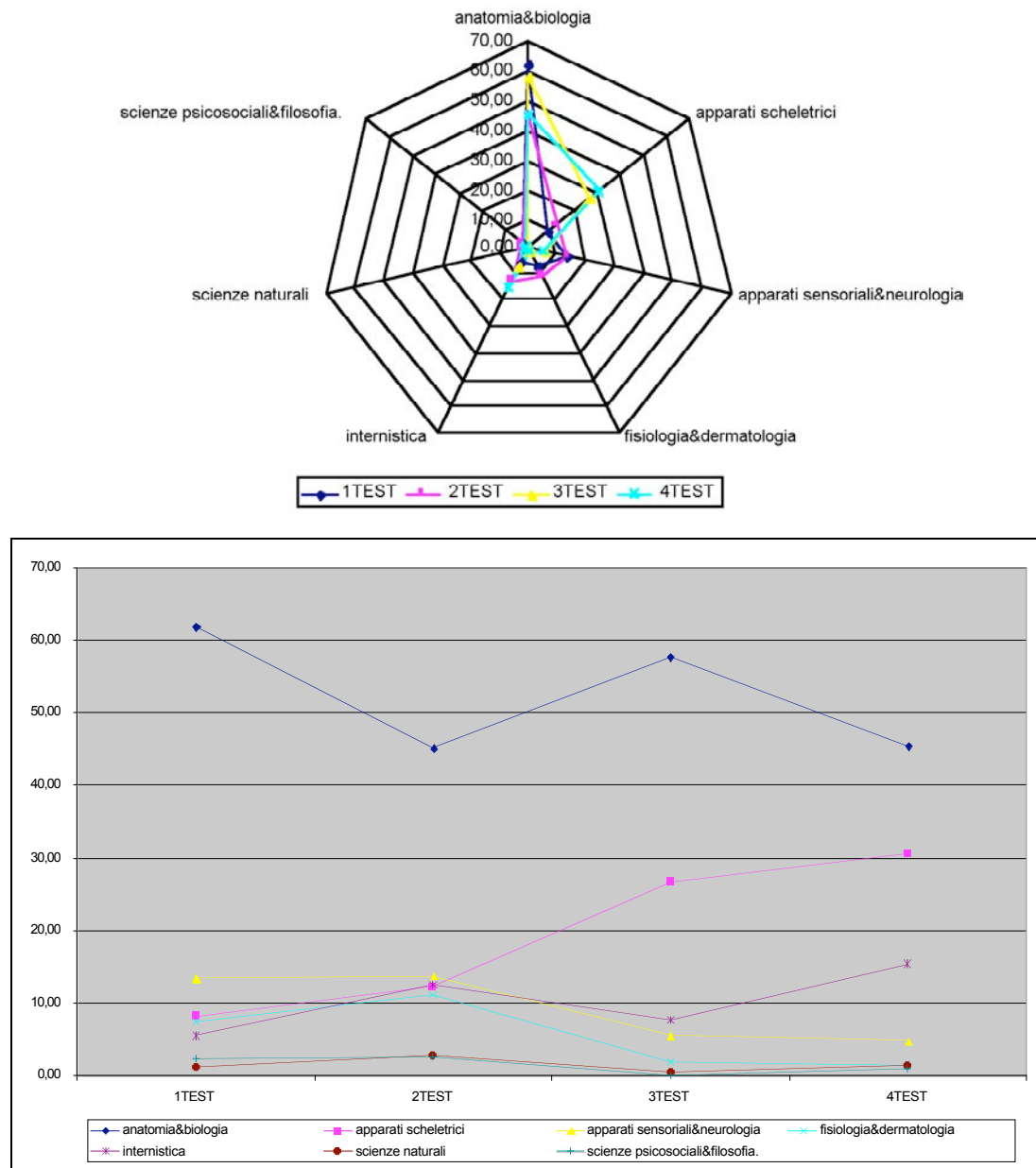
### **3. I risultati ottenuti**

A questo studio hanno partecipato 19 studenti, 9 dei quali sono stati presenti tutte durante tutti quattro i test.

Tramite Maptool, sono stati classificati circa 250 termini che rappresentano l'intero magazzino semantico utilizzato dall'insieme degli studenti nel corso dello studio. Essi sono stati raggruppati in 18 categorie che a loro volta sono state accorpate in 7 supercategorie. Categorie e supercategorie sono state definite anche in base ad un consulto con personale medico. Per la rappresentazioni delle "mental print" e per i successivi passi dell'analisi di seguito riportata si è deciso di concentrarci sulle sole supercategorie: anatomia&biologia, apparati scheletrici, apparati sensoriali&neurologia, fisiologia&dermatologia, internistica, scienze naturali, scienze psicosociali&filosofia.

Una volta che Maptool ha fornito la rappresentazione di tutte le mappe concettuali si è proceduto ad una valutazione del quadro d'insieme tramite il calcolo delle "mental print" medie, vedere fig. 2a e 2b. Lo "scatter plot", fig. 2b, è stato utilizzato per fornire al lettore meno aduso alla lettura di grafici radar una visione "temporale" espansa degli andamenti percentuali delle supercategorie. Da tale figura si può osservare, per esempio, che: la supercategoria Anatomia&Biologia a cui appartengono i termini generici e quelli riferiti agli argomenti trattati precedentemente al primo test è sempre presente, ma con percentuale che scende nel tempo a favore delle altre categorie; i termini della categoria Apparati scheletrici incrementano nel II e III test consistentemente con il periodo in cui sono stati trattati gli argomenti di

pertinenza; altre supercategorie come Apparati sensoriali&neurologia e Fisiologia&dermatologia hanno avuto un leggero incremento tra primo e secondo test (periodo in cui sono stati trattati gli argomenti di pertinenza) e poi decrescono, attestandosi su di un livello che potremo definire di "persistenza" dei termini appartenenti a tali supercategorie; la rilevanza della supercategoria Scienze psicosociali&filosofia, che contiene i termini più generici e meno adatti ad una descrizione scientifica del dominio oggetto di studio, decresce nel tempo, come è ragionevole che avvenga.



Queste osservazioni mostrano come il quadro d'insieme che si ricava dell'evoluzione delle "mental print" medie possa considerarsi consistente con l'evoluzione del modulo erogato e tale da permettere di procedere con tranquillità all'esame delle "mental print" dei singoli studenti.

Tuttavia, dal momento che scopo del presente lavoro è quello di individuare possibili indicatori quantitativi, estraibili dalle "mental print", da utilizzare a scopo di monitoraggio e valutazione, non ci soffermeremo qui sull'analisi dell'evoluzione della forma delle "mental print" di ciascun studente, ma passeremo direttamente ad illustrare come si è proceduto nella ricerca dei suddetti indicatori e nella loro comparazione con i voti riportati dagli studenti nel test finale sommativo, basato su domande a risposta aperta.

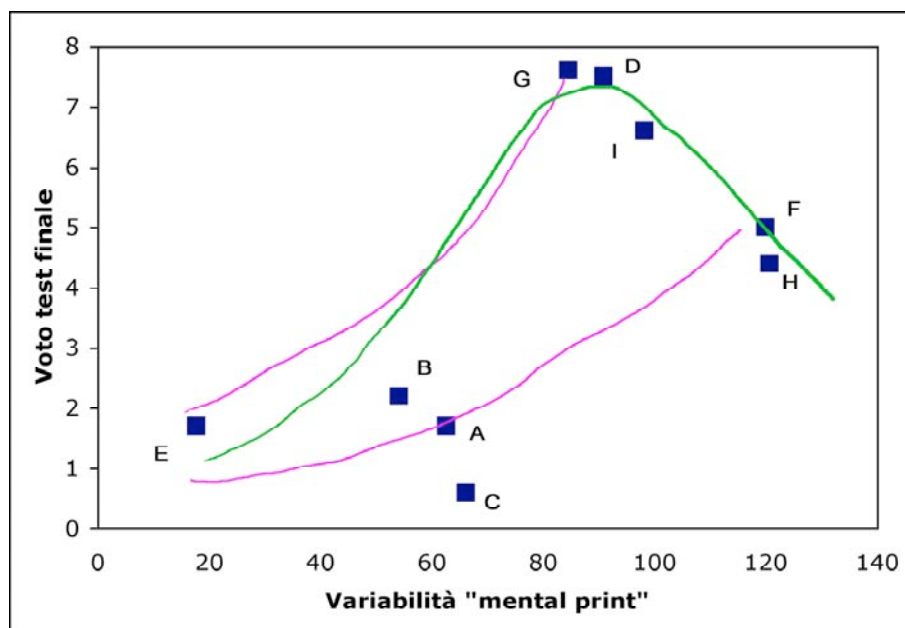


Fig. 3 - Variabilità integrata delle "mental print" di 9 studenti, calcolata sui quattro test e riportata in u.a. vs. voto riportato nel test sommativo finale

Come ci si potrebbe aspettare in base a quanto scritto nel paragrafo introduttivo, il primo dei possibili indicatori presi in considerazione è stata la somma delle variazioni percentuali di ciascuna supercategoria tra una "mental print" e la successiva - indicatore che abbiamo definito "variabilità della mental print" - integrata su tutti e quattro i test effettuati, vedere fig. 3. Le linee continue sono delle guide per gli occhi

I risultati di tale figura danno adito a due possibili interpretazioni:

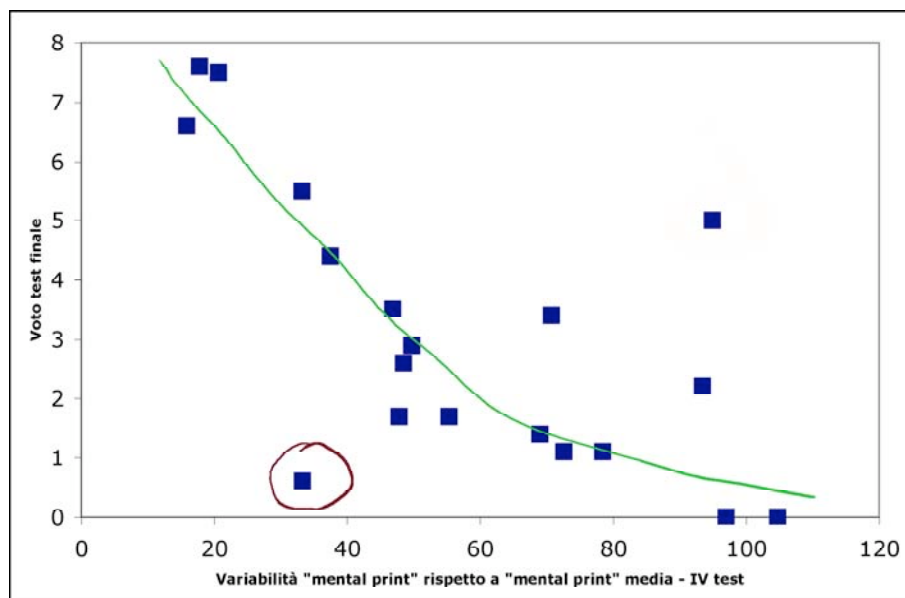
a) la prima, più "conservativa", indicherebbe semplicemente una correlazione positiva tra la variabilità integrata delle "mental print" e il voto riportato nel test finale, (vedere linee continue viola); alla luce di questa interpretazione l'elasticità mentale rappresenterebbe comunque un fattore positivo;

b) la seconda un po' più "spinta", sottolineata dalla riga continua verde, sembrerebbe indicare che l'eccessiva elasticità mentale conduce ad un decremento del voto riportato nella valutazione sommativa; statisticamente non ci sono i numeri sufficienti per poter decidere tra le due ipotesi ma l'esperienza passata, vedi paragrafo introduttivo, mostrerebbe come questa seconda ipotesi debba essere presa in seria considerazione.

Un secondo indicatore preso in considerazione è stato il numero di supercategorie in cui ricadevano i termini utilizzati dagli studenti. Come era logico aspettarsi, esso cresce con l'avanzare del corso ed è proporzionale al

voto del test sommativo finale, Tuttavia la sua fascia di variabilità è troppo ampia per poter essere considerato un indicatore poco più che qualitativo.

Entrambi i suddetti indicatori, ad ogni modo, sono utili per ottenere delle informazioni integrate sul processo di formazione e sulle caratteristiche dei singoli studenti ma non possono essere applicate all'analisi di un singolo test.



*Fig. 4 - Variabilità integrata delle "mental print" del IV test (tutti gli studenti), calcolata rispetto ad una "mental print" media (vedi testo), e riportata in u.a. vs. il voto riportato nel test sommativo finale*

Il passo successivo è stato, quindi, quello di individuare un possibile indicatore utile all'analisi di un singolo test. In prima battuta ci siamo dovuti servire di un'informazione esterna alle mappe concettuali: il voto riportato dagli studenti nel test finale sommativo. Conoscendo i voti abbiamo calcolato una "mental print" media del IV test, utilizzando le sole "mental print" degli studenti che avevano riportato un voto sufficiente al test. Successivamente abbiamo calcolato lo scarto delle "mental print" di ciascun studente dalla "mental print" media, integrando su tutte le supercategorie. I risultati dell'esame delle mappe di tutti e 19 gli studenti che hanno partecipato al test finale sono riportati in fig.4. Ancora una volta la linea continua è stata tracciata come guida per gli occhi. Il grafico, molto incoraggiante, mostra una forte correlazione tra il voto finale e la variabilità delle mappe e ci ha convinto a spingere oltre l'analisi e a ragionare su come poter ricavare un indicatore direttamente dalle "mental print" senza la necessità di ulteriori input esterni.

Abbiamo, quindi, cominciato con l'interrogarci su come mai il punto cerchiato in rosso, corrispondente allo studente C, fosse caratterizzato contemporaneamente da una variabilità relativamente bassa e da un voto altrettanto basso: l'ispezione visiva della mappa ci ha mostrato che un certo numero di relazioni non erano plausibili/corretti. Ciò ci ha condotto, esclusivamente per i nove studenti presenti a tutti i test, a marcare le relazioni con una flag di plausibilità/correttezza e a calcolarci per ciascuna mappa il rapporto relazioni totali su relazioni corrette,  $R_L=L/Lc$ .

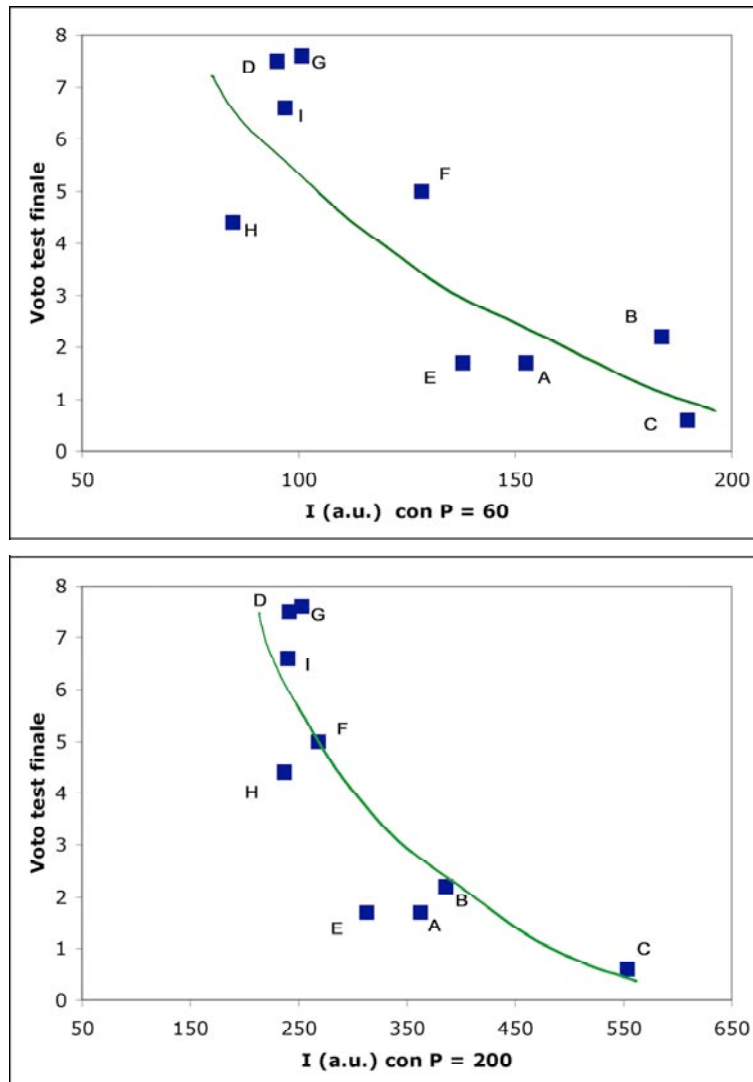


Fig. 5 - Indicatore I in a.u. vs. voto riportato nel test finale per due diversi valori del parametro P: a) P=60, b) P=200

Una volta ottenuto  $R_L$  abbiamo definito un valore soglia,  $R_{Ls} = 1,10$ , e abbiamo ricalcolato una "mental print" media ricavandola da tutte le mappe concettuali che risultavano avere un valore di  $R_L$  inferiore a  $R_{Ls}$ . Ottenuta la nuova "mental print" media abbiamo ricalcolato la variabilità delle "mental print" dei 9 studenti,  $V_{MP}$ , e abbiamo definito un indicatore che in prima battuta si è ipotizzato dipendere linearmente sia da  $V_{MP}$ , che da  $R_L$ ; in tale indicatore è stato introdotto un parametro P, quale peso di  $R_L$ :

$$I = V_{MP} + P * R_L;$$

Abbiamo calcolato I e riportato i risultati ottenuti in fig. 5 per due valori di P: P=60 e P=200. Dalle due figure si può ben vedere che la correlazione tra il parametro I e il voto riportato nel test finale è molto forte. La forma funzionale della correlazione, tuttavia, dipende molto dal valore del peso che si associa a  $R_L$ ; maggiore è P, meno lineare e meno dispersivo appare l'andamento della dipendenza.

#### **4. Conclusioni**

In questo lavoro abbiamo dimostrato come il metodo di valutazione quantitativa delle mappe concettuali, che si serve del programma Maptool, sia di applicabilità molto vasta. Dopo gli studi svolti in passato, dedicati a corsi universitari e alla valutazione della percezione di dominio dei ricercatori coinvolti nel settore dell'interaction design, qui se ne è dimostrata la sua utilità anche a livello di scuola primaria, come pure la sua applicabilità ad un dominio di conoscenza ben diverso da quelli già esaminati in precedenza: il corpo umano. L'analisi dell'evoluzione della "mental print" media, infatti, si è rivelata un buon indicatore dell'evoluzione della cognizione degli alunni in funzione dell'evoluzione del corso erogato.

Inoltre, risultato ben più importante, con questo lavoro si è dimostrato che l'analisi quantitativa delle mappe concettuali e delle "mental print" non fornisce esclusivamente indicazioni sulle sole variazioni del magazzino semantico acquisibile da un individuo nel corso dei suoi studi, ma permette di individuare in maniera self-consistente (ovvero senza l'input di ulteriori parametri esterni) indicatori quantitativi strettamente correlati con il voto riportato dagli studenti nel corso di un tradizionale test sommativo basato su domande a risposta aperta.

In base a tali risultati, benchè resti ancora abbondantemente aperto il capitolo legato alla definizione della migliore legge funzionale, ci sentiamo di poter affermare che il metodo da noi proposto si candida, quantomeno, per un'approfondita sperimentazione finalizzata a validarlo quale metodo aggiuntivo, se non alternativo, dei metodi tradizionali.

I vantaggi principali risiedono

- nel minore livello di discrezionalità dei risultati; ricordiamo infatti che gli unici input richiesti sono la classificazione dei concetti usati in categorie e supercategorie e l'assegnazione di una flag di plausibilità/correttezza dei link proposti (notare che la flag potrebbe assumere anche valori variabili da 0 a 1); ricordiamo, altresì, che tali input vengono inseriti una volta per tutte ed utilizzati per l'analisi automatizzata di tutte le mappe attinenti allo specifico dominio;

- nella naturale emergenza dello spazio di rappresentazione dall'artefatto realizzato dallo studente, ovvero dalla mappa concettuale; ricordiamo, infatti, che nel caso di test con domande a risposta multipla, al contrario di quanto avviene per le mappe concettuali, lo spazio n-dimensionale di rappresentazione è predefinito dallo spazio delle domande e delle risposte.

#### **5. Riferimenti bibliografici**

Ausubel D.P.(1968), Educational Psychology: a Cognitive View, New York, Holt, Reinhart and Winston, (trad. it. -1991-, Educazione e processi cognitivi, Milano, Angeli).

Avouris N. et al. (2003), Real-Time Collaborative Problem Solving: A Study on Alternative Coordination Mechanism, in Advanced Learning Technologies - Proc. ICALT 2003, pp. 86-90 e

Avouris N. et al. (2003), "On tools for analysis of collaborative problem solving", in Advanced Learning Technologies - Proc. ICALT 2003, 390-391

Costamagna C. (2004), Mappe concettuali e apprendimento significativo su [Form@re](http://formare.erickson.it/archivio/aprile_04/costamagna.html) [http://formare.erickson.it/archivio/aprile\\_04/costamagna.html](http://formare.erickson.it/archivio/aprile_04/costamagna.html)

Giovannella C., comunicazione privata

Giovannella C., Selva P.E, Serafini L., Bruni A. (2003b), Conceptual maps as a core for tools to manage content and to allow conceptual assessment in e-learning platform, in Proc. ICALT 2003, pp. 400-401.

Giovannella C., Selva P.E(2003), Collaborative Content Management and Evaluation by Means of Conceptual Maps, in Proc. CSCL 2003 - Communication and Interaction, pp. 25-27

Giovannella C., Selva P. E. (2004), Curricula planner and User Modeler based on Concept Map. Toward a concept map-centric E-learning environment: Home University - in Proc ICALT 2004, pag. 858

Giovannella C., Selva P.E., Coco S. (2005), "MapEvaluator: analisi quantitativa di mappe concettuali per la valutazione dei processi di apprendimento", in "Didamatica 2005" ed. by A. Andronico, N. Cavallo, A. De Michele, M. Fasano, p. 53

Kornilakis H., Grigoriadu M., Papanikolau K.A., Gouli E. (2004), Using WordNet to Support Interactive Concept Map Construction, in Proc ICALT 2004, pag. 600

Lingnau A. et al. "Enriching Traditional Classroom Scenarios by SeamLess Integration of Interactive Media", in Advanced Learning Technologies - Proc. ICALT 2003, pp. 310-311

Quillian, M.R. (1968) Semantic Information Processing, Cambridge: MIT Press

Novak J.D., Gowin D.B. (1984), Learning how to Learn, Cambridge, CUP (trad. it. -1989-, Imparando ad imparare, Torino, SEI).

Varisco B. M. (1995), Mappe concettuali: una bussola per l'insegnamento-apprendimento universitario? Una ricerca pilota, in Vertecchi B. (a cura di), Per una nuova qualità della scuola, Tecnodid, Napoli.