

Analisi strutturale e funzionale di problem solving logici: dalla verifica empirica all'applicazione educativa

*(Functional and structural analysis of logic problem-solving:
from empirical verification to educational application)*

Dolores Rollo e Silvia Perini

Università degli Studi di Parma

Il modello descrittivo proposto dall'analisi sperimentale del comportamento permette, com'è noto, di spiegare i processi cognitivi complessi, non diversamente da quelli semplici, sistematizzando l'interazione tra il comportamento individuale e gli stimoli ambientali nella classica contingenza a tre termini -stimoli antecedenti con funzione discriminativa, risposte comportamentali e stimoli conseguenti con funzione rinforzante. Anche per l'attività di soluzione di problemi viene dunque proposta una sequenza di unità interazionali, in cui alle fasi di attenzione, di percezione e di attuazione, comuni a tutte le categorie conoscitive, se ne aggiunge una intermedia di alterazione, critica per modificare la situazione contestuale, risolvere il problema e accedere all'evento rinforzante.

Affermare che tutte le situazioni di problem solving sono suscettibili di analisi funzionale e che si possono scomporre in sequenze di interazioni semplici, gerarchicamente articolate fino al conseguimento del rinforzatore (Catania, 1984; Bijou, 1997; Perini, 1997), non significa d'altra parte sostenere che tutte abbiano in partenza lo stesso livello strutturale, e che dunque richiedano catene di risposte della medesima lunghezza o di uguale complessità. La gamma di variabilità è in questo senso amplissima; si va dal completamente covert al completamente overt. Ciò non è sufficiente a giustificare -per descrivere, prevedere, controllare, e quindi spiegare, tanto la soluzione, quanto le modalità impiegate per accedervi-, il richiamo a ipotetiche doti naturali né ad altrettanto ipotetiche strutture mentali. Catene algoritmiche adeguate rispondono in modo più elegante, oltre che più parsimonioso, alla comprensione del fenomeno. Non solo. Nella misura in cui l'essenza di un'abilità cognitiva è riducibile ad un algoritmo di comportamenti, cioè a «un insieme di passaggi progressivi per raggiungere un obiettivo» (Bijou, 1997, pag. 56), appare immediatamente evidente la possibilità di insegnare,

l'abilità insegnando l'algoritmo (Bijou & Baer, 1978; Perini & Bijou, 1993; Bijou, 1997; Perini, 1997). Sulla rilevanza dell'implicazione educativa di un punto di vista del genere non sembra necessario insistere oltre.

E' nel corso della fase di alterazione della situazione problematica che l'algoritmo svolge un ruolo critico. E' infatti in questo momento del processo che ci si trova di fronte alla necessità di rendere overt una serie, più o meno lunga ed articolata, di attività covert che, se non esplicitate, non consentono i comportamenti appropriati di deduzione, di induzione, di riduzione e così via, grazie ai quali la soluzione viene *scoperta*.

Nella tradizione della logica classica la differenza fra le due forme più utilizzate del ragionamento si riferisce, com'è noto, oltre che al modo di procedere verso la conoscenza anche a specifiche qualità delle informazioni cui danno accesso. Le inferenze deduttive portano a conclusioni implicite già nelle premesse e dunque se sono logicamente valide sono anche necessariamente vere. Al contrario le inferenze induttive possono talvolta non essere vere, in quanto le conclusioni cui portano vanno oltre ciò che è permesso stabilire come vero sulla base delle informazioni contenute nelle premesse (Bochenski, 1956). Accade dunque che, pur logicamente valida, la conclusione sia in questi casi funzionalmente falsa. Da un punto di vista funzionale ciò che è critico non è tanto la capacità di seguire un percorso logicamente valido quanto quella di prendere decisioni accurate circa la verità o meno delle premesse; solo se sono vere sono, infatti utili. In quest'ottica la distinzione che la tradizione filosofico-logica pone fra induzione e deduzione perde parte del suo significato.

Gli algoritmi che abbiamo progettato -e quindi validato empiricamente grazie ad un appropriato piano sperimentale di ricerca-, descrivono i processi di deduzione e di induzione essenziali per risolvere due classi di problemi che -per concludersi in modo corretto- richiedono percorsi logici del tutto analoghi, differenti solo per la quantità di comportamenti covert che vengono resi overt.

L'alto livello di difficoltà dei problemi dipende dal fatto che la fase intermedia non prevede la semplice trasposizione al contesto attuale di conoscenze acquisite nel corso di esperienze precedenti, ma l'attuazione di un comportamento nuovo che, a sua volta, esige l'organizzazione delle informazioni esplicitamente ed immediatamente disponibili come condizione preliminare per elaborare strategie efficaci di ricerca delle altre, essenziali, presenti nel contesto problematico solo a livello covert.

ANALISI STRUTTURALE E ANALISI FUNZIONALE DEI PROBLEMI

Problemi enigmistici

La prima tipologia di problemi è ben esemplificata da un classico gioco enigmistico in cui è necessario individuare uno solo dei molti personaggi raffigurati in una vignetta.

L'elemento utile a discriminare il personaggio si può scoprire grazie a un elenco di informazioni che suggerisce, per selezioni successive, quale, fra le molte comuni, è la caratteristica peculiare solo di uno. Questo tipo di problemi pone due ordini di difficoltà: (a) il primo connesso alle modalità logiche che è necessario seguire per risolverli, (b) il secondo, di natura più funzionale, chiama in causa le modalità verbali con cui vengono proposte le consegne e, più in particolare, l'affermazione o la negazione della caratteristica criteriale. Come vedremo, suggerire che «X ha il cappello» favorisce la risposta discriminativa corretta in misura più consistente rispetto a quanto accade affermando che «X non ha il cappello». Ma procediamo con ordine.

(a) Modalità logiche

Da questo punto di vista la soluzione è l'esito di un percorso che la presenza dei vincoli definiti dalle informazioni date identifica come deduttivo, e che quindi suggerisce l'uso di procedure tipiche, per esempio, della logica delle proposizioni.

Se bisogna scoprire il ladro fra molti individui che condividono alcuni specifici attributi, e una delle informazioni ci dice che: **il ladro ha la borsa** si può trasformare l'affermazione in un sillogismo condizionale del tipo:

IL LADRO HA LA BORSA
categorica affermativa



SE E' IL LADRO ALLORA HA LA BORSA
premessa maggiore: ipotetica condizionale = se p allora q



X NON HA LA BORSA
premessa minore: negazione del conseguente = non q



ALLORA X NON E' IL LADRO
conclusione = non p

e concludere, giustamente, che il personaggio X va escluso dalla rosa dei sospetti.

Non è altrettanto corretta la soluzione che, applicata ad una successiva informazione, svolge il medesimo ragionamento a partire dalla stessa premessa categorica affermativa, e, trasformata come segue, porta all'identificazione di Y come il ladro:

IL LADRO HA IL CAPPELLO
categorica affermativa



SE E' IL LADRO ALLORA HA IL CAPPELLO
ipotetica condizionale = se p allora q



Y HA IL CAPPELLO
affermazione del conseguente = q



ALLORA Y E' IL LADRO
conclusione = q

In questo caso, infatti, si incorre nell'errore di inversione, o fallacia dell'affermazione del conseguente, ben noto in letteratura per la frequenza con cui viene compiuto anche da individui adulti e logicamente competenti (Perini, 1992; Perini & Fabio, 1990; Perini, Fabio & Cammà, 1989). Per risolvere il problema con la logica proposizionale è infatti necessario padroneggiare la tavola di verità e saper decidere in quali contingenze essa rappresenti una procedura funzionale, cioè efficace ed efficiente.

L'analisi funzionale suggerisce che l'errore di inversione, così come quello di conversione, dipende esclusivamente da un mancato controllo, o da un controllo incompleto, degli antecedenti sul comportamento effettuale di produzione della risposta. Nel corso della fase di alterazione della situazione problematica le funzioni discriminative degli stimoli antecedenti delle due contingenze intermedie del condizionale non vengono esplicitate quanto è necessario perché assumano il controllo effettivo della risposta corretta. E' facile quindi generalizzare il comportamento utilizzato, e corretto, nelle

contingenze modus ponens e modus tollens, e concludere con una scelta piuttosto che con la consapevolezza che la scelta non è possibile.

D'altra parte la soluzione si potrebbe perseguire utilizzando un'altra procedura tipica della logica delle proposizioni che permette di convertire l'esponibile affermativa data in una esclusiva affermativa, o in una esclusiva negativa. Quando l'informazione di partenza è **il ladro ha la borsa** la procedura logica:

IL LADRO HA LA BORSA
esponibile affermativa convertibile in



SOLO CHI E' LADRO HA LA BORSA
esclusiva affermativa



CHI E' IL LADRO HA LA BORSA
categorica affermativa



CHI NON E' IL LADRO NON HA LA BORSA
universale negativa

porta ad una conclusione corretta in cui la doppia affermazione della categorica affermativa è sufficiente a svolgere il ruolo di stimolo discriminativo e a consentire di restringere il campo dei sospetti, escludendo dalla ricerca successiva tutti coloro che non hanno la borsa. L'integrazione con la doppia negazione della seconda parte della conclusione non è funzionalmente rilevante.

Se però la ricerca successiva prende le mosse da una informazione del tipo: **il ladro non ha il cappello** e si applica lo stesso procedimento entra in gioco il secondo ordine di difficoltà cui abbiamo fatto riferimento.

(b) Modalità verbali

Lo sviluppo della conversione dell'esponibile negativa procede come segue:

IL LADRO NON HA IL CAPPELLO

esponibile negativa



SOLO CHI NON HA IL CAPPELLO E' IL LADRO

esclusiva negativa



CHI E' IL LADRO NON HA IL CAPPELLO

categorica negativa



CHI NON E' IL LADRO HA IL CAPPELLO

universale affermativa

e conclude correttamente con l'eliminazione di tutti i personaggi che hanno il cappello. Può però accadere, e i dati in letteratura confermano che ciò accade molto spesso (Bochenski, 1956; Evans, 1980; Markovits, 1984), che ad essere eliminati siano i personaggi senza cappello. Da un punto di vista funzionale l'errore è determinato dall'equivoco indotto dalla forma verbale della proposizione conclusiva, conseguenza logica della omologa forma verbale dell'esponibile negativa di partenza, in cui la concorrenza di negazione ed affermazione è conflittuale e, di fatto, genera confusione. Per dare la soluzione corretta l'individuo deve usare l'attributo negato nella formulazione verbale -il cappello- come cue discriminativo positivo, utile a eliminare tutti coloro che non lo posseggono e, viceversa, a tenere tutti coloro che l'hanno. La formulazione della consegna al negativo complica dunque la scelta perché richiede un doppio passaggio logico: la negazione «non» esplica la propria funzione di controllo sia, e in modo corretto, sugli attributi negati, sia, scorrettamente, su quelli che non lo sono, ostacolando così la deduzione conclusiva. In genere solutori poco esperti tendono ad eliminare i personaggi che non hanno quel certo attributo, quando invece il non averlo è condizione determinante per individuare il possibile target.

I giochi strategici

La seconda tipologia di problemi è definita da un gioco strategico ben noto: «Indovina chi?», le cui caratteristiche sono solo in parte diverse da quelle fin qui analizzate, sia

sotto il profilo strutturale che funzionale. La situazione problematica prevede, come per il gioco enigmistico, l'individuazione di un target fra molti, ma in questo caso non è fornito alcun suggerimento. Il solutore dispone di un set di 12 personaggi che condividono uno o più attributi somatici (colore dei capelli, barba, baffi), o di altro genere (occhiali, cappello), e di un numero illimitato di domande che indaghino un attributo per volta, e alle quali si possa rispondere con un sì o con un no, esclusa, naturalmente, quella diretta che fa riferimento al nome proprio. La natura delle difficoltà che vanno affrontate per accedere alla soluzione corretta è individuabile, anche per questo tipo di problemi, sia a livello di modalità logico-procedurali, che sul piano verbale. Esaminiamole in maggior dettaglio.

(a) Modalità logiche

Innanzitutto va sottolineato che la mancanza di suggerimenti determina alcuni vantaggi, ma anche qualche svantaggio; se da un lato riduce i vincoli procedurali, dall'altro impone al solutore la necessità di una fase preliminare di analisi del contesto, senza la quale sarebbe impossibile individuare e discriminare gli attributi rilevanti ai fini della scoperta della soluzione. Conclusa questa operazione ricognitiva, il solutore ha a disposizione oltre a quelle deduttive, tipiche dei giochi enigmistici, strategie procedurali di tipo induttivo. Derivate dalla tradizione di ricerca cognitiva che prende l'avvio dai classici studi di Bruner, Goodnow & Austin (1956) sull'apprendimento dei concetti, le prime vengono identificate con la *regola della restrizione* e le altre con la *regola dell'ipotesi specifica* (Bruner, Goodnow & Austin, 1956).

La *regola della restrizione* risolve il problema per deduzioni successive perseguite secondo le modalità classiche della logica proposizionale di cui abbiamo già detto. La sola differenza è che, anziché prendere l'avvio dalla prima delle informazioni date e proseguire via via con le successive fino ad esaurire la serie, deve produrre la propria ipotesi di partenza in base alle informazioni derivate dall'analisi del contesto, la successiva in base ai risultati della verifica, e così via. Dal punto di vista funzionale è tanto più efficace quanto più restrittiva, quanto maggiore è, in altre parole, il numero di personaggi che permette di eliminare dopo una sola domanda. La procedura offre garanzia di successo in un limite ragionevole di prove: da un minimo di due -se il solutore è in grado di discriminare gli attributi rilevanti comuni al maggior numero di personaggi, ad un massimo di cinque. Esclude comunque la possibilità di un successo immediato.

Ottenere la soluzione con una sola prova è però possibile applicando la *regola dell'ipotesi specifica*, né logica, né funzionale per i giochi enigmistici. Chi la usa prende l'avvio da un'inferenza induttiva che seleziona il target sulla base di una congettura a priori. Se è assistito dalla fortuna, con una sola domanda volta a verificare la rilevanza dell'attributo che caratterizza il personaggio selezionato arriva a concludere

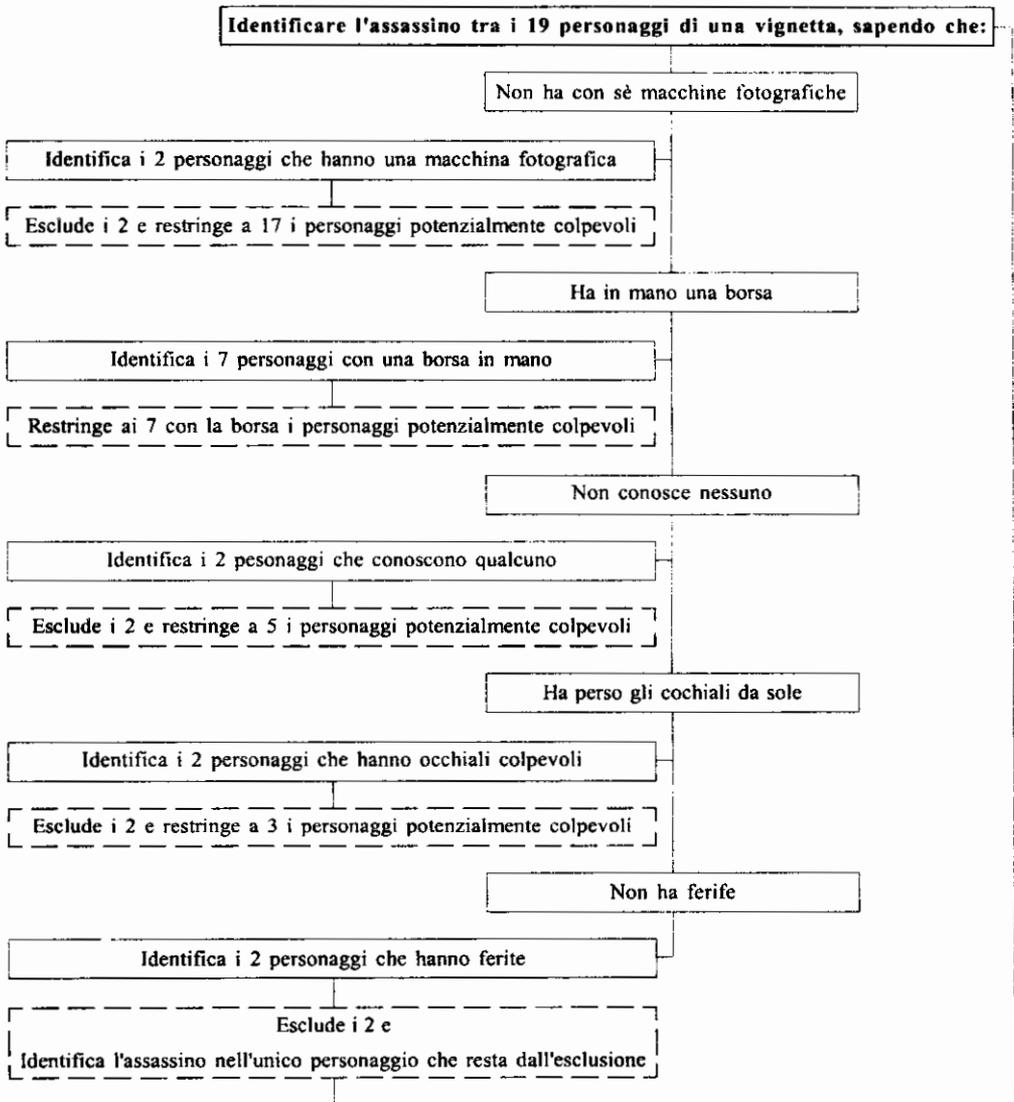
che il target è proprio X. Ovviamente la probabilità di essere fortunati aumenta in modo inversamente proporzionale al numero di attributi condivisi. Anche se si opta per la regola dell'ipotesi specifica è dunque essenziale considerare preliminarmente la distribuzione di frequenza delle caratteristiche peculiari dei personaggi. Scegliere quello che non ne condivide alcuna con gli altri è, contrariamente a quanto accade quando si lavora in base alla regola della restrizione, l'opzione migliore. In caso di errore, però, persistere con questa strategia allunga notevolmente il percorso di soluzione e, di fatto, lo rende assimilabile ad una sequenza di prove ed errori. In genere i buoni solutori iniziano con la strategia dell'ipotesi specifica e, se non hanno successo, proseguono con quella di restrizione.

(b) Modalità verbali

Sia la regola dell'ipotesi specifica che quella della restrizione si applicano alle conclusioni possibili dopo la risposta che segue ogni domanda. Quando la risposta è «no» le conclusioni dedotte possono essere più facilmente scorrette rispetto a quando la risposta è «sì». Il fatto che nel gioco strategico le domande siano sempre poste in forma affermativa, non esclude automaticamente la forma negativa della risposta. Se si chiede «ha gli occhiali?» e si ottiene una risposta affermativa è, in altre parole, facile concludere che bisogna mantenere tutti i personaggi caratterizzati dall'attributo indagato, non altrettanto che tutti vanno eliminati se la risposta è negativa. Il rischio, in questo secondo caso, è connesso ad una generalizzazione indebita della funzione di controllo della negazione dall'attributo indagato, all'operazione di selezione. Seppure con minor frequenza che nel caso dei giochi enigmistici -in cui come abbiamo visto è usata anche a livello esponibile-, la negazione gioca un ruolo inibitivo piuttosto rilevante anche in quelli strategici.

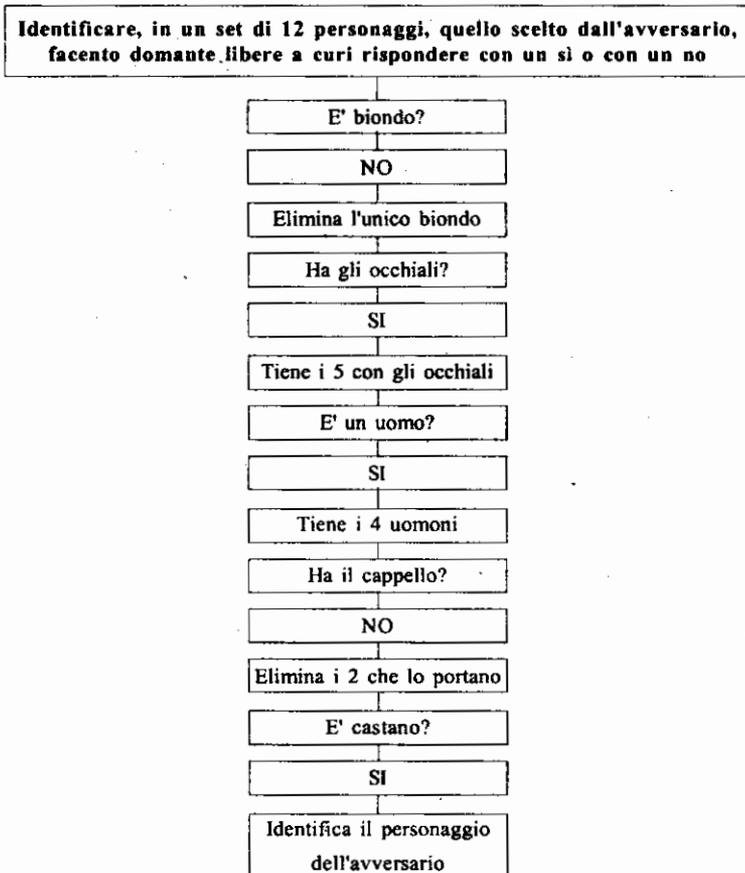
Fino a questo punto la nostra analisi ha messo in evidenza le analogie che, sostanzialmente, accomunano le due classi di problemi considerati. E' ora il momento di sottolineare ciò che, altrettanto sostanzialmente li diversifica, anche perché è su questa diversità che abbiamo fondato le ipotesi principali della nostra validazione sperimentale. Il dato critico è, a nostro avviso, connesso agli aspetti precipuamente funzionali del processo di soluzione del problema. Quello utile per il gioco enigmistico, per quanto apparentemente più esplicito grazie alle condizioni definite dai suggerimenti -che dovrebbero servire a modificare, rendendolo più immediato, il rapporto funzionale fra stimoli e risposte nella catena di operanti discriminati-, rimane in larga misura un processo covert, dal momento che manca un controllo contingente di ogni singolo passaggio. L'algoritmo che segue esemplifica quelli necessari per arrivare alla soluzione del problema mettendo in evidenza con linee tratteggiate quelli che restano covert.

ALGORITMO 1
 Algoritmo di una prova del gioco enigmistico



Al contrario l'algoritmo del gioco strategico rende del tutto overt la sequenza di comportamenti deduttivi grazie al controllo step-by-step esercitato attraverso la risposta e le sue conseguenze.

ALGORITMO 2
Algoritmo di una prova del gioco strategico



La valutazione comparata delle caratteristiche overt delle due classi di problemi ci ha convinto che sia più facile imparare a padroneggiare le regole deduttive che governano i giochi enigmistici, se l'apprendimento è mediato dalla pratica acquisita applicando regole sostanzialmente analoghe con giochi strategici.

CONTRIBUTO SPERIMENTALE

Sulla base di questo genere di considerazioni abbiamo scelto di utilizzare il gioco strategico come variabile indipendente del nostro disegno sperimentale, al fine di verificarne

l'efficacia nel modificare il comportamento di soluzione di problemi enigmistici in soggetti che, per la loro giovane età, vengono tradizionalmente ritenuti poco abili dal punto di vista logico. L'ipotesi principale è che una fase di addestramento col gioco strategico avrebbe fornito le regole funzionalmente utili a risolvere una nuova classe di problem solving enigmistici, modificando in modo significativo e persistente nel tempo le performances logico-deduttive dei soggetti. Una delle ipotesi ausiliarie prevede che feedback verbali contingenti alle scelte dei soggetti avrebbero ulteriormente favorito l'apprendimento e la padronanza della regola, rendendo l'algoritmo ancor più funzionale alla soluzione.

METODOLOGIA

Soggetti: 64 soggetti normodotati di età diversa: 32 (età media 6-7 anni) frequentano la prima elementare, 32 (età media 8-9 anni) la terza, nella medesima scuola statale di Parma, in sezioni che adottano il tempo pieno. Tutti sono stati campionati in base: 1) al rendimento scolastico almeno sufficiente, 2) alla non conoscenza del gioco utilizzato nella fase di training, e 3) al numero di errori nelle prove di pretest. Naturalmente i 32 soggetti di 8/9 anni sono stati selezionati da un ben più ampio campione di bambini dal momento che, in questa fascia di età, la capacità di elaborare forme di ragionamento deduttivo adeguate alla soluzione del problema è spesso già consolidata nel repertorio individuale.

Disegno sperimentale

Si tratta di un disegno fattoriale split-plot 2 (livelli di età) x 2 (training di apprendimento) x 2 (fasi sperimentali) per dati dipendenti. I soggetti di ognuno dei due livelli di età sono stati assegnati alle due condizioni di trattamento previste dal disegno, per blocchi randomizzati in base al numero di errori commessi nelle prove di pretest. Solo i soggetti che commettevano almeno 2 errori passavano alle fasi successive dell'esperimento.

Materiale

Una serie di 6 vignette definiscono la classe di problemi enigmistici. Ogni vignetta presenta una scena diversa cui partecipano da un minimo di 11 ad un massimo di 19 personaggi che condividono una o più caratteristiche, e 5 suggerimenti, utili per individuarne uno, formulati sia al positivo che al negativo. Metà delle vignette sono servite per il pretest, l'altra metà per il postest. La scelta delle vignette da usare nel corso delle prove pre e postest era randomizzata a caso per ogni soggetto sperimentale. Il gioco strategico «Indovina chi?», usato nel corso del training, prevede l'interazione

fra due partners che, avendo a disposizione due set uguali di 12 personaggi caratterizzati dalle peculiarità comuni già indicate, devono indovinare per primi quello scelto dall'avversario ponendo opportune domande e regolando il proprio comportamento di scelta in base alle risposte negative o affermative.

Procedura

Ciascun soggetto è stato sottoposto individualmente a due sessioni di prove: la prima di pretest e la seconda di trattamento e di postest.

Fase di pretest

Dopo aver informato il bambino che avrebbe partecipato a un gioco in cui era importante riflettere ed impegnarsi, gli si presentavano in successione 3 vignette del tipo enigmistico. Le consegne sottolineavano che il gioco consisteva nell'aiutare il commissario Furbet ad individuare fra i personaggi della vignetta un pericoloso criminale, servendosi delle informazioni già in possesso del commissario. Gli si diceva inoltre che durante la ricerca poteva, se lo avesse ritenuto utile, fare dei segni sul foglio e che non avrebbe avuto limiti di tempo. Terminata questa fase di assessment i soggetti venivano assegnati ai gruppi di training in base al numero di errori commessi nell'individuazione della risposta corretta.

Fase di trattamento

Tutti i soggetti giocano con lo sperimentatore 4 partite di «Indovina chi?», di cui la prima serve come warm-up. Per metà dei bambini di ogni livello di età lo sperimentatore è semplicemente l'avversario da battere, per l'altra metà svolge un ruolo più articolato; fornisce infatti un feedback verbale più significativo commentando in modo appropriato le mosse, sia corrette che non, attuate dal soggetto dopo aver posto la propria domanda ed ottenuto la risposta, e ribadendo ogni volta la regola più adatta alla circostanza. Le condizioni di trattamento messe in gioco sono dunque due di cui la seconda esplicita e rende del tutto overt l'algoritmo utile per la soluzione. Anche durante il training il parametro considerato è il numero di errori nell'individuazione del personaggio target.

Fase di postest

A conclusione del trattamento ogni soggetto viene sottoposto alle 3 nuove prove enigmistiche.

RISULTATI

I risultati sono stati sottoposti a due diversi livelli di analisi. Il primo, quantitativo, utilizza l'AN.O.VA per i dati relativi al fattoriale 2 (livelli di età) x 2 (training di apprendimento) x 2 (fasi sperimentali), la seconda approfondisce anche da un punto di vista qualitativo la tipologia degli errori commessi dai soggetti nella fase di training.

AN.O.VA del disegno fattoriale split-plot per dati dipendenti

Nella tabella 1 sono riportate medie, errori standard e medie percentuali relative al numero di errori commessi dai soggetti sperimentali nell'esecuzione del gioco enigmistico durante le fasi di pre e postest. I valori si riferiscono ai dati dopo la trasformazione in \sin^{-1} necessaria per renderli parametrici.

L'analisi della varianza conferma la significatività delle differenze ottenute a tutti i livelli delle variabili considerati. Il valore di $F(1,60)$ per i livelli di A (età) risulta pari a 46.88, con $p < .000002$. Come ci si poteva attendere dunque, e considerando la variabile età in assoluto, soggetti di età superiore traggono maggior profitto da entrambi i tipi di training rispetto a soggetti più giovani. Per quanto riguarda i livelli di B (training di apprendimento), il valore di $F(1,60) = 5.20$; $p < .02$ indica differenze altamente significative a testimonianza del rapporto diretto fra livello di esplicitazione del percorso logico e tasso di apprendimento e di generalizzazione delle strategie risolutorie, ulteriormente consolidato dai valori di $F(1,60) = 47.93$, $p < .000002$ ai livelli di C (fasi sperimentali).

Il fatto che l'unica interazione significativa sia quella relativa a B x C con un valore di $F(1,60) = 9.03$, $p < .000002$, corrobora l'ipotesi che sia soprattutto il training a potenziare le performances logiche e che le differenze dovute all'età possano essere agevolmente compensate da specifiche esperienze di apprendimento. Il dato è ulteriormente ribadito dal risultato del confronto semplice fra le medie dei risultati ottenuti nel corso del postest dal gruppo di soggetti più adulti che effettua il training meno esplicito e quelli evidenziati dai soggetti del gruppo di bambini di 6/7 anni che si esercitano col training più circostanziato. Il valore di $t = 1.48$, $p < .07$ non è significativo.

Analisi degli errori

Il secondo tipo di analisi, cui sono stati sottoposti i dati, considera innanzitutto la frequenza e la tipologia degli errori compiuti dai soggetti durante la partita di warm-up del gioco strategico realizzato nel corso del training. L'esame dell'istogramma che ne deriva (Figura 1) evidenzia come i due errori commessi più frequentemente dai soggetti di entrambi i gruppi di età -prima che abbia inizio il training diversificato- implicino:

TABELLA 1

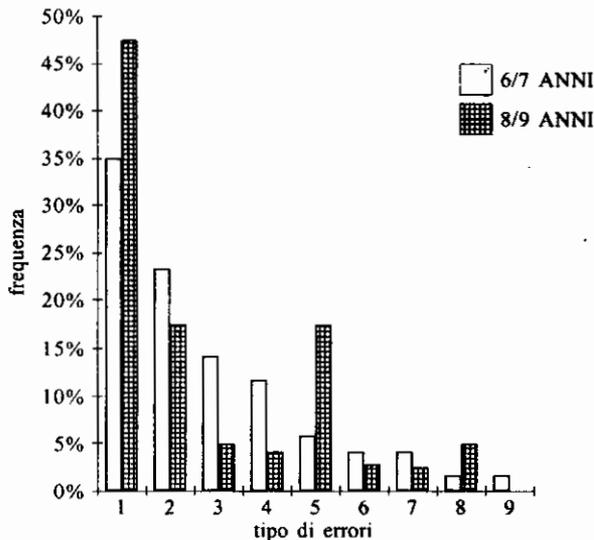
Età	Condizione Sperimentale nel training con "Indovina chi?"		Pre-test	Post-test
6/7 anni	con feedback verbali	M	2.25	1.37
		ES	.12	.21
		M%	83.33	39.58
	senza feedback verbali	M	2.52	2.04
		ES	.12	.19
		M%	83.33	72.92
8/9 anni	con feedback verbali	M	1.62	.72
		ES	.09	.08
		M%	52.08	8.33
	senza feedback verbali	M	1.57	1.08
		ES	.11	.11
		M%	47.92	25

Medie, Errori standard e Medie % relative al numero di errori nel gioco enigmistico

(a) l'eliminazione dei personaggi che invece andrebbero conservati, e (b) la formulazione di domande corrette che non si concludono in una risposta effettuale altrettanto corretta. Il dato, per altro coerente alle misure di assessment ottenute nel corso della fase di pretest coi giochi enigmistici è dunque in linea con quanto riportato dalla letteratura e corrobora le nostre considerazioni introduttive circa la difficoltà di elaborare strategie logico-deduttive adeguate alla soluzione del problema, soprattutto quando la presentazione delle condizioni critiche utilizza forme negative. Anche in questo caso la considerazione non richiede specificazioni di alcun tipo a proposito del livello evolutivo dei soggetti, che infatti si comportano in modo del tutto analogo a prescindere dall'età.

Presentiamo infine nella figura 2 il grafico relativo all'andamento dell'apprendimento nel corso delle quattro prove del training da cui risulta assai evidente la significativa flessione degli errori e la sua corrispondenza al livello di esplicitazione del training.

Con l'eccezione del gruppo di soggetti di 6/7 anni senza feedback verbale durante il gioco, le curve presentano il classico andamento monotono decrescente, che corrobora in pieno i dati emersi dall'analisi fattoriale pre-postest. La riduzione degli errori



- 1 Elimina dei personaggi che invece andrebbero conservati
- 2 Formula domande corrette ma non elimina alcun personaggio
- 3 Indovina il personaggio prima di ottenere le risposte necessarie all'identificazione
- 4 Formula domande relative ad attributi irrelevanti per l'identificazione
- 5 Elimina solo alcuni personaggi esclusi dalla risposta tralasciandone altri
- 6 Formula domande che non permettono di rispondere con un sì o con un no
- 7 Elimina solo uno dei personaggi esclusi dalla risposta tralasciando gli altri
- 8 Inizia eliminando alcuni personaggi giusti, ma prosegue eliminando quelli sbagliati
- 9 Indovina il personaggio, senza fare ulteriori domande, quando ne sono rimasti due

FIGURA 1

Frequenza e tipologia degli errori commessi nella partita di warm-up del training

è più marcata, per i soggetti più grandi anche se sono i più giovani a trarre il maggior profitto dal training.

CONCLUSIONI

Almeno una considerazione conclusiva che vada oltre gli aspetti strettamente sperimentali della nostra ricerca, sembra a questo punto più che opportuna. La cosa che ci piace sottolineare riguarda un aspetto di grande attualità nel dibattito scientifico contemporaneo.

Lo studio del problem solving è stato a lungo considerato appannaggio privilegiato della ricerca di orientamento cognitivo. La complessità dell'oggetto di studio risulta

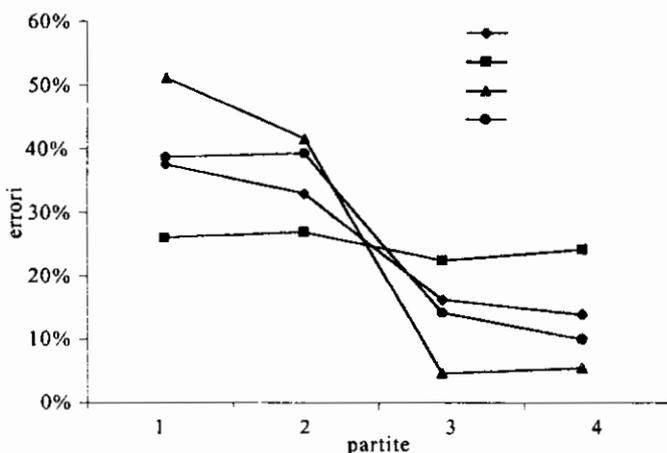


FIGURA 2

Grafico della percentuale di errori compiuti durante il training

senza dubbio particolarmente adatta a mettere in luce i possibili rapporti fra contenuto proposto e abilità cognitive. L'analisi strutturale del compito, con la modificazione controllata delle sue proprietà critiche, permette di osservare i corrispondenti cambiamenti del comportamento o, viceversa. Le conclusioni cui si perviene dovrebbero stabilire relazioni certe fra struttura del compito e strutture mentali (Catania, 1984; Perini, 1997).

Il limite di un approccio di questo tipo è evidente: mentre la struttura del compito è descritta in termini osservabili, non altrettanto si può dire di quella mentale. La struttura mentale non è accessibile, e però il comportamento che la descrive non è considerato che una sua rappresentazione inadeguata. Alla fine del percorso di conoscenza si sa di più sulla struttura del compito, ma ciò che si sa sulla struttura della mente rimane pressoché inalterato. Portato alle sue estreme conseguenze, questo modo di procedere può risultare assolutamente improduttivo, fra l'altro, sul piano dell'estensione delle conoscenze di base ai diversi settori applicativi. Banalizzando forse troppo si arriva a concludere che si può sapere tutto sul compito, ma ignorare molto sul come metterlo a disposizione di tutti.

L'analisi funzionale è, da questo punto di vista, assai più convincente. Studiare le conseguenze di particolari relazioni fra specifici eventi ambientali e comportamento, mantenendo costanti gli uni e l'altro e modificando in modo controllato i loro rapporti nell'ambito della contingenza a tre termini, mette immediatamente a disposizione le tecnologie educative adatte a trasmettere competenze. Anche a livello di conoscenza di base la convinzione che, di fronte a compiti strutturalmente complessi, la conoscenza

che un individuo dimostra di avere della struttura non può che essere derivata dalle sue risposte, fa considerare il comportamento e le sue modificazioni elementi sufficienti a descrivere e a spiegare quanto accade quando siamo impegnati nella soluzione di problemi, semplici o complessi che siano. La possibilità di conciliare analisi strutturale e analisi funzionale di un evento, senza perciò venir meno ai presupposti della filosofia di base cui aderisce, è divenuta in anni recenti convinzione di un gran numero di ricercatori. Sempre più consapevoli del fatto che la condivisione di metodo e di procedure rende possibile, oltre che legittimo, analizzare problemi strutturali in termini funzionali e viceversa, sono forse avviati ad una collaborazione destinata ad ampliare in modo sempre più consistente la conoscenza «sui processi di apprendimento e sulle condizioni in cui ogni essere umano può essere efficacemente e felicemente istruito ed educato» (Keller, 1978, 53). E' anche in questo senso che vorremmo venisse considerato il nostro contributo di ricerca.

BIBLIOGRAFIA

- Bijou, S.W. (1997). *Behavior Analysis of Child Development* (2nd ed). Reno, NV: Context Press. (trad.it *Analisi comportamentale dello sviluppo infantile*, Milano: Mc Graw-Hill, 1997).
- Bijou, S.W. & Baer, D.M. (1978). *Behavior analysis of child development*. Englewood-Cliffs, N.J.: Prentice Hall. (trad. it. *Lo sviluppo infantile*, Roma, Armando, 1984).
- Bochenski, J.M. (1956). *Formale logik*. Munchen: Verlag. (trad. it.: *La logica formale*. Torino: Einaudi, 1972).
- Bruner, J.S., Goodnow, J.J. & Austin, S.A. (1956). *A study of thinking*. New York: Wiley.
- Catania, A.C. (1984). *Learning*, (2nd. ed.). Englewood-Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Evans, J. St B.T. (1980). Current issues in the psychology of reasoning. *British Journal of Psychology*, 71, 227-239.
- Keller, F.S. (1978). Instructional technology and educational reform. *The Behavior Analyst*, 1, 48-53.
- Markovits, H. (1984). Awareness of the «possible» as a mediator of formal thinking in conditional reasoning problems. *British Journal of Psychology*, 75, 234-245.
- Perini, S. (1992). Controllo degli stimoli e soluzione di problemi logico-formali. *Acta Comportamentalia*, 0, 191-214.
- Perini, S. (1997). *Psicologia dell'educazione*. Bologna: Il Mulino.
- Perini, S. & Fabio, R. (1990). Convenzioni linguistiche e convenzioni formali nella logica condizionale. *Giornale Italiano di Psicologia*, 1, 61-85.
- Perini, S. & Bijou, S.W. (1993). *Lo sviluppo del bambino ritardato*. Milano: Angeli.
- Perini, S., Fabio, R. & Cammà, M. (1989). Il pensiero logico nello sviluppo cognitivo: verifica sperimentale del modello della logica proposizionale. *Terapia e modificazione del comportamento negli anni '80*, a cura di A. Meneghelli e D. Sacchi, Milano: Ghedini.

RIASSUNTO

Scopo della presente ricerca è di applicare educativamente l'analisi funzionale del problem solving, secondo la quale anche un'abilità cognitiva complessa può essere insegnata, insegnando l'algoritmo che la descrive: a partire dalla descrizione algoritmica del comportamento di soluzione di problemi logici si sono organizzati diversi tipi di stimoli antecedenti - tipi di giochi - e diverse modalità di presentarli al fine di verificare sia la possibilità di insegnare condotte risolutorie che il loro grado di generalizzazione.

La nostra ipotesi, di conseguenza, prevede che bambini incapaci di risolvere adeguatamente i problemi, imparino a farlo nel corso del training raggiungendo prestazioni di ragionamento del tutto analoghe a quelle di bambini o soggetti inizialmente abili. Il disegno sperimentale è un piano fattoriale split plot 2 (età) x 2 (trainings di apprendimento) x 3 (fasi sperimentali) che ha coinvolto 64 bambini frequentanti le classi prima e terza elementare.

L'AN.O.VA. fornisce informazioni di notevole interesse circa il ruolo del trattamento nel modificare le competenze di soluzione del problema nei soggetti considerati, indicando differenze significative ai livelli di A (età), ai livelli di B (training), nonché tra i tre momenti della ricerca indicati dai livelli di C.

Parole Chiave: problem solving logici, analisi funzionale, algoritmi di conoscenza.

ABSTRACT

The functional analysis of a complex logical problem solving, and its empirical control in a pre-post experimental design involving primary school children is presented. The phase of the logical problem solving sequence analysed was, of course, the second one: altering the situation until a reinforceable response occurs. The algorithms of the altering-the-situation phase allowing to make overt the covert behaviors appropriate for solving the problem, were concerned with deduction and induction processes, critical to reach the correct solution. 64 children, attending primary school classes, participated to a split-plot experimental design 2 (age) x 2 (treatment conditions) x 3 (experimental phases). Equipped during the training phase with the algorithms -a set of steps that can be applied to any similar situation- the experimental subjects of both the age levels began able to solve new classes of problems, significantly better than their control peers.

Key Words: logic problem solving, functional analysis, knowledge algorithms.