

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

## Imparare a ragionare ... e continuare a farlo

### **This is the author's manuscript**

*Original Citation:*

*Availability:*

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/1717404> since 2019-12-01T10:34:54Z

*Terms of use:*

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)



## UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO

Questa è la versione dell'autore dell'opera:

Bucciarelli, M., Imparare a ragionare ... e continuare a farlo,

Giornale Italiano di Psicologia, n. 4, 2019, pp. 743-759

## ARTICOLO BERSAGLIO

### Imparare a ragionare ... e continuare a farlo

#### Riassunto

Il ragionamento, ovvero la capacità di fare inferenze, è ampiamente studiato in psicologia rispetto a diversi domini cognitivi. Questo articolo si focalizza sui processi inferenziali che avvengono quando ragioniamo in modo deduttivo, induttivo e abduttivo, in particolare durante la comprensione di un testo o di un discorso. Tali processi inferenziali sono cruciali nell'apprendimento scolastico. Se seguiamo gli assunti della teoria dei modelli mentali per il ragionamento, tra le più accreditate in ambito di psicologia cognitiva sperimentale, possiamo derivare buone prassi per (imparare a) ragionare. In particolare, la teoria assume che ragionare significhi costruire modelli mentali di possibilità, i quali possono essere statici o dinamici. Ad esempio, la formulazione di algoritmi implica la rappresentazione dinamica di una serie di passi che dato un input producono un output, e la comprensione di un testo implica una simulazione mentale degli eventi descritti. Rilevante per il presente articolo, il ragionamento profondo, rispetto a quello superficiale, richiede tempo per rappresentarsi le possibilità consistenti con le premesse dalle quali ragioniamo e per utilizzare strategie. Argomenterò che la scuola italiana, così come strutturata, non favorisce il ragionamento.

## Learning to reason ... and keep doing it

### Abstract

Reasoning, namely the ability to make inferences, is widely investigated in psychology with respect to different cognitive domains. This paper focuses on the inferential processes that occur when we reason in a deductive, inductive and abductive way, in particular during text or discourse comprehension. Such inferential processes are crucial in school learning. If we follow the assumptions of the theory of mental models for reasoning, among the most accredited in the field of experimental cognitive psychology, we can derive good practices for (learning to) reasoning. In particular, the theory assumes that reasoning means building mental models of possibilities, which can be static or dynamic. For example, the formulation of algorithms implies the dynamic representation of a series of steps which, given an input, produce an output, and text comprehension implies a mental simulation of the described events. Relevant for this article, deep reasoning takes time to represent the possibilities consistent with the premises from which we reason and to use strategies. I will argue that the Italian school, as structured, does not favor reasoning.

## INTRODUZIONE

*C'era una volta un Re e una Regina che erano disperati di non aver figliuoli, ma tanto disperati, da non potersi dir quanto. Andavano tutti gli anni ai bagni, ora qui ora là: voti, pellegrinaggi; vollero provarle tutte: ma nulla giovava. Alla fine la Regina rimase incinta, e partorì una bambina. Fu fatto un battesimo di gala; si diedero per comari alla Principessina tutte le fate che si poterono trovare nel paese (ce n'erano sette) perché ciascuna di esse le facesse un regalo; e così toccarono alla Principessa tutte le perfezioni immaginabili di questo mondo.*

*(La bella addormentata nel bosco, di C. Perrault, nella traduzione di Collodi*

Lettore, quale sarebbe il tuo dono a un bambino? Senza togliere niente alla bellezza e al canto, doni nella fiaba, un grande dono sarebbe la capacità di ragionare. Nella nostra vita di adulti abbiamo spesso occasione di apprezzare questa capacità, perlopiù nelle situazioni in cui sembra mancare. Quante volte ci siamo rammaricati di non aver ragionato in una situazione particolare, o che altri hanno agito sull'onda dell'emozione, senza ragionare. E' evidente che, in principio, siamo capaci a ragionare, ma nella pratica spesso non lo facciamo. Vi sono anche molte differenze individuali nella capacità di ragionamento, la quale correla con il successo accademico ed è usata, per approssimazione, come misura dell'intelligenza (Stanovich, 1999).

Non esistendo la bacchetta magica, l'unica via percorribile per donare ad un bambino la capacità di ragionare sembra essere insegnargliela. Adotterò una specifica prospettiva teorica rispetto a cosa significhi ragionare e quali siano le abilità di base implicate – innate, legate a processi di maturazione, o ad apprendimenti – per poi considerare le implicazioni pratiche per favorire il ragionamento. Tali considerazioni portano a valutare che le agenzie formative, in primis la scuola, non favoriscono il ragionamento. I programmi formativi seguono procedure lontane da quelle suggerite dalla ricerca psicologica in generale, e dagli studi sulle rappresentazioni mentali e i processi implicati nel ragionamento in particolare.

## COSA SIGNIFICA RAGIONARE

Fino a qualche decennio fa, si riteneva che ragionare significasse usare regole logiche. Questa idea, introdotta in psicologia da Piaget, è stata sviluppata in modo più articolato e coerente da altri autori (si veda, ad esempio, Rips, 1994). L'idea originale di Piaget è che il bambino viene al mondo con schemi motori innati (i riflessi) che gli consentono di interagire con l'ambiente. A

partire dall'interazione con l'ambiente il bambino svilupperebbe schemi qualitativamente diversi che lo porterebbero dal compiere azioni sugli oggetti del mondo a compiere operazioni su simboli della mente. L'adolescenza è ritenuta da Piaget l'epoca in cui si sviluppa appieno la logica mentale. Tuttavia, numerosi studi hanno evidenziato i limiti della logica come modello psicologico plausibile del ragionamento. Assumere l'esistenza di una logica mentale rende alquanto complesso dar conto del fatto che le persone spesso ragionano in modo formalmente errato, e del fatto che sono influenzate dal contenuto del ragionamento, cosa che non dovrebbe accadere considerato che gli schemi logici si applicano alla struttura delle premesse di un problema, che è cieca al suo contenuto.

La teoria dei modelli mentali ben si presta a dar conto della capacità delle persone di essere in principio razionali e fallibili nella pratica. L'assunto base è che le persone ragionano rappresentandosi possibilità. Nella cornice teorica della teoria dei modelli mentali (Johnson-Laird, 1983; 2006) il ragionamento dipende dal considerare le possibilità consistenti con un punto di partenza, una percezione del mondo, un insieme di asserzioni, una memoria, o un misto di queste. Costruiamo modelli mentali di ciascuna possibilità distinta e deriviamo da essi una conclusione. I modelli mentali sono rappresentazioni iconiche che riproducono la struttura degli stati di cose: tanto più sono numerosi i modelli mentali compatibili con delle premesse o con una situazione, tanto più il ragionamento è difficile, andando l'intero processo a gravare sulla memoria di lavoro, che ha una capacità limitata.

Il ragionamento può essere intuitivo, nel caso in cui ragioniamo su una singola possibilità, o deliberato, nel caso in cui ci rappresentiamo e ragioniamo su più possibilità. Tale assunto è consistente con una più ampia gamma di teorie del ragionamento del doppio processo, secondo le quali esiste un pensiero intuitivo ed un pensiero analitico (es. Evans e Stanovich, 2013). Il pensiero intuitivo è veloce e poggia su euristiche e bias che spesso inducono ad errori di ragionamento. Il pensiero analitico, o deliberato, è lento e cognitivamente dispendioso, ma ripaga in termini di possibilità di ragionare in modo corretto e fare ipotesi. Il pensiero deliberato fa uso della memoria di lavoro, consente di prendere in considerazione possibilità alternative, quindi consente di falsificare conclusioni precedentemente tratte, intravedendone contro-esempi. La capacità di comprendere la rilevanza dei contro-esempi è una capacità fondamentale su cui poggia il nostro essere razionali; essa da conto del nostro essere in principio razionali. Dagli assunti della teoria dei modelli mentali discende che sono importanti per (sviluppare la capacità a) ragionare la capacità innata di rappresentarsi possibilità, capacità computazionali legate alla maturazione quali la memoria di lavoro, e l'acquisizione di conoscenze specifiche ai vari domini di ragionamento. Tra queste ultime, è da annoverare la conoscenza di strategie utili ad affrontare il compito di ragionamento specifico. Più in generale, ogni tipo di apprendimento implica ragionare. Purtroppo,

non sempre i bambini (e gli adulti) si trovano in situazioni tali da doversi chiedere se ciò che ascoltano, leggono, o pensano abbia un senso. E' l'attività di dare senso che è importante per diventare ragionatori migliori. Una considerazione importante, che segue da quanto detto, è che nel suo insieme il processo di ragionamento deliberato richiede sforzo cognitivo e tempo.

### *I modelli mentali per fare inferenze deduttive, induttive ed abduttive*

Il ragionamento può essere di tipo deduttivo, induttivo o abduttivo. La deduzione è quel processo che a partire da premesse consente di trarre una conclusione che era implicita in tali premesse; in altri termini, la conclusione non aggiunge informazione semantica alle premesse. L'induzione è quel processo che a partire da premesse consente di trarre una conclusione che aggiunge informazione semantica alle premesse. L'abduttione è l'induzione di una spiegazione. La teoria dei modelli mentali assume che il ragionamento poggia sulla costruzione e manipolazione di modelli di possibilità. Un problema può richiedere la costruzione di un singolo modello mentale o di più modelli mentali, tutti possibili interpretazioni delle premesse. Da ciò discende che i problemi per i quali è necessario costruire più modelli mentali saranno più difficili di quelli che richiedono un solo modello. Il motivo principale risiede nel carico sulla memoria di lavoro: quanto maggiore è il numero di modelli tanto maggiore è il carico sulla memoria.

Possiamo esemplificare la teoria dei modelli mentali per il ragionamento utilizzando il seguente esempio. Poniamo che io debba orientarmi in una scuola, sapendo quanto segue:

2) La segreteria è a sinistra della direzione

Il laboratorio è a destra della direzione

A partire da queste premesse, costruisco un modello mentale in cui integro le informazioni, come segue:

segreteria      direzione      laboratorio

Tale modello mi consente di inferire che il laboratorio è a destra della segreteria. Poiché non esiste un modello alternativo della distribuzione spaziale delle stanze, questa mia conclusione sarà valida.

Supponiamo invece che mi venga detto quanto segue:

3) La segreteria è a sinistra della direzione

La direzione è a destra del laboratorio

A questo punto posso costruire il seguente modello:

segreteria    laboratorio    direzione

Tuttavia, esiste un modello alternativo che possiamo costruire a partire dalle premesse:

laboratorio    segreteria    direzione

Poiché non esiste una conclusione compatibile con i due modelli delle premesse non posso trarre conclusioni certe circa la relazione spaziale esistente tra il laboratorio e la segreteria. Tutte le volte che esistono più modelli possibili delle premesse di un problema e le persone ne considerano solo un sottoinsieme, le conclusioni non saranno corrette. Quando esistono più modelli delle premesse è infatti necessario considerare se segue una conclusione supportata da tutti questi modelli; se esiste è la conclusione valida, che segue necessariamente dalle premesse, se non esiste è corretto concludere che non esiste una conclusione valida a partire dalle premesse.

Nell'esempio considerato (di pertinenza del ragionamento relazionale), così come in altri domini di ragionamento, le situazioni da simulare nei modelli mentali sono statiche. In almeno un dominio, invece, le simulazioni dovrebbero essere cinematiche. Questo dominio è l'abduzione di algoritmi. Un algoritmo è la descrizione di una serie di passi che dato un input producono un output. Gli algoritmi formali sono il cuore della programmazione al computer, di recente al centro di progetti didattici per la scuola primaria (si veda, ad esempio, <http://www.di.unito.it/~cgena/research.html#wolly>; <https://code.org/>). Questa implica sia il ragionamento abduttivo che deduttivo. Ragionando su come si fa a raggiungere un risultato, ovvero ragionando dagli effetti alla causa, si compie un ragionamento abduttivo, che consente di formulare un algoritmo. Una volta formulato un algoritmo, occorre verificare se produce gli effetti desiderati, ovvero si verificherà se dall'algoritmo segue il risultato; in questo caso si compie un ragionamento deduttivo. I primi tentativi di insegnare ai bambini, fin da piccoli, la programmazione al computer risalgono agli anni '80 del secolo scorso. Da questi tentativi è emerso che un elemento di difficoltà è la comprensione della ricorsività intesa, in informatica, come una funzione che richiama se stessa. Alcuni studi hanno indagato la capacità dei bambini di comprendere la ricorsione in Logo, un linguaggio simile al LISP messo a punto da Papert (1980) per essere usato dai bambini. Essi suggeriscono che i bambini (10 anni) hanno difficoltà nell'apprendere il concetto di ricorsione (e.g., Dicheva e Close, 1996), e che (i bambini di 11 anni) hanno difficoltà sistematiche nel pensare a come funzionano i programmi ricorsivi (e.g., Kurland e Pea, 1985). Di fatto, anche gli adulti hanno difficoltà nel comprendere la ricorsione. Tuttavia, è da sottolineare che nella programmazione informatica la ricorsione è intesa come funzioni che richiamano se stesse e quindi creano loop (concezione ristretta di ricorsione, rilevante per le sottigliezze della logica, della computabilità e della programmazione: una funzione che si definisce elegante). Inoltre, la programmazione dipende anche dalla conoscenza di linguaggi formali di programmazione.

Se tuttavia, come assume la teoria dei modelli mentali, l'abilità a formulare algoritmi dipende dalla simulazione mentale, dovrebbe essere possibile introdurre i bambini fin da piccoli alla programmazione senza usare il computer, utilizzando situazioni di gioco in cui al bambino si

richiede di comprendere e formulare algoritmi informali, piuttosto che formali. Nel quotidiano usiamo spesso algoritmi informali per descrivere, ad esempio, come apparecchiare la tavola, riparare una bicicletta, o nel dare indicazioni stradali. Studi suggeriscono che sia gli adulti che i bambini poggiano sulla costruzione di modelli mentali cinematici per comprendere e formulare algoritmi informali (Khemlani, Mackiewicz, Bucciarelli e Johnson-Laird, 2013; Bucciarelli, Mackiewicz, Khemlani e Johnson-Laird, 2016; 2018). Questi studi hanno utilizzato una ferrovia e dei vagoni giocattolo che possono essere mossi lungo i binari, secondo certe regole. Si consideri, ad esempio, il treno che si trova sul binario di sinistra nella Figura 1. Un esempio di abduzione è formulare un algoritmo per ri-arrangiare i vagoni sul binario di sinistra (ABCDE) in un differente modo sul binario di destra, come indicato in una fotografia (EDCBA) utilizzando il binario secondario per fare manovre, il tutto senza poter toccare i vagoni. Secondo la teoria, l'abduzione di algoritmi poggia su una simulazione mentale cinematica. In particolare, richiede di costruire modelli mentali di quali vagoni sono dove sui binari della ferrovia, di tradurre tale simulazione in una descrizione verbale dell'algoritmo (abduzione), e di verificare che l'algoritmo faccia ciò che è supposto fare (deduzione). Un algoritmo per abduire la soluzione al problema nell'esempio è:

- 4) Muovo 4 vagoni dalla partenza al binario secondario
  - Muovo un vagone dalla partenza al binario di arrivo
  - Muovo un vagone dal secondario, alla partenza e poi all'arrivo fino a quando sono finiti i vagoni sul binario secondario.

Ciascuna mossa dà luogo alla costruzione di un nuovo modello mentale o ne aggiorna uno esistente, così che la sua rappresentazione dipende dalla capacità di elaborazione della memoria di lavoro.

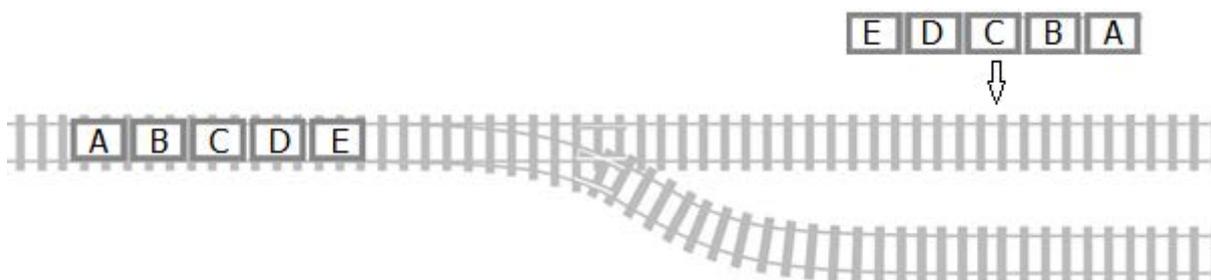


Figura 1. Schema della ferrovia giocattolo negli studi di Bucciarelli e colleghi (2016; 2018).

Dagli assunti della teoria dei modelli mentali discende la predizione che i bambini di 10 anni sono capaci di formulare algoritmi informali nel dominio della ferrovia, perché hanno le abilità implicate nella simulazione cinematica per abduire algoritmi: effettuare l'analisi mezzi-fini (Kuhn, 2013), pianificare ri-arrangiamenti (Aamodt-Leeper, Creswell, McGurk e Skuse, 2001), ed effettuare simulazioni mentali di azioni (Skoura, Vinter e Papaxanthis, 2009). Uno studio ha

confermato questa ipotesi ed ha inoltre rilevato che i bambini accompagnano gran parte delle loro descrizioni di mosse con gesti (Bucciarelli et al., 2016). I gesti potrebbero essere un segno esteriore della simulazione cinematografica, ma potrebbero anche migliorare l'accuratezza; quando i bambini usano gesti deittici per indicare un vagone e poi fanno un gesto iconico per mostrare il suo movimento da una posizione ad un'altra, non devono nominare il vagone o descrivere il suo movimento nella loro descrizione dell'algoritmo. Inoltre, i gesti possono aiutare i bambini a ricordare quali vagoni sono dove al momento attuale nella simulazione mentale. I risultati di un secondo studio da parte degli stessi autori hanno convalidato questa ipotesi. I bambini partecipanti all'esperimento abducevano algoritmi informali in due condizioni: gesti e no gesti. Nella condizione gesti erano liberi di muovere le mani, mentre nella condizione no gesti indossavano un morbido manicotto. I bambini sono stati in grado di abduere un numero significativo di algoritmi, ma la prestazione è stata migliore quando potevano gesticolare rispetto a quando non potevano. Inoltre, dai risultati sono emerse differenze individuali nell'abilità a formulare algoritmi. Un dato interessante, gli algoritmi dei bambini contenevano dei precursori di loop di operazioni, ovvero proto-loop. Ad esempio, "e così via", "e facciamo sempre così". La formulazione di un proto-loop suggerisce che il bambino comprende che le stesse operazioni possono essere effettuate su nuovi vagoni, e abbrevia la descrizione di queste mosse. Una questione cruciale è: quando nello sviluppo l'individuo è in grado di cogliere in modo conscio la ricorsione? Come già detto, studi in letteratura hanno rilevato che i bambini di 10 anni hanno difficoltà con il concetto di ricorsione. Tuttavia, occorre sottolineare che nella programmazione informatica la ricorsione è intesa come funzioni che richiamano se stesse e quindi creano un loop. Negli studi descritti, così come nella teoria della computabilità, la ricorsione è intesa come "ripetizione di azioni", un loop di operazioni che è ripetuto per un certo numero di volte (for loop: es. "e faccio così per due volte") e fintanto che regge una certa condizione (while loop: es. "e così via fino a che i vagoni finiscono"). Questa nozione più ampia di ricorsione come un loop di operazioni chiarifica perché è comune nella vita quotidiana, e.g., "prendi due pillole al giorno per cinque giorni", "strofina finché la macchia scompare", "sbatti fino a che la panna monta". Così, per rispondere alla questione di quando compare per la prima volta una comprensione conscia della ricorsione, l'assunzione è che non è una questione che ha a che fare con la comprensione del calcolo o della programmazione al computer, non richiede addestramenti specializzati in linguaggi formali e simboli. Dipende invece dal cogliere il concetto più ampio di un loop ripetuto di azioni. Uno studio successivo ai precedenti ha quindi voluto indagare se i bambini di 10 anni sono capaci di abduere algoritmi informali che contengono loop ricorsivi di operazioni e di fare deduzioni da tali algoritmi (Bucciarelli et al., 2018). Tale studio ha usato treni costituiti da un numero definito di vagoni ma anche treni costituiti da un

numero indefinito di vagoni, che per essere ri-arrangiati necessitano di algoritmi che contengono loop di operazioni. I risultati dello studio hanno rivelato che i bambini sono capaci di abduire algoritmi sia senza loop che contenenti loop di operazioni, sebbene con questi ultimi siano meno accurati, ed hanno rilevato, come negli studi precedenti, differenze individuali. Rilevante agli scopi del presente articolo, dal momento che esistono differenze individuali nel dedurre da e abduire algoritmi informali, i compiti nell'ambiente dei treni giocattolo potrebbero predire l'abilità dei bambini di programmare. Inoltre, l'esperienza degli algoritmi informali nella ferrovia potrebbe fornire un ambiente trasparente in cui insegnare la programmazione e potrebbe aiutare programmatori in erba a padroneggiare funzioni ricorsive.

In conclusione, il ragionamento richiede un'elaborazione profonda, che corrisponde alla costruzione modelli di possibilità. Abbiamo visto possibili strategie per facilitare questo processo, che richiede tempo.

#### *Deduzione, induzione e abduzione durante la comprensione di un testo o un discorso*

La comprensione profonda di un testo o un discorso, così come rilevata dalla capacità di fare inferenze circa i contenuti, corrisponde alla costruzione di un modello mentale. La letteratura sulla comprensione del testo/discorso è concorde nel ritenere che la comprensione e l'apprendimento implicino la costruzione e manipolazione di rappresentazioni che riproducono gli stati di cose descritti (e.g., Graesser, Millis, & Zwaan, 1997; Zwaan & Radvansky, 1998). Dipendentemente dal paradigma teorico si è fatto riferimento a tali rappresentazioni con il termine modello mentale (Johnson-Laird, 1983, 2006) o modello situazionale (van Dijk & Kintsch, 1983; Kintsch, 1998), ma i due termini possono essere considerati equivalenti (vedi anche Kaup, Kelter, e Habel, 1999).

Il lettore/ascoltatore costruisce tali modelli sulla base delle informazioni contenute nel testo assieme alle conoscenze che ha, e a tutte le inferenze che trae. Se, ad esempio, leggo o ascolto quanto segue:

1) Aldo ha un negozio di armi. Le vende senza verificare se l'acquirente ha un porto d'armi.

Carlo è entrato nel negozio per comprare un'arma, e ne è uscito con una pistola. E' andato a casa e ha sparato ripetutamente. Più tardi, sua moglie è morta per le ferite.

Per comprendere la sequenza causale è necessario fare una serie di inferenze: Aldo ha venduto una pistola a Carlo (lo scenario implica questa proposizione senza asserirla). Inoltre, è necessario inferire che Carlo ha sparato alla moglie. Tra le altre cose, segue che l'azione di Aldo ha reso possibile che Carlo sparasse alla moglie. Il lettore/ascoltatore effettua insomma una serie di inferenze che colmano dei vuoti quando sviluppano i loro modelli mentali, essenziali per stabilire una coerenza del testo. Le inferenze sono argomenti basati sul testo e proposizioni che non erano menzionate in modo esplicito nel messaggio (Singer, 1994). I lettori devono fare le inferenze

necessarie a comprendere, ma evitare di sovraccaricare il sistema; non devono fare tutte le inferenze possibili durante la comprensione. Le inferenze possono essere di tipo logico, e quindi essere certe (es. che Aldo è una persona, adulto, maschio). Le inferenze pragmatiche sono diverse. Sono basate sulla conoscenza che le persone hanno, sebbene siano spesso probabili non sono certe (es. che Carlo è stato arrestato). Per poter trarre inferenze da un testo occorre costruire un modello mentale o situazionale. Un testo può essere infatti rappresentato a tre livelli: rappresentazione superficiale, rappresentazione basata sul testo e rappresentazione del modello situazionale. La rappresentazione superficiale è il testo stesso, parole e frasi, alla lettera, estratti dal testo. A livello di testo base, i significati di parole e frasi sono elaborati e poi immagazzinati nella memoria del lettore. Il modello situazionale è una rappresentazione mentale coerente e non linguistica degli stati di cose descritti nel testo.

Il lettore, durante la lettura, costruisce il modello situazionale monitorando diverse dimensioni narrative di base quali il protagonista, il tempo, lo spazio, la causalità e l'intenzionalità. Integrare queste informazioni permette al lettore di aggiornare in modo graduale la sua rappresentazione mentale del testo che risulta in un modello della situazione coerente. L'aspetto più distintivo della costruzione del modello situazionale è il bisogno di coerenza (McNamara e Magliano, 2009). I testi solitamente non descrivono le situazioni narrative in modo completo e in coesione piena. Spesso pongono problemi di incomprensione dovuti a informazioni implicite, vaghezze e ambiguità semantiche, o discontinuità temporali, spaziali e causali. Quando un particolare segmento del testo manca di informazioni necessarie per ottenere coerenza sufficiente, i lettori hanno bisogno di arricchire la rappresentazione situazionale con inferenze basandosi su conoscenze precedenti o indizi del testo. Perciò i modelli situazionali sono associati all'elaborazione profonda: sono un'amalgama di informazioni asserite in modo esplicito e inferenze. In genere, si considera che la costruzione di un modello mentale supporta inferenze, ma anche che, di converso, il fare inferenze supporta la costruzione di un modello mentale.

Esistono alcuni tentativi recenti di mettere a punto metodi di istruzione basati sulla letteratura psicologica relativa ai differenti livelli di rappresentazione mentale del testo. Bos, De Koning, Wassengurg e van der Schoot (2016), ad esempio, hanno proposto un training di lettura che migliora la comprensione del testo da parte dei bambini a livello di modello situazionale. Il training è incentrato sulle abilità di fare inferenze, considerate il fattore cruciale della costruzione di un modello situazionale (e.g., van den Broek e Espin, 2012), con particolare attenzione a focalizzare l'attenzione a (ri-)stabilire coerenza nei modelli situazionali. Il training è strutturato in una sequenza alternata di lezioni di istruzioni (condotte in gruppo) e al computer (individuali). Le lezioni spiegano la distinzione tra inferenze basate sul testo e inferenze basate sulle conoscenze. Dal punto

di vista della motivazione, ai bambini viene detto che si tratta di un training per detective che ha lo scopo di insegnare loro, tra le altre cose, come andare a caccia di indizi nel testo o nelle loro conoscenze per comprendere meglio o più a fondo cosa stanno leggendo. I risultati dello studio di Bos e colleghi (2016) hanno evidenziato un incremento nella capacità a fare inferenze e nella motivazione nei bambini che partecipano al training.

Negli anni più recenti le teorie dei modelli situazionali sono state aggiornate in base a concetti provenienti da teorie di cognizione situata relative alla comprensione del linguaggio (e.g., Barsalou, 1999; Fischer e Zwaan, 2008). Tra questi, l'assunzione che le rappresentazioni delle varie dimensioni dei modelli situazionali (i.e., il protagonista, il tempo, lo spazio, l'intenzionalità, la causalità) sono (parzialmente) basate sulla (ri)attivazione delle medesime aree cerebrali che governano le analoghe percezioni e azioni nel mondo reale (Barsalou, 2008). Si è arrivati pertanto a ritenere che comprendere un testo/discorso implichi una simulazione mentale degli eventi descritti, riattivando e integrando tracce delle esperienze precedenti a partire da modalità percettive e motorie multiple nel cervello, reclutate al momento dell'esperienza originaria. Si ritiene pertanto che il lettore che simula gli elementi percettivi e motori della storia, incorporandoli nel suo modello situazionale situato che evolve, raggiunga una comprensione più profonda del testo (si veda per una rassegna Meteyard, Cuadrado, Bahrami e Vigliocco, 2012). In linea con ciò, studi comportamentali (Louwerse, Hutchinson, Tillman e Recchia, 2015) e di neuroimmagine (Kiefer e Pulvermuller, 2012) hanno rilevato che la comprensione in lettura implica la riattivazione di esperienze sensorimotorie, non solo quando la persona elabora le parole o le frasi, ma anche durante la comprensione del discorso (e.g., Nijhof e Willems, 2015).

Un modo per connettere le esperienze sensorimotorie al testo è riattivare le esperienze sensorimotorie immagazzinate privatamente che sono rilevanti per la storia e adeguarle alla situazione descritta in un testo. Ad esempio, De Koning, Bos, Wassenburg e van der Schoot (2016) hanno studiato gli effetti di un training di simulazione mentale avente l'obiettivo di migliorare la comprensione in lettura dei bambini. Durante un periodo di 4 settimane, un gruppo di bambini di 8 (third grade) e 9 (fourth grade) anni hanno appreso come poggiare sulle loro memorie sensorimotorie ed esperienze per simulare mentalmente il testo (gruppo sperimentale), mentre un altro gruppo ha ricevuto le usuali istruzioni di comprensione in lettura (gruppo di controllo). Il training per il gruppo sperimentale consiste di tre parti. Nella prima parte si rendono consapevoli i bambini che possono usare non solo il senso della vista per rappresentare la situazione descritta. I bambini vengono incoraggiati a porre attenzione ai suoni, gli odori, i sapori, i movimenti, le emozioni che si possono sperimentare nella situazione per incorporare queste esperienze in una simulazione del contenuto del testo. La seconda e la terza parte del training stimola la simulazione visiva (seconda parte del

training) e motoria (terza parte del training). Ciò comporta attivare informazioni non descritte in modo esplicito nella storia. I ricercatori hanno quindi indagato le differenze nelle prestazioni di lettura e comprensione prima e dopo il training. In particolare, hanno valutato comprensione in lettura in generale, motivazione alla lettura, simulazione mentale (distinguere tra simulazione percettiva e motoria). Rispetto al gruppo di controllo, il gruppo sperimentale ha mostrato miglioramenti nella comprensione in lettura (i bambini di 8 anni) e una maggiore motivazione alla lettura (bambini di 8 e 9 anni). Questi risultati dimostrano che è importante superare le prassi classiche in cui si insegnano strategie di lettura basate sull'attenzione del lettore all'elaborazione basata sul testo, come fare domande e riassumere, e portare maggiormente l'attenzione sulle esperienze multisensoriali durante le lezioni di comprensione in lettura (De Koning e van der Schoot, 2013). Quindi non è sufficiente supportare il lettore a "vedere" la situazione descritta mentalmente nella sua mente, ma è importante stimolarlo a sperimentare esplicitamente le informazioni descritte o implicite nel testo sulla base della riattivazione delle esperienze sensorimotorie. Ciò consente al lettore di "sentire", "udire", "odorare" e "agire" la situazione descritta come se la stesse sperimentando.

Un modo per connettere le esperienze sensorimotorie al testo è l'uso dei gesti durante la lettura di un testo. Nell'ottica della teoria dei modelli mentali, i gesti, sia prodotti che osservati, favoriscono la costruzione di un modello mentale del discorso/testo (Bucciarelli, 2007; Cutica e Bucciarelli, 2008; 2011). La ragione risiede nel fatto che l'informazione veicolata dal gesto, rappresentata in un formato non discreto, può essere facilmente inclusa nel modello mentale del discorso perché i modelli mentali sono anch'essi rappresentazioni non discrete (si veda, e.g., Hildebrandt, Moratz, Rickheit e Sagerer, 1999). Cutica, Ianì e Bucciarelli (2014) hanno indagato la possibilità che i gesti prodotti durante lo studio di un testo ne favoriscano la comprensione e il ricordo. Il compito dei partecipanti allo studio, bambini di quinta elementare, era leggere e studiare due testi scientifici: uno mentre producevano gesti che rappresentavano le informazioni nel testo, e uno tenendo le mani ferme. Quindi, erano invitati a rievocare quante più informazioni possibili. I risultati dello studio hanno rilevato che nella condizione gesti, rispetto alla condizione no gesti, i bambini rievocavano un maggior numero di informazioni corrette ed effettuavano un maggior numero di inferenze basate sul discorso.

In conclusione, la comprensione profonda di un testo richiede un'elaborazione profonda, che corrisponde alla costruzione di un modello mentale del testo. Come abbiamo visto, esistono strategie per facilitare questo processo, che richiede tempo.

Per riassumere, all'interno della cornice teorica offerta dalla teoria dei modelli mentali il ragionamento si basa sulla costruzione di modelli di possibilità. Ogni pratica che favorisca la costruzione di modelli mentali a partire dai concetti da apprendere favorirà il ragionamento.

Lo sviluppo della capacità di ragionare dipende principalmente da tre fattori (Johnson-Laird, 2006). In primo luogo, da una probabilmente innata capacità di immaginare possibilità e manipolare modelli mentali (cinematici) di tali possibilità (i gesti riflettono tale simulazione ma anche la aiutano). In secondo luogo, da un aumento della capacità della memoria di lavoro. Ad esempio, nella deduzione da e nell'abduzione di algoritmi è necessario mantenere attivi in memoria i modelli delle possibilità intermedie nella simulazione mentale cinematica, mentre nella comprensione di un testo/discorso è necessario mantenere attivi nella memoria di lavoro i modelli mentali degli stati di cose descritti. In terzo luogo, lo sviluppo della capacità a ragionare dipende dall'aumento delle conoscenze. Per quanto riguarda la comprensione e la formulazione di algoritmi (ragionamento deduttivo e abduzione) nella programmazione al computer, è necessaria la conoscenza di linguaggi di programmazione. Per quanto riguarda le inferenze che effettuiamo durante la comprensione di un testo o di un discorso, la teoria dei modelli mentali sottolinea l'importanza delle conoscenze che il lettore/ascoltatore già possiede, che integrate con le informazioni veicolate dal testo/discorso contribuiscono alla costruzione di un modello mentale del medesimo; se queste sono carenti il lettore/ascoltatore avrà difficoltà ad attribuire un senso al testo/discorso.

## RAGIONARE A SCUOLA ... E NON SOLO

La scuola dovrebbe insegnare, principalmente, a ragionare. Purtroppo ciò non accade. Come sostengono Legrenzi e Massarenti "...per un curioso ribaltamento, alcuni meccanismi del pensiero critico vengono utilizzati nelle prove di selezione universitarie, quasi che il prolungamento degli studi dovesse segnare un salto nell'ignoto rispetto alla preparazione precedente" (Legrenzi e Massarenti, 2015, pag. 12). L'attenzione è focalizzata spesso sui contenuti da apprendere, piuttosto che sul processo di acquisizione, che consiste nel ragionare.

Come abbiamo visto, esiste un tipo di ragionamento intuitivo, il quale opera in modo automatico e veloce, con poco o nessuno sforzo e non richiede controllo volontario; ragioniamo in modo intuitivo quando costruiamo un singolo modello mentale. Esiste poi il ragionamento deliberato, il quale alloca attenzione alle attività mentali che richiedono sforzo cognitivo ed è lento; ragioniamo in modo deliberato quando costruiamo modelli di possibilità multiple. La teoria dei modelli mentali implica che il tempo è un fattore critico affinché le persone usino il ragionamento deliberato piuttosto che l'intuizione. In linea con gli assunti della teoria, la differenza in prestazione tra novizi ed esperti in

particolari domini diminuisce sotto pressione temporale (Van Harreveld, Wagenmakers e van der Mas, 2007). La domanda cruciale è se la scuola favorisca il ragionamento deliberato.

Uno dei fattori critici è il numero delle materie scolastiche (Bucciarelli, 2016). Alla scuola primaria abbiamo italiano (nelle sue articolazioni: grammatica, lettura e comprensione di testi), matematica (aritmetica, geometria, informatica), scienze, geografia, storia, studi sociali, inglese, educazione musicale, educazione all'immagine, educazione motoria. Alla scuola secondaria abbiamo italiano (nelle sue articolazioni: grammatica, antologia, epica), matematica (aritmetica, geometria), scienze, tecnologia, geografia, storia, educazione civica, inglese, seconda lingua straniera, educazione musicale, arte, educazione motoria. La conseguenza è che il tempo da dedicare allo studio delle singole discipline si riduce drasticamente. Se consideriamo, per esempio, la scuola secondaria di primo grado, ogni giorno a scuola si affrontano in media 5/6 discipline, e al pomeriggio, lo studio per il giorno seguente è relativo a 5/6 discipline se non 6/7 nel caso in cui vi sia il rientro a scuola e le ore scolastiche siano 8. In condizioni simili, la pressione temporale ostacola anche la pianificazione, per la quale il pensiero lento è fondamentale (Delaney, Ericsson e Knowles, 2004), comporta un ulteriore sforzo cognitivo nel momento in cui è necessario passare da un compito ad un altro (Monsell, 2003), limita le possibilità di esercizio deliberato, ovvero la possibilità di ripetere il compito (Ericsson e Lehmann, 1996).

Per migliorare le capacità di ragionare occorre essere ingaggiati con frequenza in attività che richiedono di ragionare, essendo supportati nel farlo. Il confronto con un punto di vista diverso dal proprio è fondamentale in questo senso. La teoria dei modelli mentali assume che la capacità a falsificare sia il nucleo del nostro essere razionali, ed assume che i conflitti socio-cognitivi, oltre a quelli cognitivi, inducano a falsificare, e quindi migliorino le prestazioni di ragionamento (Bucciarelli, 2004; 2007). In linea con questa ipotesi, studi hanno rilevato che prendere in considerazione il punto di vista altrui induce le persone a falsificare in compiti di ragionamento sillogistico (Sacco e Bucciarelli, 2008) e in compiti di verifica di ipotesi (Bucciarelli e Johnson-Laird, 2001).

Mi preme sottolineare che queste considerazioni implicano che il ragionamento possa riguardare anche questioni sociali importanti, quali le questioni morali, per le quali la teoria dei modelli mentali assume che emozioni e ragionamento siano sistemi indipendenti, che possono però influenzarsi a vicenda (Bucciarelli, Khemlani e Johnson-Laird, 2008; Bucciarelli e Johnson-Laird, 2019a, 2019b). La capacità di ragionare in modo deliberato è un grande dono, soprattutto quando esercitata nel dominio della morale. Troppo spesso le emozioni e le intuizioni guidano le nostre scelte e orientano i nostri comportamenti. E troppo spesso le situazioni che viviamo, nella scuola e nella nostra società, non motivano e non sostengono il ragionamento deliberato, promuovendo anzi il pensiero intuitivo e

superficiale. E' il ragionamento deliberato che può farci apprezzare i vantaggi della cooperazione sulla competizione. Cooperare o competere? In questo momento storico, forse più che mai, la domanda è fondamentale. Da adulti, viviamo in ambienti di lavoro in cui date risorse limitate la competizione è molto spinta, e non competere significa arrendersi. Perciò la competizione nelle sue declinazioni più estreme è diventata un valore, e molta è l'attenzione a trasmettere questo valore ai bambini, fin da piccoli. Il ragionamento deliberato può aiutarci a riflettere sul fatto che la cooperazione, rispetto alla competizione, sia vantaggiosa, per il benessere tra le persone, e quindi necessariamente del singolo individuo (Dal Forno e Merlone, 2007; 2010).

Questo articolo bersaglio è iniziato con il riferimento ad una fiaba, e termina con una memoria; essa ci ricorda che imparare a ragionare... e continuare a farlo, è ciò che ci renderà migliori.

*«Caro professore, sono un sopravvissuto di un campo di concentramento. I miei occhi hanno visto ciò che nessun essere umano dovrebbe mai vedere: camere a gas costruite da ingegneri istruiti; bambini uccisi con veleno da medici ben formati; lattanti uccisi da infermiere provette; donne e bambini uccisi e bruciati da diplomati di scuole superiore e università. Diffido – quindi – dall'educazione. La mia richiesta è: aiutate i vostri allievi a diventare esseri umani. I vostri sforzi non devono mai produrre dei mostri educati, degli psicopatici qualificati, degli Eichmann istruiti. La lettura, la scrittura, l'aritmetica non sono importanti se non servono a rendere i nostri figli più umani».*

*(Anniek Cojean, Les mémoires de la Shoah, in Le Monde del 29 aprile 1995).*

## BIBLIOGRAFIA

- Aamodt-Leeper, G., Creswell, C., McGurk, R., Skuse, D.H. (2001). Individual differences in cognitive planning on the Tower of Hanoi task: Neuropsychological maturity or measurement error? *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, 42, 551-556.
- Barsalou, L.W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577-660.
- Barsalou, L.W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-645.
- Bos, L., De Koning, B., Wassengurg, S., van der Schoot, M. (2016). Training inference making skills using a situation model approach improves reading comprehension. *Frontiers in Psychology*, 7. Doi: 10.3389/fpsyg.2016.00116

- Bucciarelli, M. (2004). Il contributo di Doise agli studi attuali sul ragionamento. *Giornale Italiano di Psicologia*, 4, 729-735.
- Bucciarelli, M. (2007). How the construction of mental models improves learning. *Mind & Society*, issue 1, vol. 6, 67-89.
- Bucciarelli, M. (2016). Ma come si fa a cavalcare un dromedario? *Giornale Italiano di Psicologia*, 3, 427-432.
- Bucciarelli, M., Johnson-Laird, P.N. (2001). Falsification and the role of the theory of mind in the reduced array selection task. *Current Psychology Letters: Behavior, Brain & Cognition*, 4, 7-22.
- Bucciarelli, M., Johnson-Laird, P.N. (2019). Thinking and feeling within the deontic domain. *Materiali per una Storia della Cultura Giuridica*, 1, 89-112.
- Bucciarelli, M., Khemlani, S.S., Johnson-Laird, P.N. (2008). The psychology of moral reasoning. *Judgment and Decision Making*, 3, 121-139.
- Bucciarelli, M., Mackiewicz, R., Khemlani, S.S., Johnson-Laird, P.N. (2016). Children's creation of algorithms: Simulations and gestures. *Journal of Cognitive Psychology*, 28, 297-318.
- Bucciarelli, M., Mackiewicz, R., Khemlani, S.S., Johnson-Laird, P.N. (2018). Simulation in children's conscious recursive reasoning. *Memory & Cognition*, 46, 1302-1314.
- Cutica, I., Bucciarelli, M. (2008). The deep versus the shallow: Effects of co-speech gestures in learning from discourse. *Cognitive Science*, 32, 921-935.
- Cutica, I., Bucciarelli, M. (2011). "The more you gesture, the less I gesture": Co-speech gestures as a measure of mental model quality. *Journal of Nonverbal Behavior*, 35, 173-187.
- Cutica, I., Bucciarelli, M. (2013). Cognitive change in learning from text: Gesturing enhances the construction of the text mental model. *Journal of Cognitive Psychology*, 25, 201-209.
- Cutica, I., Iani, F., Bucciarelli, M. (2014). Learning from text benefits from enactment. *Memory & Cognition*, 42, 1026-1037.
- Dal Forno, A., Merlone, U. (2007). Incentives in supervised teams: An experimental and computational approach. *Journal of Social Complexity*, 3, 37-52.
- Dal Forno, A., Merlone, U. (2010). Effort dynamics in supervised work group. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 75, 413-425.
- De Koning, B.B., Bos, L.T., Wassenburg, S.I., van der Schoot, M. (2016). Effects of a reading strategy training aimed at improving mental simulation in primary school children. *Educational Psychology Review*, 29, 869-889.

- De Koning, B.B., van der Schoot, M. (2013). Becoming part of the story! Refueling the interest in visualization strategies for reading comprehension. *Educational Psychology Review*, 25, 261–287.
- Delaney, P.F., Ericsson, K.A., Knowles, M.E. (2004). Immediate and sustained effects of planning in a problem-solving task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 1219-1234.
- Dicheva, D., & Close, J. (1996). Mental models of recursion. *Journal of Educational Computing Research*, 14, 1-23.
- Ericsson, K.A., Lehmann, A.C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence on maximal adaptations on task constraints. *Annual Review of Psychology*, 47, 273-305.
- Evans, J.St., Stanovich, K.E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate. *Perspective on Psychological Science*, 8, 223-241.
- Fischer, M.H., Zwaan, R.A. (2008). The role of the motor system in language comprehension. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 825–850.
- Graesser, A.C., Millis, K.K., Zwaan, R.A. (1997). Discourse comprehension. *Annual Review of Psychology*, 48, 163-189.
- Hildebrandt, B., Moratz, R., Rickheit, G., Sagerer, G. (1999). Cognitive modelling of vision and speech understanding. In G. Rickheit e C. Habel (Eds.), *Mental models in discourse processing and reasoning* (pp. 213-236). Elsevier, North Holland.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P.N. (2006). *How we reason*. Oxford: Oxford University Press.
- Johnson-Laird, P.N., Bucciarelli, M. 2019. A reply to Ratti and Brigaglia and Celano’s comments on deontics: meaning, reasoning, and emotion. *Materiali per una Storia della Cultura Giuridica*, 1, 153-162.
- Kaup, B., Kelter, S., Habel, C. (1999). Taking the functional aspect of mental models as a starting point for studying discourse comprehension. In G. Rickheit e C. Habel (Eds.), *Mental models in discourse processing and reasoning* (pp. 93-112). Amsterdam: Elsevier.
- Khemlani, S.S., Mackiewicz, R., Bucciarelli, M., Johnson-Laird, P.N. (2013). Kinematic mental simulations in abduction and deduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110, 16766-16771.
- Kiefer, M., Pulvermüller, F. (2012). Conceptual representations in mind and brain: theoretical developments, current evidence and future directions. *Cortex*, 48, 805–825.

- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge University Press, USA.
- Kuhn, D. (2013). Reasoning. In P.D. Zelazo (Ed.), *The Oxford handbook of developmental psychology* (pp. 744-764). Oxford: Oxford University Press.
- Kurland, D.M., Pea, R.D. (1985). Children's mental models of recursive Logo programs. *Journal of Educational Computing Research*, 1(2), 235-243.
- Legrenzi, P., Massarenti, A. (2015). *La buona logica. Imparare a pensare*. Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Louwerse, M.M., Hutchinson, S., Tillman, R., Recchia, G. (2015). Effect size matters: the role of language statistics and perceptual simulation in conceptual processing. *Language, Cognition and Neuroscience*, 30, 430-447.
- McNamara, D.S., Magliano, J.P. (2009). "Towards a comprehensive model of comprehension," in *The Psychology of Learning and Motivation*, ed. B. Ross (New York, NY: Elsevier Science).
- Meteyard, L., Cuadrado, S.R., Bahrami, B., Vigliocco, G. (2012). Coming of age: a review of embodiment and the neuroscience of semantics. *Cortex*, 48, 788-804.
- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in Cognitive Science*, 7, 134-140.
- Nijhof, A.D., Willems, R.M. (2015). Simulating fiction: individual differences in literature comprehension revealed with fMRI. *PLoS One*, 10, e0116492
- Papert, S. (1980). *Mindstorms*. Basic Books: New York.
- Rips, L.J. (1994). *The psychology of proof*. Cambridge, MA: MIT Press
- Sacco, K., Bucciarelli, M. (2008). The role of cognitive and socio-cognitive conflict in learning to reason. *Mind & Society*, 7, 1-19.
- Singer, M. (1994). Discourse inference processes. In M.A. Gernsbacher (Ed.), *Handbook of psycholinguistics* (pp. 479-515). San Diego: Academic Press.
- Skoura, X., Vinter, A., Papaxanthis, C. (2009). Mentally simulated motor actions in children. *Developmental Neuropsychology*, 34, 356-367.
- Stanovich, K.E. (1999). *Who Is Rational? Studies of Individual Differences in Reasoning*. Erlbaum, Mahwah, NJ.
- van den Broek, P., Espin, C. A. (2012). Connecting cognitive theory and assessment: measuring individual differences in reading comprehension. *School Psychology Review*, 43, 315-325.
- van Dijk, I.A., Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Van Harreveld, F., Wagenmakers, E.J., van der Mas, H.L.J. (2007). The effects of time pressure on chess skill: An investigation into fast and slow processes underlying expert performance. *Psychological Research*, 71, 591-597.

Zwaan, R. A., Radvansky G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory.  
*Psychological Bulletin*, 123, 162-185.