

Il confronto come percorso verso nuove conoscenze

Dedre Gentner

Northwestern University, Florencia Anggoro, College of the Holy Cross

Traduzione di Giovanna Sperotto

Il confronto come percorso verso nuove conoscenze

Uno dei processi più misteriosi nella cognizione umana è la scoperta di una conoscenza di cui non eravamo precedentemente consapevoli. Un processo noto per promuovere nuove conoscenze è il confronto analogico. Le analogie servono spesso come modelli mentali per la comprensione di un nuovo dominio/contesto (Gentner D. & Stevens A. L., 1983). Ad esempio, le persone che iniziano a studiare il fenomeno dell'elettricità, spesso, per comprendere la corrente elettrica, utilizzano modelli mentali basati su analogie con il flusso dell'acqua o con folle di soggetti in movimento (Gentner D. e Gentner D.R., 1983). Alcune ricerche hanno dimostrato che l'elaborazione analogica può portare a nuovi modi di pensare (Bassok M. & Holyoak K. J., 1989; Goldstone R. L., & Son, 2005; Reed S. K., Dempster A, e Ettinger M., 1985; Rittle-Johnson B. e Star J. R., 2007; Richland L. E. Zur O., e Holyoak K. J., 2007; Vosniadou S., 1989).

Il significato principale del confronto analogico è di trovare un allineamento tra due situazioni o eventi che ci permettano di vedere una struttura relazionale comune (Gentner D., 1983, 2010; Markman A. B. & Gentner D., 1997). Solo quando il confronto analogico avrà evidenziato la struttura comune tra i due eventi confrontati, essa potrà essere mantenuta in memoria ed essere trasferita ad altre situazioni. In altre parole, lo schema comune può diventare un modello astratto che può aiutare a strutturare situazioni future (Gentner D., Loewenstein J., e Thompson L., 2003; Gick M. L. & Holyoak K. J., 1983).

Tuttavia, trovare analogie (le caratteristiche in comune) è solo una parte della questione. L'allineamento di due situazioni porta anche alla scoperta delle differenze. All'interno di un processo di confronto, si possono distinguere due tipi di differenze: quelle allineabili e quelle non-allineabili. Le *differenze allineabili* sono differenze che svolgono uno stesso ruolo nella struttura comune (Gentner D. & Gunn V., 2001; Gentner D. & Markman A. B. 1994; Markman A. B. & Gentner D., 1993) mentre le *differenze non-allineabili* non sono collegate alla struttura comune. Ad esempio, nella figura 1, la coppia più in alto (A) è altamente allineabile (cioè, è facile notare una struttura comune, vale a dire che il ragazzo è seduto su un'altalena tubolare). Al contrario, la coppia in basso (B) è una coppia non-allineabile (le due immagini non hanno una struttura comune chiara) (fig.1).

Supponiamo che vi si chieda di indicare una differenza tra le due immagini della coppia (A). Probabilmente direste che:

(1) "Nell'immagine a sinistra, il ragazzo è seduto *all'interno dell'altalena tubolare* e in quella a destra il ragazzo è seduto *sopra l'altalena tubolare*".

Si noti come la differenza evidenziata dipenda da una caratteristica in comune ovvia, cioè che entrambe le figure mostrano un ragazzo seduto su un'altalena. Supponiamo ora che vi si chieda di indicare una differenza tra le due immagini della coppia (B). A differenza della prima coppia, per la coppia (B) non esiste una differenza così evidente e immediata. Si potrebbe dire:

(2) "In una immagine c'è un bambino, nell'altra no";

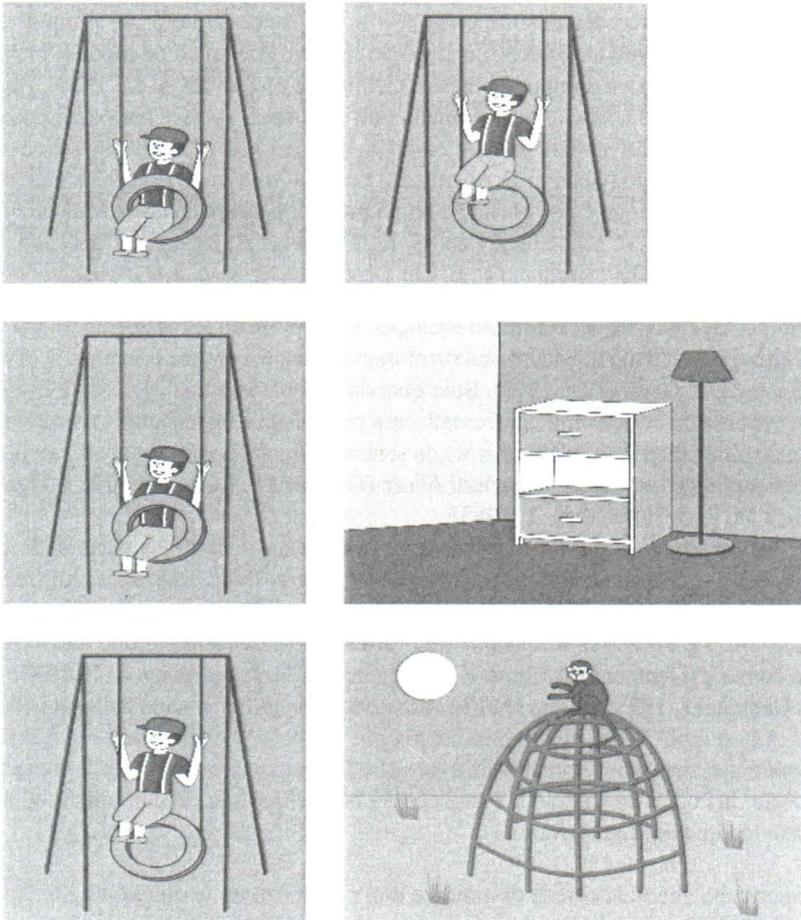


Fig.1: Coppie allineabili e non-allineabili. (A) Coppia con stretta somiglianza effettiva (B) Coppia non – allineabile (C) Coppia analoga.

- (3) “In una immagine c’è una lampada e nell’altra no”
(4) “Una immagine è ambientata in una stanza e l’altra in un parco giochi”

La frase (1) esprime una *differenza allineabile*, cioè una differenza che svolge lo stesso ruolo nella struttura comune. La struttura comune è “il ragazzo è seduto sull’altalena” e la differenza sta esclusivamente nel *dove* è seduto, rispetto all’altalena. Per la coppia (B), invece, poiché non esiste una struttura comune, ciò che gli osservatori riportano sono delle *differenze non allineabili* come (2) e (3) cioè, semplicemente, essi evidenziano un elemento contenuto in una delle due immagini (“qui c’è un ragazzo...”) che non compare nell’altra.

Siamo così giunti a scoprire che il modo più naturale per individuare una differenza è prima di tutto quello di rilevare una analogia ovvero una caratteristica in comune tra le due situazioni confrontate. Quando le analogie non sono evidenti è possibile, anche in modo puntuale, notare che due situazioni confrontate sono diverse ma risulta molto difficile ed impegnativo comprendere in modo chiaro *come* esse siano diverse.

Confronto come struttura della mappatura

Le teorie sull’analogia, nella psicologia cognitiva, sono tutte in gran parte confluite verso ipotesi già delineate nella teoria di D. Gentner, della struttura della mappatura (structure-mapping) (Gentner D., 1983; Gentner D. & Markman A. B. 1997; Falkenhainer B. Forbus K. D. & Gentner D., 1989). Secondo tale teoria, un’analogia segnala che un sistema di relazioni, che è contenuto nel dominio di base, vale anche per il dominio di destinazione e questo accade sia nel caso in cui gli oggetti nei due domini siano simili sia che non lo siano.

L’allineamento, quindi, deve essere coerente dal punto di vista strutturale e questo significa che non è necessario che vi sia una corrispondenza uno-a-uno tra gli elementi di base e gli elementi bersaglio e neppure che gli argomenti dei predicati corrispondenti debbano, tra loro, combaciare (connettività parallela). Un ulteriore presupposto è il principio di sistematicità. Secondo tale principio, i sistemi di relazioni devono essere collegati tra loro in modo sistematico da un ordine superiore e vincolante. L’ordine superiore può essere rappresentato dalle cause. Esse contribuiscono maggiormente all’analogia di quanto non facciano le coppie isolate o un ugual numero di coppie indipendenti. Le informazioni evidenziate dal confronto costituiscono un sistema relazionale connesso e valorizzano i punti in comune connessi al sistema di abbinamento. Così facendo se ne accresce l’importanza. Ad esempio, Clement C. e Gentner D. (1991) hanno scoperto che le persone, a cui erano state raccontate storie analoghe, giudicavano che le affermazioni corrispondenti erano più importanti, per l’analogia, quando erano state collegate ad altre informazioni abbinate rispetto a quando non lo erano. Parallelamente, un risultato analogo si ebbe per le proiezioni inferenziali: le persone erano più propense a importare un fatto, dal dominio di base al bersaglio, quando questo era collegato ad altri predicati, condivisi con il bersaglio. Quindi, non esiste una sorta di fenomeno isolato, nessuna corrispondenza è “un’isola”. Nella corrispondenza analogica, i soggetti non sono interessati alle corrispondenze isolate e casuali ma, piuttosto, cercano connessioni causali e logiche che diano all’analogia la sua forza deduttiva.

A livello di elaborazione, il confronto tra due situazioni comporta la determinazione di un loro *allineamento strutturale*, basato sulla comune struttura relazionale. Anche gli elementi nei due domini vengono messi in corrispondenza sulla base di questo allineamento relazionale. Non è necessario che gli oggetti corrispondenti nella situazione di base e in

quella bersaglio si assomiglino. Ciò che risulta importante è che essi abbiano ruoli simili nei sistemi di relazioni corrispondenti.

Ovviamente è più facile stabilire un allineamento quando gli oggetti corrispondenti si assomigliano l'uno con l'altro. Ad esempio, è più facile allineare la coppia in Figura 1A rispetto alla coppia in Figura 1C.

La figura 1C rappresenta un'analogia spaziale. Nella coppia 1C, gli oggetti nelle due immagini sono completamente diversi. Tuttavia si può probabilmente notare in modo rapido la relazione comune: entrambi mostrano un essere vivente seduto su una struttura fisica. Questo è ciò che qualifica la coppia C come un'analogia. Se si chiede a un soggetto di indicare una differenza nella coppia C, ci sono diverse cose che egli potrebbe dire:

- (1) In una immagine c'è un ragazzo su un'altalena e nell'altra una scimmia su una giostrina.
- (2) In un'immagine c'è un ragazzo e nell'altra una scimmia.
- (3) In un'immagine c'è un'altalena e nell'altra una giostrina.

Ma è molto improbabile che dica:

- (4) In una c'è un ragazzo e nell'altra una giostrina.

Perché preferiamo le risposte (1), (2) e (3) rispetto alla (4)? La risposta risiede nella nostra struttura implicita dei processi di mappatura. Quando si osservano due immagini, con lo scopo di confrontarle, implicitamente si compie un allineamento strutturale tra loro e, in genere, si arriva alla seguente associazione:

Ragazzo SULL' altalena \leftrightarrow scimmia SULLA giostrina

Questa mappatura coinvolge le corrispondenze degli oggetti contenuti nelle immagini:

Ragazzo \leftrightarrow scimmia

Altalena \leftrightarrow giostrina

Questi esempi seguono i principi della struttura della mappatura sopra descritti.

Quando si confrontano due oggetti, tendenzialmente si preferiscono gli allineamenti che sono strutturalmente "coerenti". La coerenza strutturale comporta una *corrispondenza uno-a-uno*. Ciò significa che ogni elemento di una rappresentazione corrisponde (al massimo) a un elemento dell'altro tipo di rappresentazione, come appena dimostrato. La coerenza strutturale implica anche la *connettività parallela*, il che richiede che gli argomenti di predicati corrispondenti devono essere messi in corrispondenza. Questo è il motivo per cui le persone invitate a indicare la differenza nella coppia C di solito menzionano oggetti corrispondenti, come in (1), (2) o (3) di cui sopra, piuttosto che oggetti non corrispondenti, come in (4).

Tutti gli esempi riportati dimostrano un punto fondamentale: che gli stessi processi della struttura della mappatura sono importanti sia nella somiglianza concreta ordinaria (come nella coppia A) sia nella similarità analogica (come nella coppia C). In tal modo, l'analogia

fornisce un modo per mettere a fuoco le caratteristiche di comunanza relazionale (come le relazioni spaziali in queste figure) indipendentemente dagli oggetti/scopi in cui tali relazioni sono incorporati. Le differenze tra i due elementi sono calcolati sulla base di questo allineamento strutturale. Questo è il motivo per cui la risposta (4) risulterebbe molto strana, in quanto i due elementi evidenziati non corrispondono. Le differenze che balzano alla mente, in modo spontaneo, cioè le differenze allineabili, si applicano tra coppie corrispondenti.

La dimostrazione dell'utilità dell'allineamento strutturale per promuovere la comprensione o l'intuizione degli eventi deriva da alcuni studi sull'apprendimento dei bambini. In uno studio, Gentner D. Anggoro F. K. e Klibanoff R. S. (2011) usarono il confronto per insegnare a bambini di 3 e 4 anni a comprendere le categorie relazionali, ad esempio una *taglierina* (il confronto comprendeva una certa categoria di oggetti come una sega, un coltello, un'ascia e un paio di forbici). Questi tipi di categorie relazionali astratte sono difficili per i bambini, ma confrontando esempi diversi, i bambini possono comporre e utilizzare queste categorie.

In un altro studio è stato utilizzato il confronto per insegnare ai bambini come costruire dei modellini di edifici (Gentner D. et al., in corso di stampa). Questi studi sono stati condotti nel Children's Museum di Chicago in un contesto naturalistico. Questa attività prevedeva che un gruppo di bambini, di età compresa tra i 6 e gli 8 anni assieme ai loro genitori costruissero dei modellini di grattacieli. Ciò che spesso purtroppo succedeva è che gli edifici cadevano perché i bambini non avevano capito come costruire una struttura stabile. In particolare, i bambini non sapevano usare delle modalità diverse per disporre le travi. Non avevano compreso che avrebbero avuto bisogno di usare le travi in diagonale, in orizzontale e in verticale e così facendo creare un assemblaggio utile all'elaborazione di una struttura stabile.

Per verificare se la struttura della mappatura avrebbe potuto aiutare i bambini a comprendere l'importanza di inserire la direzione diagonale nella disposizione delle travi, abbiamo costituito tre gruppi di bambini: un gruppo con *confronto ad alto-allineamento*, un secondo gruppo con *confronto a basso-allineamento* e uno *senza nessun tipo di formazione*. Il gruppo *No-Formazione* non ricevette alcuna istruzione ma costruirono semplicemente un grattacielo con i genitori per poi proseguire fino al momento del compito finale (descritto di seguito).

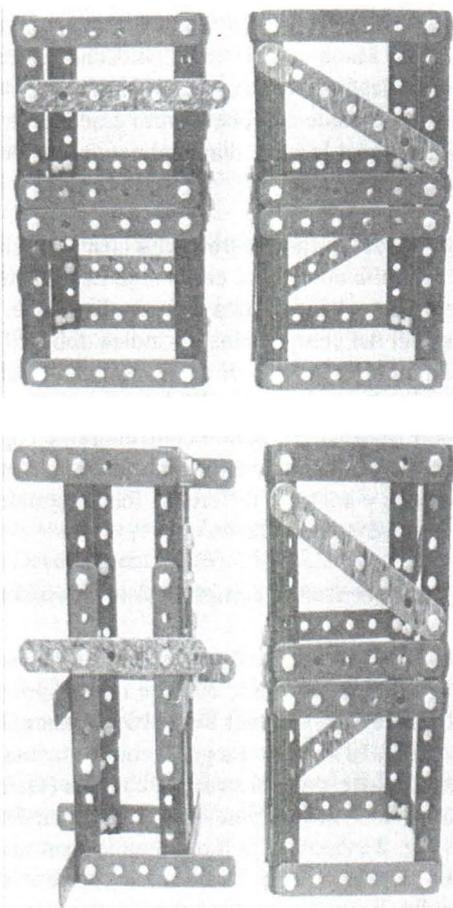


Fig. 2: Modelli utilizzati durante il training dei confronti al Children's Museum. Il modello instabile è quello a sinistra, e il modello stabile (con il rinforzo diagonale) è sulla destra. La figura in alto mostra la coppia ad alta allineabilità e la figura in basso mostra la coppia a bassa allineabilità.

Con i bambini dei due gruppi di confronto è stata effettuata una breve attività di apprendimento. Ai bambini, presi singolarmente, sono stati mostrati due edifici affiancati. Il gruppo ad alto-allineamento vide la coppia più alta in Figura 2 e il gruppo a basso-allineamento vide la coppia in basso in Figura 2. Ad ogni bambino fu posta questa domanda: “Quale pensi sia il grattacielo più resistente?”. Il 50% dei bambini rispose riferendosi al primo edificio e il restante 50% scelse il secondo edificio. Lasciammo che i bambini facessero oscillare i due edifici e già mentre spingevano i due grattacieli si resero conto che l’edificio con la trave diagonale era molto più difficile da scuotere rispetto a quello senza trave diagonale. A quel punto, chiedemmo di nuovo: “Quale pensi sia più resistente?”. Dopo questo confronto quasi tutti i bambini risposero correttamente.

Costruirono quindi un nuovo grattacielo con i genitori e proseguirono fino al compito finale. In questo ultimo compito, allontanammo il bambino dai genitori e gli mostrammo un edificio instabile (circa 1 piede di altezza). Questo edificio non aveva la trave diagonale. Lo sperimentatore mosse avanti e indietro l’edificio, dimostrando che era instabile, poi diede ad ogni bambino una trave, chiedendogli di mostrare come posizionarla in modo da non far più ondeggiare la struttura. Il bambino doveva appoggiare la trave sulla costruzione per dimostrare come avrebbe dovuto essere collocata. Lo sperimentatore registrava se il bambino posizionava la trave diagonalmente (corretto), orizzontalmente o verticalmente rispetto alla struttura.

I risultati dimostrarono che i bambini che avevano avuto la breve attività di apprendimento, tramite confronto, erano significativamente più propensi, rispetto al gruppo dei non-formati, a posizionare una trave in diagonale. Il gruppo No-Formazione raggiunse dei risultati casuali nel compito finale - indice della difficoltà di questo compito per i bambini. Inoltre, i bambini del gruppo di confronto ad alto-allineamento erano più propensi a usare una trave diagonale rispetto a quelli del gruppo di confronto a basso-allineamento. Questo suggerisce che i bambini che hanno confrontato le coppie di modellini di edifici, nello specifico coppie che erano altamente allineabili, erano più in grado rispetto agli altri di notare la loro struttura comune e anche la differenza fondamentale e allineabile cioè, una trave diagonale rispetto a una trave orizzontale.

Questi risultati confermano le previsioni di strutture della mappatura.

In primo luogo, il confrontare due cose porta ad allineare mentalmente le loro strutture (Gentner D., 1983; 2003) e questo processo mette in evidenza la loro struttura comune (Christie S. & Gentner D., 2010; Gentner D. & Namy L. L., 1999; Gick M. L. & Holyoak K. J. 1983). In secondo luogo, il confronto analogico evidenzia differenze allineabili, cioè differenze legate a quella struttura comune (Gentner D. & Gunn V., 2001; Gentner D. & Markman A. B., 1994; Markman A. B. & Gentner D., 1993). Il confronto dei due modellini di edifici in Fig. 2 evidenzia la loro comune struttura, entrambi sono edifici a due piani e a partire da questa si manifesta la differenza: l’edificio di destra contiene una trave diagonale, mentre quello di sinistra ha una trave orizzontale.

In terzo luogo, per i bambini piccoli l’allineamento è più facile e più accurato quando gli elementi confrontati sono percettivamente simili (Gentner D. e Toupin C., 1986; Kotovsky L. & Gentner D. 1996; Paik J. H. & Mix K. S. 2006; Richland L. E. Morrison, R. G., e Holyoak K. J., 2006).

Sintesi e conclusioni

I processi della struttura della mappatura sono ampiamente utilizzati nella cognizione umana. Sono estremamente importanti per il trasferimento di conoscenze e inferenze tra diverse situazioni o domini, così come nella soluzione dei problemi e nel ragionamento. I nostri risultati nel Children's Museum e quelli di altri paesi si uniscono a un numero crescente di risultati che suggeriscono che questi processi possono permettere alle persone di ottenere nuove conoscenze. L'applicazione di processi di confronto in contesti più ampi, incluse le situazioni terapeutiche, è una frontiera entusiasmante sia per la ricerca, sia per la pratica.

Riassunto

I risultati di molti studi indicano che il confronto analogico può generare conoscenze. I risultati possono essere spiegati in termini di processi di mappatura della struttura (structure-mapping) che favoriscono la rilevazione di analogie e differenze tra situazioni. I risultati inoltre rivelano le condizioni che supportano la conoscenza basata sul confronto.

Ringraziamenti

Questa ricerca è stata sostenuta da NSF SBE-0541957, Spatial Intelligence e Learning Center (SILC) e ONR Scienze Cognitive N00014-92-J-1098.

Bibliografia

1. Bassok, M., & Holyoak, K. J. (1989). *Interdomain transfer between isomorphic topics in algebra and physics*. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(1), 153-166.
2. Christie, S. & Gentner, D. (2010). *Where hypotheses come from: Learning new relations by structural alignment*. *Journal of Cognition and Development*, 11 (3). 356-373.
3. Clement, C., & Gentner, D. (1991). *Systematicity as a selection constraint in analogical mapping*. *Cognitive Science*, 15, 89-132.
4. Falkenhainer, B., Forbus, K. D., & Gentner, D. (1989). *The structure-mapping engine: Algorithm and examples*. *Artificial Intelligence*, 41, 1-63
5. Gentner, D. (1983). *Structure-mapping: A theoretical framework for analogy*. *Cognitive science*, 7(2), 155-170.
6. Gentner, D. (2003). *Why we're so smart*. In D. Gentner and S. Goldin-Meadow (Eds.), *Language in mind: Advances in the study of language and thought* (pp.195-235). Cambridge, MA: MIT Press.
7. Gentner, D. (2010). *Bootstrapping the mind: Analogical processes and symbol systems*. *Cognitive Science*, 34 (5). 752-775.
8. Gentner, D., Anggoro, F. K., & Klibanoff, R. S. (2011). *Structure-mapping and relational language support children's learning of relational categories*. *Child Development*, 82(4). 1173-1188.
9. Gentner, D., & Gentner, D. R. (1983). *Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity*. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 99-129). Hillsdale,

NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

10. Gentner, D., & Gunn, V. (2001). *Structural alignment facilitates the noticing of differences*. *Memory and cognition*, 29(4), 565-577.
11. Gentner, D., Levine, S. C., Dhillon, S., Ping, R., Bradley, C., Poltermann, A., & Honke, G. (in press). *Rapid learning in a children's museum via analogical comparison*. To appear in *Cognitive Science*.
12. Gentner, D., Loewenstein, J., & Thompson, L. (2003). *Learning and transfer: A general role for analogical encoding*. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 393-405.
13. Gentner, D., & Markman, A. B. (1994). *Structural alignment in comparison: No difference without similarity*. *Psychological Science*, 5(3), 152-158.
14. Gentner, D., & Namy, L. L. (1999). *Comparison in the development of categories*. *Cognitive Development*, 14(4), 487-513.
15. Gentner, D., & Stevens, A. L. (Eds.). (1983). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
16. Gentner, D., & Toupin, C. (1986). *Systematicity and surface similarity in the development of analogy*. Tech. Rep., Champaign, IL: University of Illinois, Center for the Study of Reading.
17. Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). *Schema induction and analogical transfer*. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
18. Goldstone, R. L., & Son, J. Y. (2005). *The transfer of scientific principles using concrete and idealized simulations*. *The Journal of the Learning Sciences*, 14(1), 69-110.
19. Kotovsky, L., & Gentner, D. (1996). *Comparison and categorization in the development of relational similarity*. *Child Development*, 67, 2797-2822
20. Markman, A. B., & Gentner, D. (1993). *Splitting the differences: A structural alignment view of similarity*. *Journal of Memory and Language*, 32(4), 517-535.
21. Markman, A. B., & Gentner, D. (1997). *The effects of alignability on memory storage*. *Psychological Science*, 8(5), 363-367.
22. Paik, J. H., & Mix, K. S. (2006). *Preschoolers' use of surface similarity in object comparisons: Taking context into account*. *Journal of Experimental Child Psychology*, 95, 194-214.
23. Reed, S. K., Dempster, A., & Ettinger, M. (1985). *Usefulness of analogous solutions for solving algebra word problems*. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11, 106-125.
24. Richland, L. E., Morrison, R. G., & Holyoak, K. J. (2006). *Children's development of analogical reasoning: Insights from scene analogy problems*. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94(3), 249-273.
25. Richland, L. E., Zur, O., & Holyoak, K. J. (2007). *Cognitive supports for analogies in the mathematics classroom*. *Science*, 316(5828), 1128.
26. Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). *Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations*. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 561.
27. Vosniadou, S. (1989). *Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: A developmental perspective*. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. (pp. 413-437). New York: Cambridge University Press.