

Il Gioco e l'analogia nei processi di apprendimento: teorie ed evidenze scientifiche

Domenico Monacis, Pompilio Cusano
Università Telematica Pegaso

Riassunto:

Il gioco in ambito motorio-corporeo è un argomento di grande interesse pedagogico ed educativo, che abbraccia diversi ambiti disciplinari e di ricerca come denominatore comune e trasversale. Il gioco può essere considerato un fattore di mediazione per lo sviluppo dell'area motoria, cognitiva, emotiva, sociale del bambino, un fattore determinante per lo sviluppo sociale e l'inclusione. Il seguente contributo si propone di evidenziare la relazione tra il gioco e l'apprendimento attraverso l'analogia, descrivendo, altresì, possibili implicazioni didattiche e metodologiche per proporre proposte ludico-motorie orientate allo sviluppo di processi e funzioni proprie del pensiero analogico.

Parole chiave:gioco, analogía, apprendimento motorio, stili di insegnamento, funzioni cognitive.

Abstract:

Physical play is a subject of great educational and pedagogical interest, which embraces different disciplinary and research fields as common and transversal denominator. Play can be considered a mediating factor for the development of the motor, cognitive, emotional and social area of the child, determining for social development and inclusion. The following contribution aims to highlight the relationship between play and learning through analogy through the description of didactic and methodological implications for proposing playful activities oriented to solicit process and functions of analog thinking.

Keywords:play, analogy, motor learning, teaching styles, cognitive functions.

1. Definizione e sviluppo del pensiero analogico

Lo studio delle modalità comunicative e del comportamento dell'insegnante in relazione ai contenuti di apprendimento ha acquisito negli ultimi anni una notevole importanza per evidenziare gli effetti delle attività proposte sullo sviluppo cognitivo, emotivo e sociale degli studenti (Kyriakides,, Anthimou, & Panayiotou, 2020; Wang et al., 2020). In ambito scolastico le proposte didattiche, organizzate in diverse modalità e ambienti (classe, laboratorio, palestra, ambiente outdoor, ecc.) e finalizzate a promuovere l'apprendimento di competenze proprie delle singole discipline, richiedono, infatti, una comunicazione efficace tra l'insegnante ed il gruppo-classe per attuare la mediazione didattica (Zhang, Bowers, & Mao, 2020). Vari studi hanno confermato, infatti, che le relazioni tra l'area cognitiva, emotiva, motoria e sociale sono, in misure, rapporti e tempi variabili in relazione ai bisogni dei soggetti ed ai contesti di attuazione,

determinate dagli effetti di mediazione generati dalle attività e dalla relazione insegnante-allievo-allievi (Vandenbroucke et al., 2017; Brian & Taunton, 2018).

Il processo di apprendimento, quindi, non necessita solo di interventi didattici personalizzati e orientati a valorizzare le potenzialità degli studenti, ma anche di un'analisi di contesto e dei bisogni degli studenti, al fine di facilitare l'accessibilità dei contenuti e degli apprendimenti.

In questo senso, l'analogia, dal greco *anàlogos*, sta ad indicare l'eguaglianza di due rapporti intesa come proporzionalità tra due elementi (Dizionario etimologico online, n.d), e rappresenta uno strumento che può essere utilizzato dall'insegnante per favorire la comprensione e un facilitatore di conoscenze. Secondo Gray & Holyoak (2021) due situazioni sono definite analoghe se condividono un modello comune di relazioni tra i loro elementi costitutivi, anche se gli elementi stessi differiscono tra le due situazioni.

In letteratura, per analogia si intende, infatti, una figura retorica che descrive il rapporto di somiglianza tra due oggetti o elementi in cui, dall'eguaglianza o somiglianza constatata tra alcuni fattori comuni, si deduce l'eguaglianza o somiglianza di tutti gli altri (Treccani, n.d.). Essa sfrutta, quindi, la capacità di trarre inferenze tra un elemento "sorgente" (occhiali) e un nuovo elemento "target" (obiettivo di apprendimento = numero otto).

L'apprendimento attraverso l'analogia permette, quindi, di trarre inferenze e definire nuove astrazioni partendo da un elemento noto e conosciuto. Gentner & Holyoak (1997) utilizzano l'espressione "illusione di familiarità" con riferimento alla capacità della mente umana di trovare – e se necessario creare – rapporti di similitudine tra esperienze passate e presenti. La capacità di dedurre le somiglianze e gli aspetti in comune tra due elementi, apparentemente distanti e differenti, permette, infatti, di attribuire e collocare i nuovi apprendimenti in specifiche categorie (ad esempio, cani, occhiali, note musicali, ecc.) più familiari al soggetto che apprende. L'elemento noto o la sorgente dell'analogia denota, quindi, un certo grado di familiarità con l'oggetto di apprendimento, e rappresenta una sorta di modello da cui trarre le rispettive inferenze per una migliore accessibilità dei contenuti di apprendimento.

La capacità di trarre inferenze dai fenomeni osservati e di estrapolare informazioni rilevanti e significative partendo da esperienze pregresse non solo permettono la trasferibilità e l'utilizzo di conoscenze apprese in molteplici contesti, ma assumono una valenza pedagogica ed educativa ineludibile per lo sviluppo cognitivo del bambino (Chen, Sanchez, & Campbell, 1997; Gentner, 1977; Goswami, 2001).

Secondo Goswami il pensiero analogico caratterizza le attività ludiche del bambino sin dalla prima infanzia, e lo sviluppo di tale facoltà aumenta con l'età in maniera direttamente proporzionale alla capacità del bambino di trarre inferenze significative tra le conoscenze apprese (Goswami, 1992; Goswami, 2001; Goswami & Brown, 1990). Contrariamente a quanto sostenuto da Piaget, secondo cui i bambini non sono in grado di applicare il pensiero analogico prima dei 13-14 anni (fase delle operazioni formali; Piaget, Montangero, & Billeter, 1977), i risultati dello studio di Goswami e Brown (1990) evidenziano che anche i bambini di 3 anni possono utilizzare concretamente l'analogia purché consapevoli delle relazioni rilevanti da individuare.

Studi successivi sul gioco attraverso l'analogia hanno ipotizzato che con l'aumento dell'età avvenga una sorta di "spostamento delle relazioni". Rattermann & Gentner (1998) hanno, infatti, proposto ipotizzato un modello secondo cui i bambini in una prima fase siano attenti e concentrati solamente sulle caratteristiche percettive (ad esempio forma, dimensione e colore degli oggetti), piuttosto che sulle caratteristiche concettuali. Nel momento in cui avviene lo spostamento e il passaggio dalla percezione alla concettualizzazione, il bambino è in grado di comprendere, applicare ed utilizzare efficacemente analogie più complesse, e questo dipende in parte anche dalle conoscenze del bambino.

Una terza ipotesi dell'evoluzione del pensiero analogico sottolinea i limiti della memoria di lavoro dei bambini quando è richiesto loro di elaborare contemporaneamente relazioni multiple (Andrews & Halford, 2002; Halford, Andrews, Dalton, Boag, & Zielinski, 2002). La teoria di Halford si basa, infatti, sull'analisi della quantità di elementi e informazioni che il bambino deve elaborare in parallelo. Secondo questo modello, infatti, i bambini sarebbero in grado di evidenziare singole relazioni significative riferite a due oggetti/elementi (relazione binaria) dopo i 2 anni di età, e, soltanto dopo i 5 anni di età, relazioni multiple.

Inoltre, la capacità di associare e trarre inferenze su base concettuale può competere con la tendenza ad associare due elementi sulla base delle caratteristiche fisiche o semantiche degli oggetti (Gentner & Toupin, 1986). Per risolvere questo "conflitto" è necessario il ricorso al controllo inibitorio, ossia la capacità di essere in grado orientare l'attenzione, gestire le emozioni, il comportamento e i pensieri per selezionare la risposta migliore e più appropriata in una determinata situazione (Diamond, 2013).

Bambini di 3-4 anni, infatti, nonostante la comprensione di un determinato compito, possono

non essere in grado di inibire del tutto un determinato comportamento (Diamond, Kirkham e Amso, 2002)

Da quanto emerso dall'analisi della letteratura, sembrerebbe, quindi, che il pieno sviluppo del pensiero analogico richieda sia la capacità di integrare relazioni multiple, sia la capacità di inibire risposte suggerite da somiglianze superficiali.

2. Analogia e apprendimento: modelli e processi a confronto

La concettualizzazione e l'utilizzo moderno dell'analogia risale agli studi e all'influenza pionieristica del filosofo Mary Hesse (1966), il quale, applicando il metodo analogico alle scienze, sosteneva il valore intrinseco e il potenziale del pensiero analogico nel favorire la scoperta e il cambiamento. A lungo, infatti, la ricerca psicologica sull'analogia si è dedicata alle ricadute sullo sviluppo dell'intelligenza attraverso lo studio dei rapporti tra i termini (ad esempio: se piede sta a gamba, braccio sta a?), piuttosto che alle ricadute didattiche per migliorare l'apprendimento. È solo a partire dal 1980 che il mondo della ricerca iniziò ad approcciarsi e ad ampliare lo studio delle possibili applicazioni e implicazioni educative dell'analogia (Gentner; 1983; Gentner & Gentner, 1983). Ad esempio, per spiegare come avviene il movimento degli elettroni in un circuito elettrico, Gentner & Gentner (1983) utilizzarono l'immagine dello spostamento delle persone in un tunnel: la relazione tra le due rappresentazioni – fluire degli elettroni/attraversamento del tunnel – è caratterizzata non solo da un parallelismo efficace, ma sollecita implicitamente la definizione di relazioni casuali, logiche e funzionali tra di esse.

Inoltre, le progressive conquiste nell'ambito della psicologia cognitiva iniziarono ad applicare analogie sempre più complesse ai processi di ragionamento e apprendimento (Winston, 1980) attribuendo significatività al valore esperienziale nei processi di apprendimento (Schank, 1999), e alla relazione tra comprensione, apprendimento e memoria (Kolodner, 1983).

Il processo del pensiero analogico si basa, infatti, sulla mappatura delle corrispondenze semantiche tra i due elementi (sorgente e oggetto di apprendimento) e sulla individuazione (e successiva interpretazione) degli elementi comuni, al fine di trarre le inferenze significative per strutturare le conoscenze e colmare il gap nella comprensione di un determinato concetto e/o contenuto. I risultati, al termine del processo, prevedono la creazione di nuove categorie e schemi mentali, la stabilizzazione di nuove tracce mnemoniche, e la (possibile) rinnovata

comprensione di conoscenze e schemi mentali precedentemente appresi più facilmente accessibili in futuro (Gentner, 1993).

Il pensiero analogico, inoltre, indipendentemente dalla tipologia o dal contenuto da apprendere, si basa sul principio di corrispondenza - ogni elemento di A (sorgente) è associato ad un solo elemento di B (target)- , connessione - se due predicati o relazioni corrispondono, anche le loro caratteristiche possono essere associate -, e sistematicità – la tendenza a preferire due elementi con una elevata corrispondenza logica e/o visiva, rispetto ad elementi molto distanti tra loro (Gentner & Smith, 2012; Gentner, 2010).

Gentner & Maravilla (2018) forniscono una descrizione dettagliata dei processi attivati e sollecitati dal pensiero analogico:

- astrazione dello schema (generalizzazione): la possibilità di confrontare due casi analoghi permette di risolvere un singolo caso attraverso l'astrazione e generalizzazione di un modello esplicativo e risolutivo di quel determinato problema. Inoltre, lo schema risolutivo comune generato attraverso il confronto analogico è un importante mediatore per trasferire ed applicare strategie risolutive efficaci a nuove situazioni;
- rilevazione delle differenze (contrasto): oltre a facilitare l'astrazione degli elementi comuni, la mappatura consente anche di evidenziare le differenze tra gli elementi (Markman & Gentner, 1993);
- ri-rappresentazione: descrive l'omologa relazione concettuale tra due elementi (ad esempio, "Attila bruciò il forte" e "Napoleone incendiò il castello" sottendono la stessa relazione concettuale).

La flessibilità del metodo analogico fornisce, quindi, molteplici percorsi e strategie risolutive da utilizzare per accedere ai contenuti di apprendimento. Secondo Gentner & Smith (2012), inoltre le fasi proprie pensiero analogico prevedono:

- Recupero delle informazioni note: le informazioni contenute nella memoria di lavoro - sistema o sistemi necessari per trattenere informazioni utili all'esecuzione di un determinato compito (Baddeley, 2010) – sono integrate da informazioni analoghe contenute nella memoria a lungo termine;
- Mappatura: Dati due elementi (ad esempio, due eventi, situazioni, ecc.) presenti nella memoria di lavoro, la mappatura implica un processo di allineamento delle rappresentazioni e di proiezione delle inferenze tra gli stessi;

- Valutazione: al termine della mappatura, si valutano le inferenze dedotte dal processo analogico.

Il pensiero analogico, e quindi la capacità di percepire e usare la somiglianza relazionale tra due situazioni o eventi, rappresenta un elemento fondamentale della cognizione umana. Infatti, alcuni ricercatori suggeriscono che ciò che differenzia gli esseri umani dalle altre specie – dal punto di vista cognitivo – sia proprio la possibilità di sviluppare il pensiero analogico.

3. Il pensiero analogico tra induzione, risoluzione dei problemi e creatività

Come evidenziato nei paragrafi precedenti, il pensiero analogico si basa sul trasferimento di informazioni da un elemento noto (sorgente) ad un elemento non noto (contenuto da apprendere). Due situazioni, quindi, sono analoghe quando, nonostante la diversità e le caratteristiche peculiari degli elementi da associare, condividono una stessa relazione di fondo (Gentner & Maravilla, 2018; Holyoak, 2012).

Alcuni studiosi, inoltre, attribuiscono a questo processo una rilevanza significativa nella scoperta scientifica, nella risoluzione dei problemi, nella categorizzazione delle conoscenze e nei processi decisionali (Gentner & Smith, 2012).

La psicologia cognitiva definisce il problem solving come la capacità di produrre dei modelli e delle regole utili alla risoluzione di un determinato problema e di applicare le strategie risolutive in situazioni successive “automaticamente”, senza la necessità di una nuova elaborazione (Anderson, 1996). Anderson, Conrad, & Corbett (1989) sostengono che la capacità di risolvere problemi sia strettamente legata all’esperienza (learning by doing) e attribuiscono un ruolo prioritario alle conoscenze procedurali (sapere come), rispetto alle conoscenze dichiarative (sapere), in situazioni in cui è richiesto di trovare la migliore strategia risolutiva per un determinato problema. Nell’ambito delle scienze cognitive, le conoscenze procedurali sono di solito associate alla produzione e creazione di una regola o sistema risolutivo e, pertanto, è la conoscenza della struttura e della natura del contenuto che si vuole analizzare a rappresentare il focus dell’apprendimento (Novick & Holyoak, 1991; Anderson & Thompson, 1989).

Un approccio alternativo all’acquisizione di capacità di problem solving attraverso il learning by doing (apprendere facendo) è l’apprendimento attraverso l’analogia, in cui la soluzione utilizzata per la risoluzione di un problema simile è adattato per una nuova situazione non nota

(Gentner, 1983). Secondo questo approccio, la relazione problema-soluzione è definita come “relazione tipo”, in cui i nuovi problemi presentano rappresentazioni simili a quelli noti e le nuove soluzioni derivano dalla mappatura della struttura tra il modello di riferimento e il nuovo problema.

La forza del legame analogico, inoltre, lo rende particolarmente utile ed efficace per lo sviluppo di una vasta gamma di competenze e abilità, tra cui la capacità di risoluzione dei problemi, della creatività e del pensiero critico (Gentner & Holyoak, 1997). Le ricerche di Holyoak (2012) sul problem solving, infatti, descrivono come l’analogia, e quindi il ricorso all’astrazione, possa rappresentare il punto di partenza e la base per creare nuove relazioni e categorie mentali per generare schemi risolutivi per una intera classe di problemi.

Gick & Holyoak (1983) sono stati tra i primi autori moderni ad utilizzare l’analogia per l’apprendimento delle life skills, con particolare riferimento alla capacità di risolvere problemi, prendere decisioni e sviluppare il pensiero critico.

Lo studio di Gick e Holyoak (1983) e le successive ricerche compiute nello stesso ambito hanno contribuito a fornire un quadro teorico per utilizzare le analogie in ambito educativo: quando ci si trova diinnanzi a situazioni poco chiare o non facilmente risolvibili, si ricorre all’induzione. Il pensiero induttivo consente, infatti, dato un evento noto (premessa) di generalizzare, fare inferenze e creare analogie per comprendere il funzionamento di un particolare fenomeno (Goswami, 2002). L’inferenza, tuttavia, non è l’unico processo che può essere attivato e utilizzato intenzionalmente attraverso l’analogia per sollecitare la capacità di risolvere problemi.

L’intuizione o “insight” è, infatti, una forma di ragionamento induttivo che determina una “comprensione improvvisa” di come risolvere un problema apparentemente irrisolvibile (Goswami, 2002).

Il pensiero analogico, inoltre, è il perno di molte teorie della creatività. Ad esempio, la teoria associativa di Mednick (1962) sottolinea come la creatività comporti la creazione di un qualcosa in grado di mettere insieme idee e concetti apparentemente irrilevanti o distanti tra loro. Questa “unione” può essere considerata come il risultato e la sintesi della mappatura (corrispondenza) di elementi appartenenti a domini diversi, e l’atto creativo, di conseguenza, può essere inteso come un processo che trascende le somiglianze di superficie e identifica una relazione concettuale tra elementi apparentemente discordi tra loro. Similmente, Koestler

(1975) utilizza il termine bisociazione per indicare il meccanismo che sottende la produzione creativa, intesa come annullamento del divario che sussiste tra due domini attraverso la mappatura degli stessi. Infine, la sinettica di Gordon (1961) si basa sull'applicazione del metodo analogico per la risoluzione dei problemi.

4. Tradurre in pratica il pensiero analogico attraverso il gioco

Recenti evidenze scientifiche hanno evidenziato che lo sviluppo del pensiero analogico facilita non solo la capacità di apprendimento dei bambini, ma anche l'utilizzo efficace e la trasferibilità degli apprendimenti in altri contesti (Rittle-Johnson & Star, 2007). Numerosi studi, inoltre, hanno evidenziato come l'applicazione dell'analogia nella didattica possa migliorare l'apprendimento, il transfer e la ritenzione di contenuti in diverse discipline, tra cui la trigonometria (Ngu & Phan, 2020), scienze (Martin, Silander, & Rutter, 2019), lettura e scrittura (Goswami & Bryant, 2017), e matematica (Richland & Begolli, 2016), attribuendo alle analogie un'importante valenza pedagogica per rendere più accessibili concetti nuovi e complessi.

Vendetti, Matlen, Richland, & Bunge (2015) hanno, inoltre, proposto una serie di indicazioni e raccomandazioni per promuovere l'apprendimento attraverso l'analogia tra cui:

1. Fornire agli studenti le opportunità per fare confronti ed associare conoscenze pregresse e conoscenze da apprendere;
2. Descrivere puntualmente e sistematicamente le fonti e le corrispondenze in modo che lo studente possa “visualizzare” la correlazione tra gli elementi;
3. Evidenziare sia le somiglianze che le differenze tra le fonti e gli obiettivi;
4. Utilizzare un linguaggio relazionale per facilitare l'attenzione alle relazioni condivise.

Apprendere, trasferire e applicare le conoscenze in contesti e ambiti diversi è una competenza chiave prevista dalle Indicazioni Nazionali del così come la capacità di “utilizzare in forma originale e creativa modalità espressive e corporee anche attraverso forme di drammatizzazione e danza, sapendo trasmettere nel contempo contenuti emozionali” (Nucleo tematico di “Il linguaggio del corpo come modalità comunicativo-espressiva”) (MIUR, 2012).

L'utilizzo del gioco e lo sviluppo del pensiero analogico potrebbero, quindi, essere razionalmente essere integrati nella didattica delle attività motorie, specialmente nella scuola

primaria di primo grado, dove gli studi hanno evidenziato importanti legami con la capacità di risoluzione dei problemi e la creatività.

L'utilizzo dell'analogia nelle proposte ludico-motorie evidenzia, inoltre, profonde implicazioni per l'apprendimento, soprattutto in termini di esperienze implicite, che si sviluppano attraverso la scoperta, le prove ed errori. Il gioco, concepito come uno strumento che stimola l'esperienza corpo-motoria in modo spontaneo, creativo e inclusivo, permette agli studenti di acquisire inizialmente competenze procedurali e conoscenze pratiche.

Il gioco, oltre ad essere ambito di sviluppo della creatività, migliora il processo di apprendimento, anzi, è spesso sinonimo di apprendimento, perché comporta l'attivazione dei piani motorio, emotivo, intellettuale, relazionale e sociale. Le ricerche di questi ultimi decenni hanno mostrato come, proprio con il gioco, in particolare il gioco simbolico, il bambino possa maturare competenze cognitive, affettive e sociali.

Successivamente, con il consolidamento e il progressivo sviluppo della consapevolezza del movimento (attraverso processi metacognitivi), gli allievi sono in grado di assimilare anche conoscenze dichiarative, che si arricchiscono continuamente grazie all'esperienza diretta e al carattere circolare dell'apprendimento motorio. Questo approccio sottolinea il ruolo fondamentale dell'attività ludica come mediazione, che associa l'apprendimento a forme di esemplificazione verbale, visiva e grafica, adeguate al contesto e agli obiettivi educativi.

Un esempio emblematico di tale utilizzo è il gioco simbolico, in cui il bambino imita e rappresenta la realtà in modo convenzionale, utilizzando strutture logiche di seriazione e associazione. Il bambino, attraverso il gioco, riproduce eventi e persone che ha visto o immaginato, assimila esperienze passate e sviluppa abilità cognitive anche complesse, ancorandole a situazioni ludiche.

Secondo Gray & Holyoak (2021) per un uso efficace dell'analogia in ambito educativo, è importante seguire alcuni principi chiave:

- Scegliere elementi chiari e facilmente comprensibili per favorire l'acquisizione di conoscenze e spiegare in modo preciso le relazioni tra i concetti da mettere in relazione;
- Selezionare "sorgenti" di input facilmente accessibili e comprensibili;
- Impiegare elementi visuo-spaziali, mimico-gestuali e verbali per sottolineare la connessione tra gli esempi analogici;
- Promuovere le corrispondenze tra gli elementi per ridurre il carico cognitivo;

- Stimolare la creazione di inferenze da parte degli studenti (Figura 1).

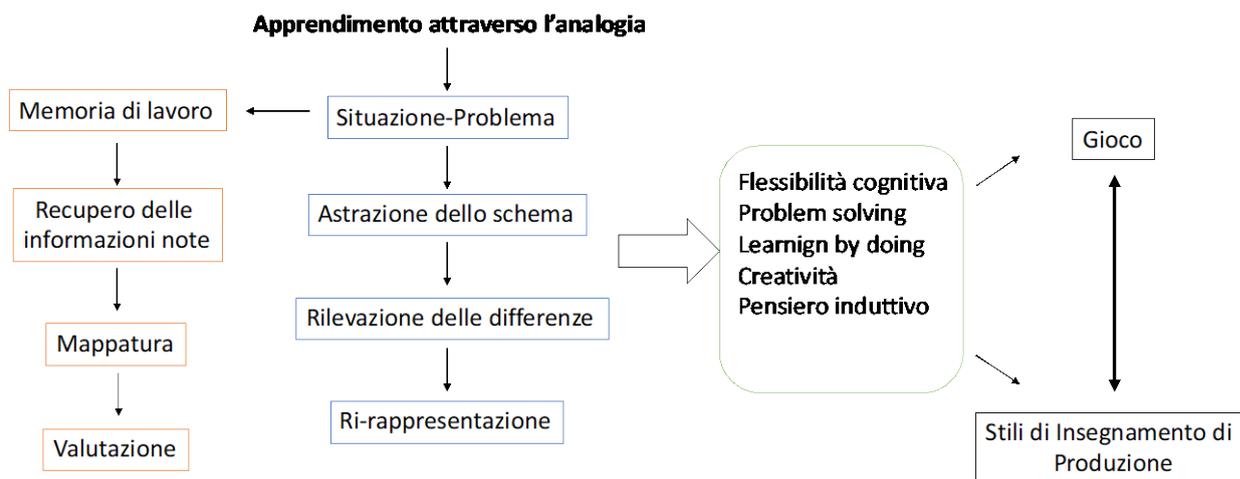


Figura 1. Processi, funzioni e applicazioni pratiche del pensiero analogico

Un'attività pratica, pensata per bambini di 6-7 anni, potrebbe essere il “Gioco delle Nuvole”. In questo gioco, l'insegnante chiede ai bambini di comportarsi come nuvole, spostandosi solo quando il vento (rappresentato dall'insegnante) soffia in una determinata direzione. Ogni bambino ha l'opportunità di interpretare, a turno, il ruolo del vento. Il movimento delle nuvole nel cielo, che non segue uno schema rigido e universale, diventa una metafora per il movimento fisico: camminare o correre in diverse direzioni e a velocità variabili. In questo caso, l'insegnante non fornisce istruzioni esplicite su come muoversi, ma orienta implicitamente i bambini verso comportamenti motori desiderati, permettendo loro di esplorare e apprendere in modo autonomo.

L'uso dell'analogia nella didattica delle attività motorie può anche essere arricchito dallo “Spettro degli Stili di Insegnamento” di Mosston e Ashworth (2008), i quali propongono un passaggio da un modello di insegnamento più direttivo (stili di riproduzione) a uno che concede maggiore autonomia agli studenti (stili di produzione). Nel primo caso, l'insegnante guida l'apprendimento, presenta, dimostra e corregge i compiti, favorendo l'acquisizione di

conoscenze dichiarative. Nel secondo, l'insegnante stimola i bambini a esplorare il movimento autonomamente, ad esempio, suggerendo di imitare gli animali ("Come salta il canguro?"), così da sviluppare conoscenze implicite legate al movimento.

Infine, l'applicazione dell'analogia al movimento non si limita solo all'acquisizione di abilità motorie, ma facilita anche lo sviluppo di concetti topologici (ad esempio sopra/sotto, dentro/fuori), temporali (prima/dopo, veloce/lento) e quantitativi (tutto, poco, parte), che sono trasversali a diverse discipline come italiano, matematica, geometria, geografia e storia. Attraverso il corpo e i suoi movimenti, i bambini acquisiscono una comprensione profonda di questi concetti.

Nonostante numerosi studi abbiano dimostrato gli effetti positivi del movimento sul rendimento scolastico (Barbosa et al., 2020; Liu et al., 2022), la ricerca futura potrebbe concentrarsi sulle ricadute didattiche e educative dell'apprendimento motorio mediato dall'analogia, così come sulla definizione di percorsi e protocolli specifici relativi per le singole discipline (es. italiano, matematica, geometria, scienze, ecc.), evidenziano le possibili relazioni con l'apprendimento e lo sviluppo delle funzioni esecutive principalmente coinvolte (memoria di lavoro e inibizione della risposta).

Bibliografia

Anderson, J. R. (1996). *The architecture of cognition* (Vol. 5). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Anderson, J. R., & Thompson, R. (1989). Use of analogy in a production system architecture. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 267–297). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511529863.013>

Anderson, J. R., Conrad, F. G., & Corbett, A. T. (1989). Skill acquisition and the LISP tutor. *Cognitive Science*, 13(4), 467–505. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0364-0213\(89\)90021-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0364-0213(89)90021-9)

Andrews, G., & Halford, G. S. (2002). A cognitive complexity metric applied to cognitive development. *Cognitive Psychology*, 45(2), 153–219. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0010-0285\(02\)00002-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0010-0285(02)00002-6)

Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136–140. 235

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>

Barbosa, A., Whiting, S., Simmonds, P., Scotini Moreno, R., Mendes, R., & Breda, J. (2020). Physical Activity and Academic Achievement: An Umbrella Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph17165972>

Brian, A., & Taunton, S. (2018). Effectiveness of motor skill intervention varies based on implementation strategy. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 23(2), 222–233. <https://doi.org/10.1080/17408989.2017.1413709>

Chen, Z., Sanchez, R. P., & Campbell, T. (1997). From beyond to within their grasp: the rudiments of analogical problem solving in 10-and 13-month-olds. *Developmental Psychology*, 33(5), 790-801. <https://doi.org/doi/10.1037/0012-1649.33.5.790>

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Diamond, A., Kirkham, N., & Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology*, 38(3), 352–362. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.3.352>

Dizionario etimologico online. (n.d.) Analogia, dizionario etimologico online. Estratto da <https://www.etimo.it/?term=analogia&find=Cerca>

Gentner, D. (1977). If a tree had a knee, where would it be? Children's performance on simple spatial metaphors. *Papers and Reports on Child Language Development*, 13, 157-164.

Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155–170.

Gentner, D. (1993). The Mechanisms of Analogical Learning. In *Readings in Knowledge Acquisition and Learning: Automating the Construction and Improvement of Expert Systems* (pp. 673–694). San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Gentner, D. (2010). Bootstrapping the Mind: Analogical Processes and Symbol Systems. *Cognitive Science*, 34(5), 752–775. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2010.01114.x>

Gentner, D. & Maravilla, F. (2018). Analogical reasoning. L. J. Ball & V. A. Thompson (eds.) *International Handbook of Thinking & Reasoning* (pp. 186-203). NY, NY: Psychology Press.

Gentner, D., & Gentner, D. R. (1983). Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. In *Mental models* (1st ed., pp. 107–138). Londo, England, United Kingdom: Psychology Press.

Gentner, D., & Holyoak, K. J. (1997). Reasoning and learning by analogy: Introduction. *American Psychologist*, 52(1), 32–34. US: American Psychological Association.

<https://doi.org/10.1037/0003-066X.52.1.32>

Gentner, D., & Smith, L. (2012). Analogical Reasoning. In V., Ramachandran (Ed.), *Encyclopedia of Human Behavior* (2nd ed., pp. 130–136). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375000-6.00022-7>

Gentner, D., & Toupin, C. (1986). Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, *10*, 277–300.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, *15*(1), 1–38. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0010-0285\(83\)90002-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0010-0285(83)90002-6)

Gordon, W. (1961). *Synecchisms*. New York: Harper & Row.

Goswami, U. (1992). *Analogical reasoning in children*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Goswami, U. (2001). Analogical reasoning in children. In D. Gentner, K. J. Holyoak, & B. N. Kokinov (Eds.), *The analogical mind: Perspectives from cognitive science* (pp. 437–470). Cambridge, MA: MIT Press.

Goswami, U. (2002). Inductive and deductive reasoning. In *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 282–302). Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwell.

Goswami, U., & Brown, A. L. (1990). Melting chocolate and melting snowmen: Analogical reasoning and causal relations. *Cognition*, *35*(1), 69–95. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0010-0277\(90\)90037-K](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0010-0277(90)90037-K)

Goswami, U., & Bryant, P. (2017). Rhyme, analogy, and children's reading. In *Reading acquisition* (pp. 49–63). Routledge.

Gray, M. E., & Holyoak, K. J. (2021). Teaching by Analogy: From Theory to Practice. *Mind, Brain, and Education*, *15*(3), 250–263. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/mbe.12288>

Halford, G. S., Andrews, G., Dalton, C., Boag, C., & Zielinski, T. (2002). Young Children's Performance on the Balance Scale: The Influence of Relational Complexity. *Journal of Experimental Child Psychology*, *81*(4), 417–445. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2665>

Hesse, M. B. (1966). *Models and Analogies in Science* (2nd ed.). Indiana, Stati Uniti: Notre Dame University Press.

Holyoak, K. J. (2012). Analogy and relational reasoning. *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*, pp. 234–259. New York, NY, US: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199734689.013.0013>

Koestler, A. (1975). *L'atto della creazione*. Astrolabio Ubaldini.

Kolodner, J. L. (1983). Reconstructive memory: A computer model. *Cognitive Science*, 7(4), 281–328. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(83\)80002-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0364-0213(83)80002-0)

Kyriakides, L., Anthimou, M., & Panayiotou, A. (2020). Searching for the impact of teacher behavior on promoting students' cognitive and metacognitive skills. *Studies in Educational Evaluation*, 64, 100810. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100810>

Liu, S., Yu, Q., Hossain, M., Doig, S., Bao, R., Zhao, Y., ... Kramer, A. F. (2022). Meeting 24-h movement guidelines is related to better academic achievement: findings from the YRBS 2019 cycle. *Int. J. Ment. Health Promot*, 24, 13–24.

Markman, A. B., & Gentner, D. (1993b). Structural alignment during similarity comparisons. *Cognitive Psychology*, 25(4), 431–467. <https://doi.org/10.1006/cogp.1993.1011>

Martin, W., Silander, M., & Rutter, S. (2019). Digital games as sources for science analogies: Learning about energy through play. *Computers & Education*, 130, 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.002>

Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69(3), 220–232. <https://doi.org/10.1037/h0048850>

MIUR. Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2012). *Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*, *Annali della Pubblica Istruzione*. No. Speciale.

Mosston, M., & Ashworth, S. (2008). *Teaching physical education* (First Online Edition). San Francisco: Merrill Publishing Company Columbus.

Ngu, B. H., & Phan, H. P. (2020). Learning to Solve Trigonometry Problems That Involve Algebraic Transformation Skills via Learning by Analogy and Learning by Comparison. *Frontiers in Psychology*, 11, 558773. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.558773>

Novick, L. R., & Holyoak, K. J. (1991). Mathematical problem solving by analogy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17(3), 398–415. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.17.3.398>

Piaget, J., Montangero, J., & Billeter, J. (1977). La formation des correlats. In J. Piaget (Ed.), *Recherches sur l'abstraction reflechissante I* (pp. 115–129). Paris: Presses Universitaires de France.

Rattermann, M. J., & Gentner, D. (1998). More evidence for a relational shift in the development of analogy: Children's performance on a causal-mapping task. *Cognitive Development*, 13(4), 453–478. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(98\)90003-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0885-2014(98)90003-X)

Richland, L. E., & Begolli, K. N. (2016). Analogy and Higher Order Thinking: Learning

Mathematics as an Example. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 160–168. <https://doi.org/10.1177/2372732216629795>

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), 561–574. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.3.561>

Schank, R. C. (1999). *Dynamic memory revisited*. Cambridge, Cambridgeshire, England: Cambridge University Press.

Treccani. (n.d.) Analogia. Vocabolario online. Estratto da https://www.treccani.it/enciclopedia/analogia_%28Enciclopedia-Italiana%29/#:~:text=Rapporto%20di%20somiglianza%20tra%20due,tutti%20gli%20altri%20loro%20elementi

Vandenbroucke, L., Spilt, J., Verschueren, K., Piccinin, C., & Baeyens, D. (2017). The Classroom as a Developmental Context for Cognitive Development: A Meta-Analysis on the Importance of Teacher–Student Interactions for Children’s Executive Functions. *Review of Educational Research*, 88(1), 125–164. <https://doi.org/10.3102/0034654317743200>

Vendetti, M. S., Matlen, B. J., Richland, L. E., & Bunge, S. A. (2015). Analogical Reasoning in the Classroom: Insights From Cognitive Science. *Mind, Brain, and Education*, 9(2), 100–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/mbe.12080>

Wang, M.-T., L. Degol, J., Amemiya, J., Parr, A., & Guo, J. (2020). Classroom climate and children’s academic and psychological wellbeing: A systematic review and meta-analysis. *Developmental Review*, 57, 100912. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dr.2020.100912>

Winston, P. H. (1980). Learning and reasoning by analogy. *Communications of the ACM*, 23(12), 689-703.

Zhang, S., Bowers, A. J., & Mao, Y. (2020). Authentic leadership and teachers’ voice behaviour: The mediating role of psychological empowerment and moderating role of interpersonal trust. *Educational Management Administration & Leadership*, 49(5), 768–785. <https://doi.org/10.1177/1741143220915925>