

Scienze NEUROLOGIA

C'è uno specchio nel CERVELLO



Strani neuroni governano l'apprendimento. Ma anche l'empatia. E rivoluzionano le teorie sulla mente. Parla lo scienziato che li ha scoperti. E che lancia un appello

DI NICOLA NOSENGO

Chissà se ogni tanto si mangia le mani, quell'editor di "Nature". Vent'anni fa, sul tavolo della più importante rivista scientifica del mondo arrivava l'articolo di un gruppo di fisiologi di una piccola università italiana, Parma. Avevano trovato degli strani neuroni nel cervello dei macachi. Stavano in quella parte del cervello della scimmia che governa i movimenti, ma "sparavano" (co-

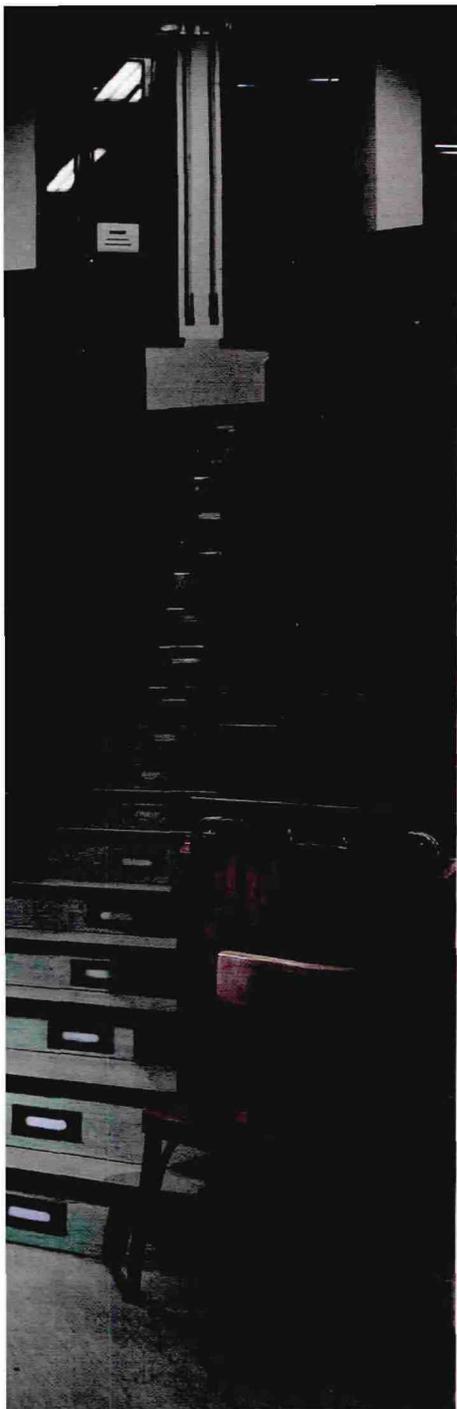


Foto: M. Gambazzini - Lurphoto

me dicono i neurofisiologi, riferendosi alla scarica di segnale elettrico che segna quando una cellula nervosa si mette in funzione) anche quando la scimmia stava ferma e vedeva muoversi un essere umano. Che cosa strana. Non abbastanza per "Nature" però, che respinse il tutto al mittente definendo la ricerca (la frase sarebbe, nel suo piccolo, passata alla storia) «priva di interesse generale».

A quella scoperta (che nel 1992 uscì poi su "Experimental Brain Research") si

Conoscere è comunicare

Che cos'è un neurone specchio? Nella definizione "classica" di Giacomo Rizzolatti è un neurone del sistema motorio che si attiva sia quando l'animale si muove, sia quando vede lo stesso movimento eseguito da un altro. Vennero scoperti attraverso elettrodi impiantati nel cervello dei macachi, che consentono di registrare l'attività elettrica di singoli neuroni senza interferire con le funzioni vitali dell'animale. La presenza di neuroni specchio nell'essere umano è stata invece studiata con tecniche per forza di cose meno precise, come l'elettroencefalografia o la fMRI (risonanza magnetica funzionale), che consentono di studiare l'attivazione di aree cerebrali, ma non di singole cellule. Con queste tecniche, comportamenti "specchio" sono stati individuati nella corteccia frontale inferiore e nel lobo parietale superiore, in particolare nella cosiddetta "area di Broca", collegata alla produzione del linguaggio. Secondo Rizzolatti, la funzione fondamentale dei neuroni specchio è di consentirci di comprendere le azioni altrui, intuendone intimamente lo scopo grazie all'attivazione delle stesse aree cerebrali che si attiverebbero se fossimo noi a compiere quell'azione. Il punto chiave è però che si tratta di neuroni motori: anche le funzioni cognitive superiori degli esseri umani si sarebbero quindi sviluppate a partire dal sistema motorio delle scimmie, e non per la comparsa di qualche nuova area cerebrale dedicata al pensiero astratto. Nel corso dell'evoluzione i neuroni specchio avrebbero permesso la comparsa di capacità tipicamente umane, come l'apprendimento per imitazione, la comunicazione e il linguaggio, che quindi non deriverebbe dai vocalizzi tipici di molte specie animali (come crede la maggioranza dei linguisti), ma si sarebbe sviluppato prima come linguaggio gestuale, trasformandosi solo dopo in linguaggio orale. Secondo Rizzolatti e altri, disfunzioni dei neuroni specchio giocherebbero poi un ruolo nell'autismo, che ha tra i sintomi tipici proprio l'incapacità di "leggere" il senso delle azioni altrui e comunicare.

GIACOMO RIZZOLATTI. ALL'UNIVERSITÀ DI PARMA

sarebbero interessati in tanti invece. Anche troppi secondo qualcuno. Neurofisiologi, psicologi, linguisti, medici, artisti. Quegli strani neuroni (battezzati "neuroni specchio" e poi trovati anche negli esseri umani) mandavano all'aria idee consolidate su come funziona la mente, come la divisione tra pensiero "alto" e funzioni nervose "basse". Sarebbero stati usati per spiegare empatia, apprendimento, linguaggio, autismo. Qualcuno, come il neuroscienziato statunitense Vilyanur Ramachandran, se ne è entusiasmato tanto da dire che sono «per la psicologia quello che il Dna è stato per la biologia». Qualcuno si è entusiasmato molto meno, attaccando a testa bassa il lavoro del gruppo di Parma. Gli uni e gli altri hanno contribuito a fare del suo leader, Giacomo Rizzolatti, uno dei nomi più noti delle neuroscienze mondiali.

E oggi uno degli scienziati più famosi del mondo ha deciso di chiedere aiuto alla sua città per portare avanti un aspetto decisivo del suo lavoro, capire il ruolo dei neuroni a specchio nel cervello dei bambini in età evolutiva, e quindi capire di più se e quanto queste strutture sono

coinvolte nella malattia autistica. Arruolare ragazzi negli studi nel nostro Paese è quasi impossibile: per proteggerli si è costruita una rete di proibizioni e burocrazie che rende impossibile il lavoro degli scienziati. E allora Rizzolatti ha deciso di fare come fanno in Scandinavia: si è rivolto direttamente ai genitori chiedendo di farsi parte attiva per lo sviluppo della scienza, portare i ragazzi a fare i test che indagano il loro comportamento. Niente di invasivo, insomma, e tutte le spiegazioni e le cautele che i genitori desiderano.

Sel'appello di Rizzolatti sarà ascoltato, questo rivoluzionario settantenne avrà sfondato un altro piccolo muro. Nato a Kiev da un medico italiano la cui famiglia si era trasferita in Ucraina nell'Ottocento, Rizzolatti diventa famoso giovanissimo, quando, nel 1965, firma su "Science" con Lamberto Maffei, altro grande neurofisiologo italiano, oggi presidente dell'Accademia dei Lincei, uno studio su come lo stimolo visivo viaggia nel sistema nervoso del gatto. E all'inizio degli anni Ottanta inizia a studiare - nei macachi - le aree del cervello che governano i movimenti. «All'epoca gli americani studiavano il sistema motorio come una mac- ▶

Scienze

Imito dunque sono

I neuroni specchio sono stati indicati come la possibile spiegazione di fenomeni mentali via via sempre più complessi.

Riconoscimento delle intenzioni altrui

È il punto di partenza dell'ipotesi di Rizzolatti & C., per cui i neuroni specchio ci consentirebbero di intuire direttamente le intenzioni che guidano le azioni altrui, mettendo in moto gli stessi circuiti cerebrali che si azionerebbero se fossimo noi a compiere quell'azione.

Empatia

Oltre a intuire lo scopo di un gesto della mano, i neuroni specchio avrebbero un ruolo fondamentale anche nell'interpretare gli stati d'animo altrui, in particolare attraverso la lettura delle espressioni facciali di tristezza, gioia, rabbia. Quando vediamo qualcuno con una di quelle espressioni, nel nostro cervello si mettono in moto gli stessi

circuiti nervosi che si attiverebbero per muovere i nostri muscoli del viso, facendoci "sentire" l'emozione dell'altro.

Apprendimento per imitazione

È il meccanismo fondamentale con cui gli esseri umani imparano dagli altri (a cominciare dai genitori) ed è quello che ci ha consentito di sviluppare una cultura, andando oltre l'istinto. Chi non ha mai preso in mano una chitarra in vita sua può guardare le mani di un chitarrista e imitarlo. Nessun'altra specie ci riesce, e il segreto, secondo Rizzolatti e i suoi, sono i neuroni specchio.

Linguaggio

È il punto forse più ambizioso e contestato della teoria di Rizzolatti. Se è vero che i neuroni specchio hanno permesso ai primati di imparare a riconoscere un linguaggio gestuale, anche il nostro linguaggio verbale si sarebbe sviluppato da lì. Gli antenati delle parole

è quindi il gesto, e non i versi tipici di molte specie animali. Nell'uomo i neuroni specchio si trovano proprio nell'area di Broca, quella deputata al linguaggio.

Cinema, teatro, sport

Perché tifiamo per un atleta, ci identifichiamo con il protagonista di un film, sentiamo le emozioni che ci trasmette un attore su un palcoscenico? Secondo alcuni, perché quelle esperienze mettono in moto i nostri neuroni specchio, facendoci vivere letteralmente "in prima persona" quello sforzo fisico, quel gesto o quell'emozione, saltando a piè pari il pensiero astratto.

Autismo

È una malattia molto complessa, in cui si sommano fattori genetici e ambientali. Ma secondo Rizzolatti e i suoi, nei soggetti autistici i neuroni specchio sono spesso meno attivi del normale, cosa che potrebbe spiegare l'incapacità di "leggere" intenzioni e stati d'animo altrui e l'apparente assenza di empatia.

china, misurando velocità dei movimenti, o contando quanti muscoli si attivano», ricorda: «Io invece usavo un approccio etologico, studiavo situazioni della vita reale dell'animale. Cosa succede nel cervello della scimmia se le do da mangiare, o se le do una spinta».

Grazie ai primi dottorati di ricerca e a qualche acrobazia amministrativa, Rizzolatti mette assieme quel gruppo di giovani talenti che diventerà una piccola "Via Panisperna" della neurofisiologia (il riferimento è al gruppo di fisici nato attorno a Enrico Fermi negli anni Trenta). Luciano Fadiga, Vittorio Gallese, Leonardo Fogassi, i nomi che appaiono con lui sotto l'articolo del 1992 e molti altri che seguiranno. Sono giovani, entusiasti e squattrinati. Ma in quegli anni le neuroscienze stanno diventando uno dei settori più hot della scienza, e quei giovani trovano in Rizzolatti un capo diverso dagli altri. «Nel laboratorio non c'erano regole stupide, le gerarchie erano basate solo sulle capacità», ricorda Fadiga, alle cui capacità tecniche (con i computer, con i macchinari sperimentali) Rizzolatti riconosce una bella fetta di merito nella scoperta dei neuroni specchio.

Che non nasce dal nulla. Già qualche anno prima, il gruppo di Parma aveva scoperto neuroni motori ("canonici" li

chiamano, per distinguerli da quelli specchio) che codificano i movimenti in base allo scopo. In pratica, alcuni servono ad afferrare un oggetto per portarlo alla bocca, altri ad afferrarlo per spostarlo, e così via. «Ancora oggi c'è chi mi dice che quella scoperta era persino più importante dei neuroni specchio», ricorda Rizzolatti: «Perché ha qualcosa di filosofico, dice che il sistema motorio funziona come un vocabolario». È durante questi studi che arriva "quel momento". Rizzolatti in laboratorio non c'è, quel giorno.

Fadiga e gli altri lavorano a un esperimento in cui studiano i neuroni che si attivano quando la scimmia muove una zampa per prendere una mela. In una pausa, la sorpresa: si attivano anche quando la scimmia resta ferma, ma vede qualcuno prendere la mela. Quando Rizzolatti torna, non ci crede. «Sembrava ovvio che fosse un artefatto, quelle cose che credi di vedere negli esperimenti ma in realtà non esistono. Per esempio, forse la scimmia muoveva impercettibilmente la zampa». Invece i giovani sono sicuri di essere di fronte a qualcosa di grosso. «In questo sono stati la forza trainante, hanno avuto subito il coraggio di crederci. Quando dopo molte prove mi sono convinto anch'io, a me è



IL NEUROPSICOLOGO ALFONSO CARAMAZZA CHE HA CRITICATO LA TEORIA DEI NEURONI SPECCHIO

roccato invece avere il coraggio di annunciare la scoperta e interpretarla. Di dire che quelli sono neuroni che servono a capire le azioni altrui».

Lo studio, nonostante il rifiuto di "Nature", crea subito interesse. Che esplose dopo il 1996, quando il gruppo scopre i primi indizi della presenza di neuroni specchio anche negli esseri umani. E non in una zona qualunque del cervello, ma nell'area associata al linguaggio. Avanzano così un'ipotesi che alza la posta in gioco: che proprio quei neuroni possano



CI PERMETTONO DI CAPIRE E APPREZZARE LE AZIONI ALTRUI. E POSSONO SPIEGARE L'ORIGINE DELLE EMOZIONI E DELLA CULTURA

spiegare lo sviluppo del linguaggio umano. Quel "codice" dei movimenti scoperto dal gruppo di Parma sarebbe diventato, nel corso dell'evoluzione, il codice della lingua.

A quel punto un sacco di gente si mette a studiare quegli strani neuroni. Rizzolatti diventa una superstar, e le riviste scientifiche si riempiono di studi che associano i neuroni specchio a tutto. Empatia (i neuroni per "mettersi nei panni degli altri"), teatro (perché ci identifichiamo con l'attore? Merito dei neuroni

specchio), porno (perché ci eccita? Idem), tifo calcistico, eccetera. «Una volta feci una presentazione a una conferenza per mettere in guardia da queste associazioni improbabili», ricorda Fadiga: «La intitolai "Neuroni specchio e patate". Doveva essere uno scherzo. Saltò fuori che c'era davvero uno studio americano che associava i mirror neurons ai "couch potato", i tizi che non si alzano mai dal divano».

Tanto clamore provoca anche antipatie. «Sono stati soprattutto gli psicologi a prenderla male», spiega Rizzolatti: «Prima c'era una divisione netta, noi studiavamo l'hardware e loro il software. La nostra ricerca invece spiegava anche funzioni mentali superiori a partire da singoli neuroni. Vederci entrare in questo campo ha dato fastidio a molti». Lo scontro più duro è però con un altro neuroscienziato italiano di vaglia, Alfonso Caramazza, professore ad Harvard e Direttore del Centro Interdipartimentale Mente-Cervello dell'Università di Trento, che nel 2009 pubblica sui "Proceedings of the National Academy of Sciences" uno studio in cui mette in dubbio la stessa presenza di neuroni specchio nell'uomo, o perlomeno la loro importanza specifica per "leggere" le azioni altrui. I toni diventano subito aspri, con reciproche accuse di tirare per la giacchetta i dati degli esperimenti per procurarsi titoli sui

giornali. Tre anni dopo i rapporti non sono migliorati. «Considero importantissima la scoperta dei neuroni specchio nella scimmia», chiarisce Caramazza: «Quello che non condivido è l'interpretazione che ne danno loro. L'idea che il sistema motorio sia alla base della comprensione delle azioni, che non esista un livello cognitivo tra percezione e azione. Non ci sono abbastanza dati per sostenerlo. Non si possono spiegare fenomeni complessi come la comprensione dello scopo di un'azione, o l'autismo, usan-

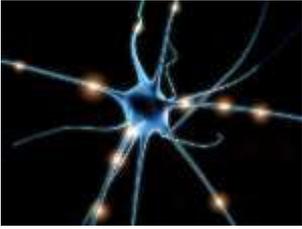
do solo quel meccanismo. Ma c'è un vuoto di teorie in questo campo, e molti si sono aggrappati a questa proposta perché offre spiegazioni semplici».

Rizzolatti respinge la prima parte della critica: negare la presenza dei neuroni specchio nell'uomo. «Certo sull'uomo non si può fare quello che si fa nelle scimmie, studiare l'attività di singoli neuroni. Ma ci sono decine di esperimenti con tecniche diverse che puntano nella stessa direzione». Sul resto, ammette che «alcuni le hanno sparate un po' grosse, per esempio Marco Iacoboni che in America fa studi sugli orientamenti politici in base ai neuroni specchio. E ci hanno fatto male certe semplificazioni eccessive, come quando lo stesso Ramachandran ha scritto che l'autismo è causato da neuroni a specchio danneggiati. Le cose sono molto più complesse».

Proprio l'autismo, tuttavia, è uno dei filoni principali su cui oggi continua il lavoro di Rizzolatti, che nell'anima resta un medico e che in collaborazione con l'azienda sanitaria di Parma sta mettendo in piedi un centro per la diagnosi e lo studio di questa malattia («Ma i neuroni specchio sono solo un tassello», chiarisce). Nel frattempo, il gruppo è cresciuto molto rispetto ai tempi eroici. Gallesse e Fogassi sono ancora lì e sono diventati professori, e attorno a loro c'è una nuova generazione di giovani che continuano a raffinare esperimenti e teoria sui neuroni specchio. Per esempio collaborando con l'ospedale Niguarda di Milano per nuovi sistemi di elettroencefalografia che forse permetteranno di arrivare quasi ai singoli neuroni anche negli esseri umani.

Ma quel Nobel arriverà mai? Rizzolatti sorride sornione e ammette che ogni tanto ne parla con amici che lo hanno vinto, come lo statunitense Eric Kandel. «Di Nobel per le scienze cognitive ce ne sono stati pochissimi. E poi ci vuole una lobby che ti appoggia, per chi lavora ad Harvard è più facile. Non credo ci siano molte chances», dice, e probabilmente ha ragione. Può consolarsi con cose che per chi fa scienza valgono altrettanto, come l'elezione lo scorso maggio alla National Academy of Sciences americana, dove è l'ottavo italiano a entrare. Non male, per una ricerca che a qualcuno sembrava "priva di interesse generale". ■

Neuroni Specchio e Cooperative Learning



Un buon modo per incoraggiare un comportamento è quello di agirlo.

Marianna Riello (Department of Neurology, University of Verona, Italy) - Settembre 2012

I neuroni specchio sono una specifica classe di neuroni scoperti solo recentemente. Attraverso esperimenti di neuroimmagine i ricercatori hanno potuto constatare che i medesimi neuroni attivati dall'esecutore durante l'azione vengono attivati anche nell'osservatore della medesima azione. Numerosi studi hanno confermato la specifica importanza di questo tipo di neuroni nei processi di imitazione e di apprendimento, nonché nel campo delle scienze sociali. Sembra infatti che il sistema a specchio rappresenti il substrato di un comportamento bio-sociale, ad un livello che precede il linguaggio, il quale definisce e orienta le relazioni inter-individuali. Da qui l'importanza delle implicazioni che tale sistema assume nei processi di apprendimento.

Evidenze neuroscientifiche in letteratura (Rizzolatti & Sinigaglia, 2010, 2006) riportano la presenza nel cervello di neuroni specchio che hanno la particolarità di scaricare (cioè produrre impulsi elettrici) sia quando *compriamo* una determinata azione sia quando ci limitiamo ad *osservare* il medesimo atto. I ricercatori, studiando l'attivazione corticale nelle scimmie che dovevano afferrare oggetti da una scatola, notarono incidentalmente che le stesse attivazioni cerebrali avvenivano quando le scimmie osservavano gli sperimentatori afferrare gli oggetti (Di Pellegrino et al. 1992). Numerosi studi con transcranial magnetic stimulation (TMS) e altre tecniche di immagine cerebrale come la risonanza magnetica funzionale (fMRI) hanno dimostrato che anche il sistema motorio degli umani è

caratterizzato dal sistema a specchio il quale si attiva osservando le azioni motorie compiute da altri (Rizzolatto & Craighero, 2004). In particolare Iacoboni (2009) spiegando il contesto ideomotorio nel quale si traduce l'attività di tale sistema, afferma che quando un individuo vede l'azione di un altro egli stesso ricrea la medesima azione e le conseguenze nella sua mente.

Questi neuroni specchio giocano un ruolo importantissimo nell'apprendimento di compiti motori che implicano la coordinazione visiva e manuale, nella possibile acquisizione delle abilità linguistiche e nel meccanismo che sottostà alle abilità sociali.

Attualmente però la relazione tra i network dei neuroni specchio e compiti di cognizione sociale non è ancora chiara.

Le prospettive future ritengono che una ricerca approfondita potrebbe far luce sui problemi come l'autismo, inteso come conseguenza sintomatologica della disfunzione di tale processo. La maggioranza dei ricercatori sottolinea come il meccanismo dei neuroni specchio sia cruciale per i processi che sottintendono il riconoscimento emozionale e i più evoluti aspetti legati all'empatia (Vitale, European Science Foundation workshop, 2007). La scoperta del sistema dei neuroni specchio assume particolare rilevanza rispetto all'apprendimento osservazionale (observational learning), nel senso che tale sistema potrebbe essere responsabile della nostra abilità di apprendere osservando e imitando gli altri (Van Gog et al., 2009). In parole semplici, gli stessi circuiti neuronali coinvolti nell'esecuzione di un'azione risponderebbero nello stesso modo durante l'osservazione di un terzo che esegue la stessa azione. È come se il sistema a specchio mediasse l'imitazione preparando il cervello per l'esecuzione della stessa azione (Buccino et al., 2004). Sembrerebbe inoltre che il sistema dei neuroni specchio giochi un ruolo nella comprensione dell'azione inferendo le intenzioni legate alle azioni (Rizzolatti, 2005). Capire le azioni permetterebbe l'apprendimento, osservando non solo quello che un altro individuo sta facendo ma anche aiutando a comprendere perché la persona lo fa. Addirittura questa abilità si manifesterebbe già in età infantile dove i bambini sarebbero già capaci di capire le intenzioni. Lo studio di Gergely et al. (2002) mostra che i bambini, non necessariamente osservano e imitano le azioni motorie, ma sembrerebbero interpretare queste azioni in termini contestuali e

propositivi, potendo di conseguenza scegliere un altro modo per raggiungere lo scopo prefisso (es. rational imitation). Considerando tale background potremmo ipotizzare che il sistema dei neuroni specchio rappresenti una solida base neuroscientifica per lo studio di alcune procedure educative associate all'apprendimento. Recentemente infatti le possibili implicazioni del sistema a specchio trovano ampio e condiviso dibattito all'interno delle teorie sull'educazione. Ma quello che ci preme di più analizzare in questa sede è l'aspetto più strettamente correlato alle abilità sociali che giocano un ruolo fondamentale nel "cooperative learning" (Johnson & Johnson, 1987 e 1989). Inutile ribadire la già ampiamente documentata importanza dei neuroni specchio nel processo di imitazione; processo che è a sua volta implicato nel coinvolgimento attivo e dinamico dei membri di un gruppo di apprendimento cooperativo. Gli aspetti cruciali riportati dalla letteratura e associati all'apprendimento cooperativo sono: l'interdipendenza, la responsabilità individuale, l'interazione faccia faccia, l'uso di abilità sociali e il monitoraggio del lavoro di gruppo. Tale apparato di azioni, in particolar modo quello che consiste nell'interazione e mediazione ai fini dell'apprendimento e dell'acquisizione di abilità sociali, potrebbe essere mediato dal sistema a specchio. La capacità di codificare istantaneamente queste azioni in termini "viscero-motori", renderebbe ogni individuo in grado di agire in base a un meccanismo neurale per ottenere quella che gli studiosi chiamano "partecipazione empatica". Altre ricerche confermano l'importanza della predisposizione che il nostro cervello attua, attraverso questo tipo di neuroni, durante reazioni di competizione e di collaborazione con gli altri. Proprio perché nell'approccio cooperativo l'ascolto, il confronto e la discussione diventano vantaggio comune tanto più lo sviluppo di tali capacità, auspicabilmente mediate dal sistema, rivela quanto il legame tra le due aree scientifiche sia indissolubile. Sia nell'apprendimento cooperativo che nel sistema a specchio l'elemento fondamentale risulta l'Altro, in quanto per giocare un ruolo di interdipendenza è necessario sapersi costruire le anticipazioni dell'Altro. La prima implicazione che questa scoperta porta è che l'apprendimento passi direttamente attraverso l'esperienza dell'evento. In pratica lavorare in gruppo rappresenterebbe una modalità di apprendimento che si traduce attraverso la condivisione e l'esperienza stessa degli stati e vissuti dell'altro.

I neuroni specchio sono altresì importanti perché possono migliorare le interazioni umane di base, tale sistema rappresenterebbe la base neuronale che sottostà alle abilità di interazione e non presenterebbe nessun altro vantaggio evolutivo se non quest'ultimo. Per sfruttare tale sistema infatti bisogna far parte di un setting sociale. Utilizzando appieno i neuroni specchio e sfruttando le loro potenzialità si potrebbe avere un impatto positivo sull'acquisizione di abilità sociali. Da qui il suggerimento di osservare le azioni degli altri e attuare tecniche di lavoro di gruppo che coinvolgano il più possibile l'azione, come il gioco di ruolo ad esempio, così da dare modo ai partecipanti di vivere le stesse emozioni con livelli di energia maggiore (es. eccitazione, rabbia o frustrazione ecc....) L'istruzione diventerebbe un ambito fortemente legato al corretto funzionamento dei neuroni specchio, perché senza di essi non vi sarebbe alcuna base su cui costruire l'apprendimento. Non ci sono solo prove a conferma del fatto che l'empatia sia collegata al sistema specchio, ma sembrerebbe che anche la comprensione, l'intuizione, i comportamenti sociali e le relazioni in generale si possono sviluppare da esso. Lo studio di questo substrato neurologico rappresenterebbe pertanto un importante passo avanti nel collegamento tra la psicologia, la pedagogia e la neurologia fornendo spunti per una futura sperimentazione di nuovi modi di insegnare e imparare "cooperando".

Bibliografia

- Buccino, G., Vogt, S., Ritzl, A., Fink, G., Zilles, K., Freund, H., et al. (2004). Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: An event-related fMRI study. *Neuron*, vol. 42, pp. 323–334.
- Di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (1992). Understanding motor events: A neurophysiological study. *Experimental Brain Research*, vol. 91, pp. 176–180.
- Iacoboni, M. (2009). Imitation, empathy, and mirror neurons. *Annual Review Psychology*. Vol. 60, pp. 653–670.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., (1987). *Learning together and alone*, Englewood Cliffs: NJ, Prentice-Hall
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Edina: MN: Interaction Book Company

Kagan, S. (1994). *Cooperative Learning*. San Clemente, CA: Kagan Publishing.

Rizzolatti, G. (2005). The mirror neuron system and its function in humans. *Anatomy and Embryology*, 210, 419–421.

Rizzolatti, G. & Craighero, L., (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, vol. 27, pp. 169–192.

Rizzolatti, G. & Sinigaglia, C., (2006), *So quel che fai, Il cervello che agisce e i neuroni specchio*, Raffaello Cortina Editore.

Rizzolatti, G. & Sinigaglia, C., (2010). The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. *Nature reviews neuroscience*, vol. 11(4), pp. 264-274.

Van Gog, T., Paas, F., Marcus, N., Ayres, P., Sweller, J., (2009). The Mirror Neuron System and Observational Learning: Implications for the Effectiveness of Dynamic Visualizations. *Educational Psychology Review*, vol. 21, pp. 21-30.

Corpo, cervello e linguaggio

Anna Oliverio Ferraris e Alberto Oliverio

Università di Roma "La Sapienza"

Traccia delle relazioni svolte al X Congresso nazionale GISCEL, Ischia Marzo 2000

L'apprendimento infantile è inizialmente sincretico, nel senso che i bambini quanto più sono piccoli tanto più imparano per "immersione" e quasi nulla per pura riflessione o ragionamento. E' significativa, per l'apprendimento, l'immersione in una sorta di bagno sensoriale dove i gesti, le posture, i movimenti, le emozioni rendono motivanti e significativi gli apprendimenti. Se consideriamo il linguaggio vediamo che non lo si acquisisce per semplice ripetizione o attraverso un freddo meccanismo di tentativi ed errori. La capacità di comprendere e di esprimere per mezzo della parola si acquisisce in realtà al seguito di altre funzioni.

La cosiddetta "sincronia interattiva" nei neonati è il primo segno: bambini di poche settimane di vita producono col corpo una serie di micromovimenti in risposta al linguaggio umano; una specie di "danza" attivata dalla voce umana, dal ritmo della lingua (qualunque lingua). La stessa "danza" non compare quando il bambino sente altri suoni, il che, da un lato, depone a favore di una sensibilità innata alla voce umana e dall'altro indica come il linguaggio non sia un fatto puramente mentale o astratto, ma coinvolga anche il corpo. Anche colui che parla accompagna il linguaggio con dei micromovimenti (mimici e del corpo) che rendono le sue verbalizzazioni significative, "calde", tali da motivare l'ascoltatore a partecipare alla "danza".

Il linguaggio, dunque, può essere considerato nel contesto più generale del corpo che ha un peso talmente fondamentale nel contesto della nostra mente che si potrebbe quasi invertire l'usuale rappresentazione della mente che pianifica i movimenti del corpo in un'immagine della mente formata dai movimenti. L'agire sull'ambiente perturba la mente che, percependo l'effetto di tale alterazione, invia istruzioni per un'ulteriore azione. Il ruolo dell'attività motoria nella costruzione della mente è evidente dal punto di vista dello sviluppo: i movimenti innati dell'embrione e quelli sempre più perfezionati del lattante sono i mattoni costitutivi del comportamento motorio e di un conseguente numero di attività "sequenziali", linguaggio incluso.

Azioni e movimenti hanno un ruolo centrale nei processi di rappresentazione mentale a partire dalle fasi più precoci: l'embrione è anzitutto un organismo motorio, prima ancora di essere un organismo sensoriale: l'azione precede la sensazione e non il contrario come siamo portati a concettualizzare nella maggior parte delle rappresentazioni schematiche della mente, a partire da quelle dei filosofi empiristi inglesi, John Stuart Mill e Alexander Bain. In questi schemi si passa da un iniziale input sensoriale alla sua analisi (la percezione) e infine all'output motorio: eppure potremo rappresentare questa sequenza in modo inverso attraverso uno schema non lineare ma ciclico: si può partire

dal passo iniziale, il movimento, alle conseguenze che questo esercita sull'ambiente circostante, alla percezione di queste conseguenze e alle modifiche che questa percezione esercita su movimenti successivi.

Nell'ambito di questa concettualizzazione la coscienza non è altro che un meccanismo attraverso cui un organismo dà inizio a movimenti che consentano di acquisire informazioni sull'ambiente presente e passato. Pensare, quindi, non sarebbe altro che decidere quale movimento realizzare successivamente. Il movimento, in quest'ottica, non è il mezzo per soddisfare le necessità dei centri cerebrali superiori, la mente appunto: è invece l'attività mentale ad essere il mezzo per eseguire le azioni...

Questo modo di guardare alla realtà mentale può apparire paradossale e provocatorio: in genere le funzioni motorie vengono considerate di basso livello, subordinate a quelle strutture che sono alla base delle più elevate attività cognitive, della razionalità del pensiero "puro". Il corpo viene così considerato nella maggior parte delle culture come un'entità inferiore a quella mentale. In realtà il pensiero cosciente è strettamente correlato con l'attività di aree della corteccia responsabili di movimenti reali o "immaginati": in altre parole, la stessa area del cervello entra in funzione quando immagino un movimento e quando questo viene pianificato. Parlare, cioè articolare una sequenza di sillabe, rassomiglia, in termini di eventi muscolari sequenziali, a scheggiare una selce o a scagliare una lancia. In modo analogo, esperienze cenestetiche come in alto e in basso, destra e sinistra, dentro e fuori, hanno man mano fornito la base fisica e concreta per lo sviluppo di simboli e metafore utilizzate nel linguaggio. Esiste insomma uno stretto intreccio tra motricità e pensiero, sia dal punto di vista della storia naturale dell'uomo, sia dal punto di vista ontogenetico, sia dal punto di vista del modo in cui la nostra mente funziona oggi: ad esempio, concentrarsi su un problema, vale a dire pensare, implica un aumento della tensione muscolare del collo come d'altronde rilassare i muscoli facciali o atteggiare il volto a un sorriso può modificare le nostre sensazioni ed emozioni.

Il nostro cervello è un enorme archivio di repertori motori, complessi schemi che lo psicologo russo Alexander Lurija ha definito "melodie cinetiche" per indicarne la complessa fluidità che ognuno di noi mette in opera nei diversi atti della vita quotidiana. Le tecniche di visualizzazione cerebrale (il cosiddetto Brain imaging, che, a partire dalla TAC ha portato alla PET e alla risonanza magnetica) hanno contribuito alla conoscenza degli schemi motori: se si chiede a una persona di pensare di muovere la mano, come se volesse afferrare un oggetto, la sua corteccia premotoria, situata anteriormente alla corteccia motoria, nel lobo frontale, diviene attiva, il che ha indicato come vi siano aree del cervello che predispongono il movimento e aree che lo realizzano. Questo parallelismo tra anticipazione e azione vale anche per l'immaginazione e la sensazione: così, il solo immaginare un oggetto, ad esempio una rosa, porta all'attivazione delle aree della corteccia visiva che vengono attivate quando quell'oggetto viene effettivamente visto.

Un ulteriore livello dei rapporti che esistono tra sensazione, anticipazione e azione riguarda l'esistenza di neuroni "mirror" (che rispecchiano): questi sono localizzati nella

corteccia premotoria dei primati e si attivano quando un animale osserva un altro animale compiere un movimento. Ad esempio, se una scimmia afferra un oggetto, nella scimmia osservatrice si attivano quei neuroni che, nella corteccia premotoria, potrebbero preparare i neuroni della corteccia motoria a realizzare una simile azione: questi neuroni, che stabiliscono una sorta di ponte tra l'osservatore e l'attore, sono attivi anche nella nostra specie e sono quindi al centro di comportamenti di mimesi, imitativi, che giocano un ruolo fondamentale nell'intelligenza linguistica.

I complessi schemi motori da cui dipende la sequenza temporale dell'attivazione dei muscoli di un arto non sono altro che una memoria procedurale: è una memoria distribuita tra i circuiti che formano il cervello e che parte da un "semplice" circuito iniziale, quello costituito dai nervi motori che dal cervello discendono nel midollo spinale e dai nervi sensoriali che servono per correggere eventuali errori e per inviare al centro informazioni sullo stato di implementazione del movimento. Per prove ed errori, il movimento verrà corretto, affinato e infine consegnato a una memoria che codifica lo schema del movimento e ne consente la realizzazione in forma stereotipata, fluida.

Il controllo motorio dipende da un complesso sistema gerarchico costituito da strutture corticali e sottocorticali: tra queste occupano un posto importante i cosiddetti gangli della base (nucleo striato, accumbens) che controllano attività cognitive come le memorie spaziali, l'esecuzione di azioni motorie in un determinato contesto, componenti motivazionali dell'apprendimento. Corteccia e gangli della base sono strettamente allacciati tra di loro e controllano sia gli aspetti motivazionali di un movimento (la preparazione all'azione), sia gli aspetti contestuali (l'esecuzione del movimento) sia il suo stato di esecuzione, anche attraverso la partecipazione del cervelletto. Gangli della base e cervelletto intervengono anche nel linguaggio, il che aumenta i punti di contatto tra motricità e linguaggio.

Gli studi sui rapporti tra aree cerebrali e linguaggio indicano sempre più che questo dipende dalle nostre immediate percezioni ed azioni e dalle memorie di oggetti ed azioni: perciò le aree della corteccia cerebrale che elaborano le informazioni sensoriali e controllano i movimenti sono anche coinvolte in diversi aspetti delle memorie linguistiche: ad esempio, profferire parole indicative di un colore (rosso, blu, giallo) attiva quelle aree della corteccia temporale ventrale che sono responsabili della percezione dei colori, profferire parole relative ai movimenti (correre, battere, avvitare) attiva aree situate anteriormente a quelle coinvolte nella percezione dei movimenti nonché le aree motorie della corteccia frontale.

Anziché essere un sistema estremamente specifico ed autonomo, quello del linguaggio fa capo a complessi coordinamenti con altri sistemi ed aree del cervello legate alla rappresentazione di oggetti, alla percezione, alla motricità: esistono insomma interazioni tra le aree prettamente linguistiche e quelle che si riferiscono al corpo, all'ambiente e al contesto in cui esso opera. Per rendersi conto delle interazioni tra strutture linguistiche e strutture motorie è sufficiente fare questo semplicissimo esperimento. Chiedete a un amico di parlare e ripetete ciò che sta dicendo mentre lui parla, come se foste la sua "ombra". A questo punto, mentre parlate, cominciate a tamburellare col dito medio della

mano destra seguendo un ritmo regolare; provate ora, sempre mentre state parlando, col dito medio della mano sinistra. Per la maggior parte delle persone è più difficile tamburellare col dito medio della mano destra (controllato dalla corteccia motoria dell'emisfero sinistro) in quanto si verifica una competizione tra risorse linguistiche e motorie dell'emisfero sinistro. La stessa situazione si verifica quando un sordomuto imita il linguaggio dei segni di un'altra persona mentre tamburella con la mano destra.

La logica del corpo e dei suoi movimenti nel contesto in cui viviamo (su, giù, di lato, dentro, rotazione ecc.) potrebbe costituire il fondamento su è costruita la logica operativa del linguaggio: in base a questa ipotesi, molte delle operazioni motorie sono talmente importanti in termini di esperienze corporee che esse si traducono in classi di percezioni, comportamenti e convenzioni linguistiche abbastanza universali. Così, lo schema di "verticalità", emerge dall'uso che noi facciamo di aspetti dell'esperienza (alzarsi, raggiungere, salire ecc.) che danno forma a concetti e strutture del linguaggio: metafore del tipo sale la tensione, crollano i prezzi, raggiungere il vertice e via dicendo, emergono da esperienze corporee connaturate alle nostre esperienze motorie e percettive.

In termini evolutivi il linguaggio sarebbe perciò il prodotto dell'affinamento e potenziamento di una serie di attività cognitive già coinvolte nelle funzioni sensoriali, motorie, nella memoria, nella comunicazione. In genere, sia nella psicologia evolutiva che in quella generale, siamo portati a scindere tra di loro i vari aspetti delle funzioni mentali ritenendo che essi siano dei moduli dotati di una loro autonomia: in realtà la mente, si tratti di linguaggio come di altre funzioni cognitive e percettive, ha una sua unitarietà e risente di una componente, quella motoria, che è la più antica dal punto di vista evolutivo e che dipende da sistemi (corteccia, gangli della base e cervelletto) che assommano in loro componenti motorie, motivazionali e cognitive.

A rafforzare il ruolo e la compartecipazione della motricità nei processi astratti contribuiscono studi recenti sull'apprendimento del calcolo matematico: anche il pensiero matematico, infatti, fa capo a due tipi di intelligenza, una visivo-spaziale e una linguistica, la prima più concreta, la seconda più astratta e simbolica; la prima più antica, la seconda più recente in termini evolutivi; la prima soggetta a uno sviluppo più precoce, la seconda a uno sviluppo più tardivo nel corso dell'ontogenesi. Visualizzando le aree del cervello attraverso tecniche di Brain Imaging, S. Dehaene e collaboratori hanno dimostrato che il pensiero matematico può seguire due strade, una più antica e indipendente dal linguaggio, evidente nei bambini piccoli e persino negli animali che, pur non essendo in grado di contare sono in grado di valutare le quantità e tenerne conto sul piano operativo nel fare valutazioni (ad esempio accorgersi della mancanza di piccoli dal nido); l'altra va di pari passo con l'apprendimento del linguaggio e consente di fare calcoli e valutazioni sofisticate. Il dato interessante è che diverse aree del cervello sono coinvolte nell'uno e nell'altro caso: le valutazioni per approssimazione coinvolgono le aree parietali del cervello (che controllano movimenti delle dita utilizzati dai bambini per fare i primi calcoli o l'uso del pallottoliere), i calcoli esatti coinvolgono invece le aree frontali dell'emisfero sinistro implicate anche nel linguaggio.

Il linguaggio, quando non è la pura astrazione dei logici, dei filosofi o degli scienziati, è parte di un continuum che dai gesti, risale alle situazioni, fino ai ritmi iniziali che creano le situazioni. Il linguaggio verbale si situa al vertice di una catena di acquisizioni fondate su dei momenti relazioni, dove gestualità e sensi garantiscono il contatto con la realtà, la significatività delle parole e anche la memorizzazione delle stesse. Questo sincretismo, tipico dell'apprendimento infantile è alla base dell'interiorizzazione progressiva del linguaggio. Ecco perché non bisogna eccedere con l'uso di tv e computer in tenera età: i bambini imparano meglio se possono toccare, manipolare, vivere delle sensazioni fisiche. L'interiorizzazione passa attraverso questo tipo di esperienza a più livelli. Il loro cervello cresce in relazione alla qualità degli stimoli che arrivano loro dai sensi. Tv e computer forniscono degli input, ma non promuovono l'abilità di pensare le cose nella propria mente.

dal sito: http://w3.uniroma1.it/psicobiologia/identita2_file/giscel.htm

RASSEGNE

LO SVILUPPO DELLA CONOSCENZA NUMERICA: ALLE ORIGINI DEL «CAPIRE I NUMERI»

DANIELA LUCANGELI E PATRIZIO E. TRESSOLDI

Università di Padova

Riassunto. La presente rassegna prende in esame le principali ipotesi a carattere evolutivo, inerenti allo sviluppo della conoscenza numerica, ossia della capacità di capire i fenomeni attraverso principi quantitativi e attraverso il complesso sistema dei numeri. In particolare nell'analisi proposta vengono riportati sia i termini generali del dibattito inerente al rapporto tra conoscenza numerica e le altre competenze cognitive, sia ipotesi specifiche sull'acquisizione della conoscenza numerica. I tre nuclei di indagine considerati riguardano lo sviluppo della conoscenza numerica preverbale, lo sviluppo delle abilità di conteggio, e lo sviluppo delle abilità di lettura e scrittura del numero.

INTRODUZIONE

La conquista della conoscenza numerica è senza dubbio uno dei processi più affascinanti e complessi dello sviluppo infantile. Come giungono i bambini a riconoscere le quantità, a rappresentarle e a manipolarle attraverso un sistema simbolico complesso quale quello dei numeri?

Nell'analisi qui proposta vengono riportati sia i termini generali del dibattito inerente al rapporto tra conoscenza numerica e le altre competenze cognitive, sia ipotesi specifiche sull'acquisizione della conoscenza numerica, dai meccanismi preverbal di riconoscimento delle quantità all'uso competente del sistema numerico orale e scritto.

Riguardo al *dibattito generale*, inerente al rapporto tra conoscenza numerica e le altre competenze cognitive, vengono prese in esame la prospettiva piagetiana e neo-piagetiana, in particolare il contributo di Robbie Case relativo al rapporto tra lo sviluppo di schemi concettuali e l'evoluzione di competenze specifiche tra cui la conoscenza numerica, sia la prospettiva assunta dalle ricerche contemporanee attente a mettere a fuoco l'interdipendenza cognitiva dei sistemi di elaborazione dei numeri e del linguaggio.

Ringraziamo Brian Butterworth e Carlo Umiltà per averci sollecitato alle riflessioni presenti in questo lavoro. Ringraziamo Beatrice Benelli, Cesare Cornoldi e Renzo Vianello per i preziosi suggerimenti.

Riguardo alle ipotesi di *sviluppo della conoscenza numerica*, poiché la letteratura si articola in un panorama complesso e non lineare di modelli interpretativi, per chiarezza espositiva le ricerche vengono presentate facendo riferimento ad alcuni nuclei di indagine. In particolare le domande cruciali intorno a cui si intesse la discussione sono almeno tre:

– Come compare e si sviluppa la capacità di riconoscere le quantità relative ad eventi e fenomeni? A tale domanda cercano di rispondere soprattutto le ricerche sullo sviluppo della conoscenza numerica preverbale;

– Come compare e si sviluppa la capacità di codificare le quantità attraverso il sistema verbale dei numeri? A tale domanda cercano di rispondere soprattutto le ricerche inerenti allo sviluppo delle abilità di conteggio;

– Come compare e si sviluppa la capacità di utilizzare il sistema simbolico dei numeri arabi? A tale domanda cercano di rispondere soprattutto le ricerche inerenti allo sviluppo delle abilità di lettura e scrittura del numero.

IL DIBATTITO GENERALE: L'INTERDIPENDENZA COGNITIVA DEL SISTEMA DI ELABORAZIONE DEI NUMERI

Come già evidenziato, anche l'interrogarsi sullo sviluppo della conoscenza numerica ha concorso a far emergere nella riflessione psicologica una questione di carattere generale quanto mai delicata: come va intesa l'evoluzione delle diverse abilità implicate nella comprensione e nella rappresentazione del mondo, come un sistema gerarchico e stadiale, o come un insieme di abilità distinte e indipendenti, o ancora come un sistema integrato ed interagente? In particolare riguardo al rapporto che intercorre tra lo sviluppo del sistema di elaborazione del numero e gli altri sistemi cognitivi, le riflessioni si sono articolate almeno in due distinte linee interpretative identificabili nelle proposte alla base del modello piagetiano ed in quelle alla base delle ricerche sull'interdipendenza tra conoscenza numerica e conoscenza verbale.

L'interdipendenza cognitiva del sistema di elaborazione dei numeri l'ipotesi piagetiana

Padre di una delle prime vere e proprie teorie cognitive intorno all'elaborazione del concetto di numero è senz'altro Piaget (Piaget e Szeminska, 1941). Sua l'ipotesi di un rapporto inscindibile tra le strut-

ture d'intelligenza generale e l'evoluzione di competenze numeriche nelle abilità di pensiero. In particolare egli ha ricondotto l'evoluzione delle strutture che presiedono la conoscenza numerica al passaggio dell'intelligenza dal livello del pensiero irreversibile e preoperatorio al livello del pensiero concreto reversibile e delle operazioni logiche. Tale passaggio permette di giungere alla padronanza sia di vere e proprie *operazioni logiche* (che consistono nel coordinare in vario modo i dati senza tener conto delle condizioni spaziali o temporali entro cui possono trovarsi i dati stessi), sia di *operazioni spazio-temporali* (che consistono nel coordinare in vario modo dati di ordine spaziale, temporale e spazio-temporale). Sono le operazioni spazio-temporali a garantire al bambino la capacità di riconoscere come valori invarianti i rapporti spaziali di ordine topologico e di ordine metrico (distanza, lunghezza, area, volume), o certe quantità fisiche come la quantità e la permanenza della sostanza, il peso, la durata, la velocità. E sono le operazioni logiche a permettergli di utilizzare nozioni come quelle di classe, di serie, e di numero.

D'altra parte, secondo Piaget, l'essere in grado di produrre la sequenza verbale dei numeri non vuol dire saper contare utilizzando il concetto di numero. I bambini possono infatti usare i numeri senza comprenderne il significato. Occorre prima che essi si rendano conto che ogni parola-numero corrisponde ad un oggetto, e che si rendano conto della corrispondenza tra la sequenza numerica e la quantità dell'insieme considerato. Affinché ciò sia possibile, è necessario giungere a padroneggiare proprio le operazioni logiche di classificazione e di seriazione.

Studi successivi hanno in realtà mostrato diverse debolezze del modello piagetiano, soprattutto per quanto riguarda la scansione degli stadi di sviluppo delle abilità numeriche (McGarrigle e Donaldson, 1975; Markman e Sibert, 1976; Mehler e Bever, 1978; Siegal, 1991a; Vianello e Marin, 1997). Elementi di debolezza sono stati inoltre riscontrati per ciò che riguarda le formulazioni linguistiche dei compiti piagetiani. Markman e Sibert (1976) hanno verificato ad esempio che le risposte dei bambini sono facilitate se nelle domande vengono utilizzati nomi di collezioni (foresta, grappolo, mazzo), anziché di classi (alberi, acini, fiori). A livello di organizzazione concettuale la collezione può essere psicologicamente più forte poiché fondata sulla relazione «essere parte di», rispetto alla classe in cui la relazione tra gli elementi è «essere incluso in».

È stato inoltre riscontrato che i bambini possono essere indotti a sbagliare a causa di incompetenza conversazionale, dal momento che le domande presentate nei diversi compiti richiedono di focalizzare l'attenzione sia su informazioni quantitative che percettive e spaziali (Siegal, 1991a, 1991b; McGarrigle e Donaldson, 1975). L'errore nelle

risposte può dunque essere dovuto non soltanto alla mancata comprensione degli aspetti quantitativi, ma anche ad ambiguità percettive e spaziali. Girelli, Lucangeli e Butterworth (2000) hanno recentemente dimostrato al riguardo la difficoltà incontrata dai bambini più piccoli nel riconoscimento e nella comparazione di quantità numeriche qualora il compito presenti condizioni percettivamente e/o quantitativamente ambigue (effetto stroop numerico): i bambini più piccoli fanno molta fatica a riconoscere quale numero sia maggiore tra due, dei quali uno scritto in dimensioni percettivamente più grandi, o a riconoscere l'uguaglianza di quantità che si riferiscono a oggetti percettivamente di grandezza differente (ad esempio elefanti e ciliegie) [Per un approfondimento degli aspetti specifici di tale dibattito, si vedano Butterworth, 1999; Lucangeli, 1999].

Lo sviluppo del senso del numero secondo Case

Merito di Robbie Case nella ricerca dello sviluppo della conoscenza numerica è stato, tra gli altri, quello di avere approfondito in modo specifico come si possa passare dal conteggio alla comprensione delle relazioni tra tutti i numeri del sistema numerico, riprendendo ed espandendo l'impostazione piagetiana di schemi concettuali primitivi. In sintesi (rimandando il lettore a Case e Okamoto, 1996, e Case, 2000, per ulteriori approfondimenti), questo autore ricostruisce la comprensione delle relazioni tra numeri interi partendo da alcuni schemi primitivi, in particolare lo schema del contare (vedi paragrafo 3) e lo schema di aggiungere e togliere. Da questi schemi di comprensione, tramite l'esperienza, si arriva al collegamento e alla loro trasformazione in uno nuovo che diventerà la fonte concettuale della costruzione della linea mentale dei numeri per poi passare alla differenziazione degli elementi in unità, decine, centinaia ecc. In particolare, l'idea fondamentale che sta alla base del modello psicologico di Case è che il senso del numero dei bambini dipenda dalla presenza di potenti schemi organizzatori denominati «strutture concettuali centrali» che costituiscono reti di concetti e relazioni che sottostanno alla maggior parte dei compiti che i bambini devono padroneggiare.

Le strutture concettuali dei bambini sono costituite da tre componenti:

1. Strutturale: che specifica gli elementi e le relazioni che ogni struttura concettuale comporta;
2. Evolutiva: che specifica le sequenze e i processi attraverso cui le strutture si costituiscono;
3. Contestuale: che specifica in quale modo le strutture concettuali

centrali vengano astratte da contesti e, quindi, come vengano influenzate dai vari contesti.

In particolare, la componente evolutiva che caratterizza lo sviluppo del senso del numero nel bambino si articola nei seguenti momenti:

– Il consolidamento di due schemi primitivi: uno verbale, digitale e sequenziale che vede il bambino in grado di procedere alle prime operazioni di conteggio verbale; l'altro spaziale ed analogico che permette di individuare situazioni di numerosità relativa (sono di più-sono di meno) e di operatività concreta (aggiungere-togliere).

– La connessione e l'interconnessione dei due schemi precedenti ne forma uno nuovo che trasforma la comprensione del campo da parte dello studente e costituisce il nucleo della struttura concettuale centrale, da cui dipenderanno i futuri apprendimenti. Si costituisce, in questa fase, una linea mentale del conteggio in cui i movimenti avanti e indietro equivalgono all'applicazione del + (più) e del - (meno).

– La differenziazione di nuovi elementi diventa possibile tramite le rappresentazioni delle proprietà numeriche: il bambino inizia a differenziare unità, decine e centinaia e a distinguere il numero oggetto dal numero operatore.

– La comprensione dell'intero sistema, in cui sono inclusi gli elementi differenziati, è la fase in cui gli alunni comprendono il sistema complessivo di cui ognuna delle rappresentazioni è una parte, comprendono così anche le relazioni tra le varie parti. Ciò significa che vengono comprese le relazioni intercorrenti tra unità, decine e centinaia (di tipo additivo, moltiplicativo, ...) e le generalizzazioni dell'intero sistema numerico.

Per quanto riguarda l'apprendimento dei numeri interi, che sono quelli che interessano il modello psicologico di Case, questo avviene secondo la sequenza rappresentata nella figura 1.

I passaggi che vengono compiuti nell'attività della prima fase sono rappresentati da Case nella figura 2 che segue.

Nella riga n. 1 notiamo che il conteggio dei numeri è collegato alla sequenza verbale ed è bidirezionale (viene dopo, viene prima); la riga n. 2 dà l'idea della conoscenza globale di quantità discrete: spostando un elemento si formano insiemi maggiori e/o minori; la riga n. 3 unisce i due schemi precedenti e permette di capire che il movimento avanti e indietro lungo la linea dei numeri corrisponde all'addizione o alla sottrazione di una unità; la riga n. 4, infine, mostra come la conoscenza simbolica formale permetta di capire che i numeri scritti corrispondono sia agli insiemi, sia alle posizioni delle sequenze delle parole-numero e che operazioni come + (più) si riferiscono sia a passi avanti nella sequenza numerica, sia nella risoluzione di un'addizione.

Case dà grande importanza alla linea mentale dei numeri e alla sua rappresentazione ed integrazione. Essa, come rappresentazione, costi-

Livello di Comprensione	
	Numeri interi
Livello 1: Consolidamento degli Schemi Primitivi A: <i>digitale</i> B: <i>analogico</i>	A: Schema del contare B: Schema qualitativo di quantità (più/meno aggiungere e togliere)
Livello 2: Costruzione di un Elemento Nuovo $A - B$	Linea mentale dei numeri, in cui contare è un'opera- zione che equivale ad ag- giungere o togliere
Livello 3: Differenziazione di Nuovi Elementi $A_1 - B_1; A_2 - B_2$	Differenziazione fra unità, decine, centinaia. Idem fra numero come oggetto (posizione) e nu- mero utilizzato per segui- re un'operazione
Livello 4: Comprensione del Sistema Totale $A_1 - B_1 \times A_2 - B_2 \times A_3 - B_3$	Comprensione di unità, decine, centinaia e della relazione tra loro, gene- ralizzata a tutto il campo dei numeri interi

FIG. 1. Sequenza dell'apprendimento dei numeri interi secondo il modello psicologico di Case.

tuisce anche un interprete numerico, permette cioè di passare da una affermazione verbale ad una rappresentazione quasi spaziale. Per risolvere un problema del tipo: ho tre figurine, me ne regalano altre 8. Si assegna il 3 alla rappresentazione spaziale congruente, si prende la seconda affermazione: 8 e si compie un viaggio. Si parte dalla posizione già specificata e ci si muove verso destra di tanti posti quanti sono quelli delle unità del secondo numero. «queste due funzioni (specificazione di una posizione e di una distanza) sono molto generali e sono necessarie per risolvere un'ampia varietà di problemi matematici elementari» (Okomoto, 1996).

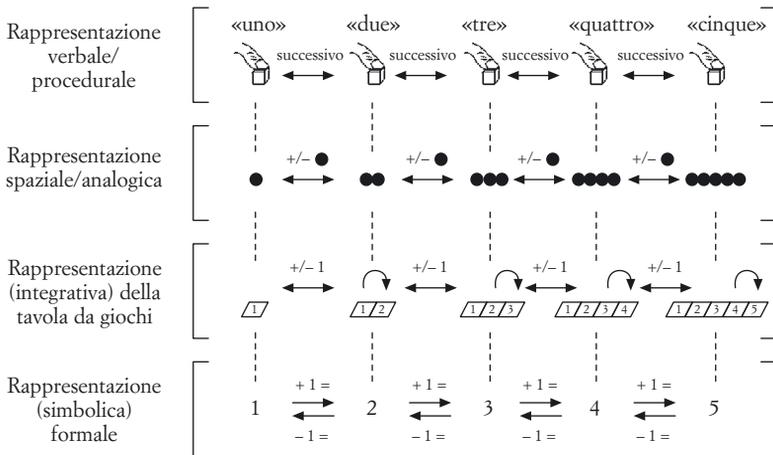


FIG. 2. Struttura concettuale centrale dei numeri interi secondo il modello di Case.

L'interdipendenza cognitiva del sistema di elaborazione dei numeri

Il dibattito contemporaneo, più che all'interdipendenza della conoscenza numerica e delle strutture d'intelligenza generale, si riferisce al rapporto tra i diversi sistemi di elaborazione della conoscenza. In particolare, nell'ambito degli studi relativi al rapporto che la cognizione numerica ha con gli altri sistemi di conoscenza, cruciale è la discussione inerente all'indipendenza del sistema di elaborazione del numero da quello degli altri sistemi di elaborazione, in specifico da quello del linguaggio (Collignon, Leclercq e Mahy, 1977).

Diverse ricerche hanno messo in luce alcuni aspetti del delicato rapporto tra linguaggio e numeri. Come i suoni del linguaggio, anche le quantità sono esprimibili attraverso il canale uditivo-vocale con il codice verbale, e attraverso il canale visivo-gestuale con diverse modalità: arabica, grafico-analogica, e gestuale. In particolare, i numeri nel codice verbale hanno, come ogni «segno linguistico», un rapporto convenzionale con il significato che sottintendono (ossia, nel caso dei numeri, la quantità). L'unica ragione per cui la quantità contenuta in un insieme di sette torte venga definita con il termine «sette» è infatti soltanto una ragione convenzionale. Anche per iscritto il linguaggio matematico può essere veicolato attraverso il codice verbale, la cui scrittura tipica è quella del codice arabico. Il lessico di questo codice è rappresentato da singoli segni grafici che stanno in rapporto convenzionale con le corrispondenti traduzioni verbali. D'altra parte si può certo avere il concetto di numero, possedere il significato della

quantità, senza conoscere il simbolismo delle cifre, ed è appurato che la capacità di comprendere la numerosità di un insieme non è proprio soltanto della specie umana (per una sintesi si veda Butterworth, 1999).

Se, come fin qui problematizzato, è molto controverso il dibattito intorno alla natura del rapporto che le componenti di elaborazione del numero hanno con quelle di elaborazione verbale, va evidenziato che soprattutto negli ultimi anni alcuni studi hanno cercato di analizzare e di differenziare le caratteristiche delle strutture cognitive preposte all'elaborazione di numeri e linguaggio.

Dati sperimentali, relativi alle abilità numeriche non verbali di neonati ed animali (come ratti o piccioni), hanno portato infatti alla formulazione dell'ipotesi che l'elaborazione del numero possa essere ricondotta non solo ed esclusivamente ad operazioni di processazione linguistico/simbolica, ma anche ad operazioni di quantificazione, cioè ad operazioni cognitive mediate dall'attivazione di una rappresentazione mentale della quantità numerica di tipo analogico, non verbale (Dehaene, 1992). In particolare i processi di quantificazione si basano su competenze che, più da abilità di conteggio vero e proprio, dipendono da altre abilità specifiche: il *subitizing* e la stima di grandezze.

Per spiegare di cosa si tratti Gallistel e Gelman (1992) hanno usato come esempio una delle nostre esperienze più comuni di *subitizing*: molte volte ci sarà infatti capitato, dato un insieme di n elementi, di riconoscerne la quantità presente, senza ricorrere a veri e propri meccanismi di conteggio verbale. Tale processo di quantificazione è efficiente solo nei casi di piccole numerosità (4-6 elementi nei soggetti adulti), ed è caratterizzato da risposte veloci ed accurate. Il limite dell'imprecisione nella risposta aumenta progressivamente con l'ammontare della numerosità dell'insieme contato (Kaufman, Lord, Reese e Volkman, 1994). In particolare, sembra che per le numerosità più grandi, nel nostro sistema di elaborazione del numero entri in gioco un meccanismo parallelo a quello del *subitizing*, identificato più propriamente in meccanismi di «stima» di grandezze. Il termine «stima» fa infatti riferimento al processo di riconoscimento di quantità maggiori di 6-7 elementi. Tale meccanismo è però caratterizzato da minor accuratezza delle risposte stesse.

In sintesi, sebbene tutt'oggi la discussione inerente alla natura di tali processi di quantificazione non verbale rimanga una questione piuttosto controversa in letteratura (si vedano Ginsburg, 1977; Mandler e Shebo, 1982; Meck e Church, 1983; Gallistel e Gelman, 1992; Kaufman *et al.*, 1994; Simon, 1997) i dati sperimentali delle diverse ricerche sembrano suggerire l'esistenza di diversi processi di comprensione e rappresentazione mentale della numerosità, comprensione non necessariamente mediata da codici verbali.

Dal punto di vista evolutivo diventa allora cruciale capire come tali processi si sviluppino e si articolino fino a consentirci la piena competenza nella comprensione di numeri e quantità.

LO SVILUPPO DELLA CONOSCENZA NUMERICA PREVERBALE

Come evidenziato fin dall'inizio di questa rassegna, le principali questioni che le ricerche sullo sviluppo della conoscenza numerica preverbale si sono poste, e continuano a porsi, possono sintetizzarsi in una questione generale: come compare e si sviluppa la capacità di riconoscere le quantità relative ad eventi e fenomeni?

Secondo diversi studi, sia gli animali che i neonati sono capaci di riconoscere le quantità numeriche, o meglio ancora, sanno discriminare tra differenti serie di elementi in base alla loro numerosità (si vedano Thomas e Chase, 1980; Washburn e Rumbaugh, 1991).

Riguardo alla conoscenza numerica degli animali, Meck e Church (1983) hanno dimostrato che i topi possono discriminare le quantità sulla base del numero di elementi in un insieme di stimoli o della durata della sequenza degli elementi. I ratti sono in grado di apprendere il numero esatto di pressioni di una leva *A* che è necessario compiere, prima di premere una seconda leva *B*, così da ottenere una ricompensa. Gli scimpanzé, gli animali più simili all'uomo per eccellenza, sono in grado di compiere semplici operazioni di transcodifica dal sistema di notazione arabo a quello pittografico e sono capaci di individuare il numero arabo corrispondente ad una certa numerosità. Gli studi di Rumbaugh, Savage e Hegel (1987) mostrano inoltre che gli scimpanzé possono addizionare due numerosità $A + B$, altre due numerosità $C + D$, e confrontarle scegliendo la più grande tra esse. L'addizione svolta è però solo approssimata, tanto è vero che se le somme sono vicine l'una all'altra gli scimpanzé hanno più difficoltà a scegliere la più grande. Le ricerche di Thomas e Chase (1980), Washburn e Rumbaugh (1991) dimostrano al riguardo che il confronto numerico può essere insegnato agli animali, e che la discriminazione è più facile quando la distanza tra le due numerosità è maggiore.

Tali evidenze hanno portato Gallistel e Gelman (1992) ad ipotizzare che le basi stesse della competenza numerica umana si possano trovare nei meccanismi preverbalì per il calcolo e nel ragionamento aritmetico che la specie umana condivide con altre specie animali.

Venti anni or sono Gelman (1977) mostrava come bambini di due anni e mezzo sapessero compiere delle induzioni su piccole quantità (due o tre elementi) e discriminare disegni a seconda rappresentasse due o tre oggetti (e in determinate condizioni anche disegni di tre e di quattro oggetti). Utilizzando il paradigma sperimentale dell'abi-

tuaione, Strauss e Curtis (1981), hanno dimostrato che bambini di 10-12 mesi erano in grado di evidenziare la variazione di quantità ($N - 1$ oppure $N + 1$) di insiemi di 3 o 4 elementi che in fase di abituaione venivano presentati variando tipo di elementi (cani, case ecc.), posizione e dimensione. Antell e Keating (1983) hanno confermato come addirittura neonati da 1 a 12 giorni di vita, riescano a differenziare insiemi di 2 e 3. Più recentemente, sempre utilizzando la tecnica dell'abituazione, Xu e Spelke (2000) sono riusciti ad evidenziare che bambini di 5-6 mesi sono in grado di distinguere tra insiemi di 8 e di 16 elementi.

Wynn (1992a), presentando prima un pupazetto che veniva nascosto da uno schermo e poi un altro che veniva aggiunto dietro lo schermo stesso, ha inoltre evidenziato che bimbi di 5 mesi variavano i tempi di fissazione quando, all'abbassarsi dello schermo, vedevano un solo pupazetto, dimostrando di saper compiere operazioni additive.

Ricostruendo il filo di tali evidenze sperimentali, sembra dunque lecito ipotizzare l'esistenza di una competenza numerica non verbale mediata da una rappresentazione mentale della quantità.

LO SVILUPPO DELLE ABILITÀ DI CONTEGGIO

Capire come si evolvano le abilità di conteggio, implica spiegare in che modo compaia la capacità di codificare le quantità attraverso il sistema verbale dei numeri, e in che modo essa si sviluppi fino a permettere la piena competenza dei meccanismi della conta.

Secondo Wynn (1992b, 1999) il passaggio dalle competenze preverbalì alla vera e propria capacità di contare richiede di mettere in relazione i concetti-numero con le parole-numero, deducendo tra molti significati logicamente possibili il significato corretto delle parole-numero. D'altra parte acquisire il significato corretto delle parole-numero risulta un compito difficile proprio perché tali parole non si riferiscono a significati univoci ma a proprietà di insiemi di elementi.

In particolare relativamente al passaggio dalle competenze preverbalì all'acquisizione delle parole-numero nella letteratura sono presenti almeno due distinte visioni teoriche: la teoria dei principi di conteggio e la teoria dei contesti diversi.

La teoria dei principi di conteggio

Alla base della teoria dei principi di conteggio (Gelman e Gallistel, 1978) sta la convinzione secondo cui i bambini piccoli possiedono un

concetto innato di numero, concetto che si evolve nell'acquisizione delle procedure di calcolo, attraverso alcuni principi:

a) il principio della corrispondenza uno a uno (ogni elemento dell'insieme contato deve corrispondere a una sola parola-numero);

b) il principio dell'ordine stabile (le parole-numero devono essere ordinate in una sequenza fissa che riproduce gli elementi che devono essere contati);

c) il principio della cardinalità (l'ultima parola-numero usata in un conteggio rappresenta la numerosità degli elementi contati).

Le parole-numero che i bambini apprendono dal linguaggio vengono sistemate sulla loro lista innata di «etichette-numero mentali»: uno, due, tre, ..., quindici, ...cinquanta..., cento...

La competenza numerica non verbale ha un ruolo fondamentale nello sviluppo della competenza verbale fornendole la base dei principi impliciti che guidano l'acquisizione dell'abilità di conteggio verbale. D'altra parte, secondo Gallistel e Gelman (1992), il ruolo di schema di riferimento svolto dal meccanismo non verbale, sarebbe reso possibile dall'isomorfismo e dalla similarità della struttura formale delle grandezze non verbali e delle parole-numero. Le due forme di rappresentazione sarebbero distinte, ma al tempo stesso interrelate. Imparando a contare si formerebbe cioè una «mappatura bidirezionale» tra le grandezze non-verbali (che rappresentano la numerosità) e le parole-numero. È tale mappatura bidirezionale a consentire l'uso, e la specificità, sia dei meccanismi analogici di quantificazione non verbale, sia dei meccanismi verbali di conteggio.

D'altra parte, se il saper passare dall'uno all'altro tipo di meccanismi non ne esclude la specificità, non ne esclude neppure la reciproca relazione. Anzi la determina proprio grazie agli stessi processi di sviluppo. Secondo Gallistel e Gelman, infatti, se inizialmente in termini evolutivi i neonati dimostrano di possedere competenze innate di riconoscimento non verbale delle quantità, è proprio quella stessa spinta impressa dallo sviluppo a permettere ai bambini di giungere a padroneggiare le competenze ben più complesse alla base dei meccanismi del conteggio verbale.

La teoria dei contesti diversi

L'ipotesi relativa allo sviluppo delle abilità di conteggio proposto da Fuson (1991) si differenzia da quella di Gelman e Gallistel per il valore considerevolmente minore attribuito alle strutture innate della conoscenza. L'autrice non riconosce la primarietà alle competenze innate rispetto a quelle apprese, bensì una costante interazione tra le due.

Secondo la teoria dei contesti diversi infatti (Fuson e Hall, 1983; Fuson, 1988) i principi di conteggio e di calcolo, pur rispondendo a funzioni strutturali specifiche ed innate, sono progressivamente sviluppati attraverso ripetuti esercizi e per imitazione.

Come Gelman e Gallistel, Fuson riscontra la presenza dei principi della conta, di associazione uno a uno e di ordine stabile (che lei definisce non come principi, bensì come «competenze concettuali»), ma è convinta che siano indispensabili ripetuti momenti di apprendimento e quindi molto tempo, prima che questi principi vengano utilizzati in modo corretto e competente.

In particolare cruciale per la costruzione della conoscenza numerica è l'interazione con l'ambiente. Sebbene infatti i semanti dei numeri siano sempre gli stessi, le situazioni in cui essi sono utilizzati sono molto diverse e possono determinare differenze nei significati e nell'uso dei numeri. Per esemplificare come si manifesti tale complessità di usi e significati può essere utile riportare alcune risposte di bambini italiani ad alcune domande tratte dalle ricerche in questione: «Cosa sono i numeri? A cosa servono i numeri, secondo te?» (Lucangeli, 1999):

M. (4 anni e 8 mesi): *Scritte un po' diverse, non sono lunghe lunghe come le parole.*

L. (5 anni): *Sono che ti servono quando hai i soldini o le bambole. Se ne hai di più o di meno delle tue amichette.*

T. (5 anni): *Sono numeri scritti o detti a voce. O anche sulle dita, uno per uno, ci si conta.*

R. (5 anni e 2 mesi): *I numeri sono fatti per dire uno due tre, e poi non sbagliare fino a dieci o fino a dove sai tu.*

S. (5 anni e 2 mesi): *I numeri piccoli servono a contare, i numeri grandi a scrivere a scuola.*

D. (5 anni): *I grandi ci fanno molte cose. Di più che i bambini. Infatti ci fanno anche la spesa.*

Come risulta evidente anche dalla lettura dei protocolli riportati, i bambini riconoscono diversi aspetti implicati nel numero: aspetti lessicali (i numeri si scrivono, si dicono, ecc.), aspetti semantici relativi alle quantità che essi contraddistinguono, e aspetti funzionali di calcolo e conteggio (i numeri servono a...).

Da un punto di vista evolutivo, secondo Fuson, l'integrazione di tali aspetti e dei diversi significati che i numeri acquistano nella serie numerica viene raggiunta quando il bambino in primo luogo riconosce che ogni parola-numero si riferisce al totale delle unità che la precedono compresa se stessa e, in secondo luogo, comprende che la posizione di qualsiasi unità nella serie numerica assume il valore «più uno» in relazione all'unità precedente e «meno uno» in relazione alla successiva.

In particolare l'acquisizione della conta comprende tre concetti numerici e la loro integrazione: *a*) il padroneggiamento della sequenza numerica; *b*) la corrispondenza uno a uno tra le parole numero e gli elementi contati; *c*) il valore cardinale dei numeri. Nell'acquisizione della sequenza numerica il bambino è coinvolto nella differenziazione delle parole che indicano numeri e nell'apprendimento del loro ordine in sequenza. L'uso competente di questi concetti inizia all'età di 3, 4 anni e procede con l'acquisizione, per intervalli, di parole numero fino agli 8, 9 anni (in un primo periodo la sequenza corretta è fino alla parola 10, poi 20, 70, 100 nei periodi successivi).

L'acquisizione della corrispondenza termine a termine tra parole-numero ed elementi di un insieme è spesso accompagnata da alcune tipologie caratteristiche di errori. Vi sono gli errori «parola-indicazione», in cui il bambino indica un oggetto senza pronunciare la parola-numero, oppure indica pronunciando più parole numero, e quelli «indicazione-oggetto» in cui il conteggio e l'indicazione sono coordinati, ma è quest'ultima ad essere imprecisa (il bambino mentre indica gli oggetti ne salta uno oppure ne indica uno più volte). Ci sono bambini che violano entrambe le corrispondenze citate, indicando più volte lo stesso oggetto senza pronunciare nessuna parola numero, oppure indicano genericamente l'insieme di oggetti pronunciando velocemente le parole-numero. Errori più generali sono invece quelli in cui il bambino, una volta terminata la conta, ricomincia ad indicare gli oggetti della collezione già contati. Le diverse tipologie di errori riscontrate dimostrano che i bambini più piccoli possono incontrare difficoltà nell'integrazione dell'indicazione e del conteggio vero e proprio.

Da un punto di vista educativo, il grado di attenzione che il bambino dedica al compito, le caratteristiche e la disposizione degli oggetti da contare, possono influenzare la produzione di una conta corretta.

Riguardo alla cardinalità del numero, secondo Fuson, occorre aspettare che il bambino abbia 4 anni circa perché sappia riconoscere il valore cardinale delle parole-numero pronunciate. Prima di tale periodo è probabile infatti che quando gli viene chiesto di indicare il numero di oggetti in un insieme egli risponda con l'ultima parola della conta a cui è arrivato, senza comprendere che l'ultimo numerale contato si riferisce alla cardinalità dell'insieme stesso.

In sintesi, seguendo il modello della Fuson, la costruzione dei concetti numerici di sequenza, di conta, di valore cardinale, e le forme di integrazione tra questi, possono essere descritte attraverso almeno cinque distinti livelli evolutivi. A tali livelli corrispondono specifiche strutture numeriche concettuali dei diversi significati delle parole-numero e della loro progressiva integrazione.

L'evoluzione può identificarsi nelle seguenti fasi (a ciascuna viene

affiancato un esempio di risposte fornite da bambini italiani nell'indagine svolta da Lucangeli, 1999):

a) la sequenza di numeri è usata come stringa di parole

(i.e. *Luca 4 anni: uno, due, sette, quattro, cinque, tre, venti...*);

b) si distinguono le parole-numero, ma l'intera sequenza è unidirezionale, in avanti, e viene prodotta a partire dall'uno

(i.e. *Alberto 4 anni e 6 mesi: uno, due, tre, quattro, cinque e poi non so bene bene*);

c) la sequenza è producibile a partire da un numero qualsiasi della serie stessa governata dalle relazioni numeriche di subito, prima, dopo, ecc.;

(i.e. *Sara 5 anni: subito vicino a 5 c'è 6 e poi sette e otto e poi fino a venti te li dico tutti giusti*);

d) le parole-numero della sequenza sono trattate come entità distinte che non devono più ricorrere a elementi concreti di corrispondenza biunivoca;

(i.e. *Lucia 5 anni e 3 mesi: quattro è più di tre. Cinque è di più di quattro*);

e) la sequenza è usata come catena bidirezionale, sulla quale ed attraverso la quale operare in distinti modi;

(i.e. *Mattia 6 anni e 5 mesi: sette, otto, nove, dieci.....venti, diciannove, diciotto...*).

Tale evoluzione non è da considerarsi rigida o precostituita, ma esemplificativa della continua interazione tra competenze cognitive e apprendimenti significativi (per una sintesi del modello si veda Livera Sempio, 1997).

Al modello dei «Contesti diversi», si ispirano anche le ricerche di Steffe, Cobb e von Glasersfeld (1988). In particolare, il modello di sviluppo delle abilità della conta numerica, da loro proposto, analizza i cambiamenti qualitativi nei sistemi di conteggio nelle diverse età.

Steffe (1991) ritiene che il concetto di numero sia definibile come un prodotto dell'interiorizzazione e reinteriorizzazione dei concetti di oggetto e dell'abilità di conta. I cinque stadi di sviluppo, identificati, dalle loro ricerche, sarebbero caratterizzati da differenze qualitative sia nei tipi di conta usati dai bambini, sia nello sviluppo delle strutture concettuali relative alla conta stessa:

– *Stadio dello schema di conta percettivo*. Il processo di conta percettivo si compone di tre capacità, quella di riconoscere una collezione percettiva, quella di produrre una serie numerica e infine di coordinarle insieme;

– *Stadio dello schema di conta figurativo*. In questo stadio il materiale percettivo non è più indispensabile al bambino. Vi è ancora però la ricerca di qualcosa che può essere contato, come i movimenti delle dita o l'enunciazione delle parole-numero. I tipi di conta coinvolti in

questo stadio sono quelli degli item motori e verbali. I bambini sollevano uno a uno le dita in sintonia con le parole-numero enunciate e, non simultaneamente, come nello stadio precedente;

– *Stadio della serie iniziale dei numeri.* Il bambino comprende il valore astratto delle unità. La parola numero è considerata un'unità che include in se stessa l'attività del contare, la quale comprende tutte le unità che la precedono inclusa se stessa;

– *Stadio della serie dei numeri con relazioni implicite di inclusione.* Il bambino è capace di ricostruire i concetti di «unità di unità» e «unità composite». La parola-numero «cinque» comprende le parole da 1 a 5 e nello stesso tempo è compresa nella parola numero «nove». Quindi il concetto di unità comprende sia quello di «tutto» che di parte;

– *Stadio della serie dei numeri con relazioni esplicite di inclusione.* In questo stadio le unità si riferiscono ad un concetto di ripetibilità. La serie numerica è formata da unità equivalenti «iterate e incluse». Ad esempio il numero cinque può essere considerato sia un'unità ripetuta cinque volte, sia una delle parole numero della conta.

Continuando dunque a seguire l'obiettivo di tessere il filo delle principali ipotesi inerenti allo sviluppo della conoscenza numerica, è necessario affrontare almeno un'altra questione di fondo: saper contare verbalmente, implica anche saper riconoscere e usare con competenza «la lingua dei numeri» e i suoi sistemi simbolici?

LO SVILUPPO DELLA CAPACITÀ DI SCRITTURA E DI LETTURA DEI NUMERI

Nella letteratura psicologica le ricerche che si sono occupate più propriamente di capire come compaia e si sviluppi la capacità di utilizzare il sistema simbolico dei numeri arabi si sono orientate a due linee di indagine relative allo sviluppo delle abilità di scrittura del numero e allo sviluppo delle abilità di lettura.

Riguardo allo sviluppo delle abilità di scrittura, esistono diverse ricerche che hanno tentato di evidenziare l'evoluzione di tale competenza fin dalle prime fasi dell'apprendimento (Sastre e Moreno, 1976; Hughes, 1982, 1987; Sinclair, Mello e Siegrist, 1988; Sinclair e De Zwarth, 1989; Bialystok, 1992; Agli e Martini, 1995). Si tratta di studi che affrontano il problema della notazione numerica nel bambino in età prescolare adottando per lo più un approccio costruttivista dello sviluppo cognitivo. Liverta Sempio (1997) ha evidenziato al riguardo che sebbene sul piano empirico i risultati raggiunti da tali studi presentino ampie convergenze, sul piano teorico, a tali convergenze non ne corrispondono altrettante. Manca infatti un'univoca teoria sullo sviluppo della competenza nel numero scritto, e sul

rapporto tra acquisizione grafica e acquisizione concettuale del numero.

In generale i tipi di notazione numerica evidenziati dagli studi menzionati sono riconoscibili in tre classi:

- notazione con grado informativo nullo per un osservatore esterno, ma portatore di significato personale per il bambino;
- notazione basata sulla corrispondenza biunivoca;
- notazione convenzionale.

Tali classi di notazione si caratterizzano anche per il tipo di formato grafico espressivo che tendono a privilegiare. Gli studi di Hughes (1982, 1987) sono particolarmente utili per illustrare tale variabilità espressiva, esemplificata dall'autore in quattro categorie di rappresentazione sovrapponibili a quelle da noi evidenziate:

- idiosincratica, cioè priva di notazioni comprensibili;
- pittografica, che riproduce cioè figurativamente gli oggetti della collezione;
- iconica, formata cioè da segni grafici, ad esempio aste e simboli, posti in corrispondenza biunivoca con gli oggetti;
- simbolica, cioè costituita dai numeri arabi veri e propri.

Nella figura 3 sono riportati alcuni esempi per ciascuna delle tipologie di notazione descritte.

Evolutivamente, si è osservato che mentre bambini di tre anni e mezzo e di quattro anni usano molti segni sia idiosincratici che pittografici, dai quattro ai quattro anni e mezzo i bambini usano prevalentemente segni iconici (simboli e lettere) e cominciano a usare simboli arabi. Questi ultimi sono usati con familiarità dai bambini di cinque anni, e a cinque anni e mezzo la maggior parte dei bambini usa il simbolo arabo corrispondente alla quantità esatta (entro il 9). Errori di scrittura frequenti in quest'ultimo caso si sono verificati essere la specularità e le rotazioni nell'uso degli arabi stessi.

Altrettanto complesso sembra il percorso di sviluppo delle capacità di lettura dei numeri arabi. Senza entrare infatti nello specifico dei meccanismi cognitivi di natura lessicale e sintattica alla base della lettura di numeri, in diversi lavori si è messo in luce come nella codifica verbale di un numero ciascuna cifra, a seconda della sua posizione, assuma un «nome» diverso: i meccanismi lessicali hanno il compito di selezionare adeguatamente questi nomi per riconoscere quello in esame.

I numeri primitivi appartengono a tre classi distinte, chiamate «ordini di grandezza» o «livelli»: *a*) le unità; *b*) i «teens», che contengono la sottocategoria dei «dici» (11, 12, 13, ...); *c*) le decine (21, 22...31, ...41, ...). Ogni elemento è caratterizzato, oltre che dalla classe cui appartiene, dalla posizione occupata nella classe stessa. Per esempio: il cinque possiede la quinta posizione nel livello delle unità; il quindici,

Informazione nulla (continua o discreta)

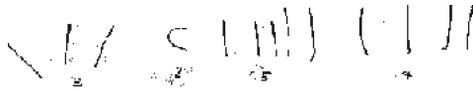


(i. n. continua)



(i. n. discreta)

Corrispondenza biunivoca



Notazione convenzionale

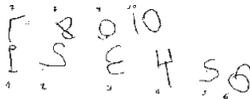


FIG. 3. Esempi di tipologie di notazione numerica in bambini dai 3 ai 5 anni.

la quinta posizione in quello dei «teens», il quaranta la quarta posizione in quello delle decine. Gli errori a livello di lessico numerico sono quelli che riguardano la produzione delle singole cifre, senza coinvolgere il loro posto all'interno del numero.

Sono lessicali errori del tipo:

4/7 (leggo, o mi rappresento mentalmente, scrivo o dico ad alta voce «sette» invece di «quattro»).

D'altra parte, poiché ogni cifra nel comporre un numero (ad esempio le cifre 1, 9 e 7 nel comporre centonovantasette) è caratterizzata da una relazione spaziale particolare con le altre cifre costituenti un numero, relazione elaborata dai meccanismi sintattici relativi al valore posizionale delle cifre (Seron e Fayol, 1994; Power e Dal Martello, 1990, 1997), errori di lettura di numeri possono essere dovuti a difficoltà nel riconoscimento delle posizioni e dunque della sintassi interna al numero stesso. Errori di lettura a base sintattica sono ad esempio i seguenti (cfr. Lucangeli, 1999):

574 → «cinquesettequattro»

20057 → «duecentocinquantasette».

In sintesi, si tratta di tutti quegli errori di transcodificazione tra i diversi codici arabico-verbale e viceversa.

È interessante sottolineare come questa transcodifica possa essere facilitata dalla maggiore o minore trasparenza tra codice verbale e quantità. Il confronto tra sistemi di numerazione asiatici, cinese, giapponese, coreano ed europei (Miura, Okamoto, Kim, Chang, Steere e Fayol, 1994; Miller, Smith, Zhu e Zhang, 1995) ha evidenziato una facilitazione di quelli asiatici nella comprensione e costruzione dei numeri, in particolare quelli da 11 a 20, in quanto mantengono in modo più esplicito il riferimento alla base 10, undici diventa dieci-uno, dodici, dieci-due. Questo riferimento è presente anche per altri numeri, ad esempio 432, diventa 4 cento, 3 dieci, due.

Alcune ricerche, seppure da prospettive differenti, hanno tentato di identificare le principali fasi evolutive, senza però giungere a proposte univoche o generalizzabili (per una sintesi si veda Liverta Sempio, 1997). L'unica ipotesi per lo più condivisa nelle diverse prospettive di indagine, è l'ipotesi di fondo secondo la quale il riconoscimento del numero scritto procederebbe per fasi successive e complementari, implicando un'interdipendenza tra la capacità di leggere i numeri e di riconoscerne il corrispondente semante quantitativo (Bialystock, 1992; Louden e Hunter, 1999).

Le due linee principali seguite dalle ricerche si riferiscono allo studio dello sviluppo della capacità di riconoscere i numeri scritti, e allo studio dello sviluppo della capacità di comprensione simbolica vera e propria.

Riguardo allo sviluppo della capacità di riconoscere i numeri scritti, le ricerche di Pontecorvo (1985) hanno identificato diverse fasi evolutive: dall'identificazione errata, all'identificazione soltanto di alcuni numeri, i più semplici e noti, fino all'identificazione del numero corretto accompagnata dalla rappresentazione esatta della quantità corrispondente.

Come evidenzia Liverta Sempio (1997), se Pontecorvo si è occupata del riconoscimento dei numeri scritti, Bialystock (1992) ha studiato prevalentemente lo sviluppo della comprensione simbolica. In particolare secondo Bialystock la comprensione simbolica di numeri e lettere implica diverse tipologie di relazione: quelle tra sistemi orali e scritti, e quelle tra tali sistemi e i semanti corrispondenti. La comprensione simbolica dei numeri dovrebbe perciò permettere di integrare le rappresentazioni dei numeri stessi in maniera che al numero che si dice «tre» corrisponda la scrittura araba 3 e il suo semante quantitativo. Lo sviluppo di tale comprensione segue, secondo Bialystock, almeno tre stadi:

– l'apprendimento delle notazioni orali dei numeri. I bambini recitano la sequenza appresa ma non ne sanno distinguere uno ad uno gli elementi sia nella scrittura che nel semante corrispondente;

- la rappresentazione formale in cui risultano integrate la capacità di riconoscere il nome verbale e la scrittura corrispondente al numero;
- la rappresentazione simbolica in cui la rappresentazione formale (nome e scrittura del numero) è integrata al riconoscimento della quantità corrispondente.

Ricostruendo dunque il filo delle diverse ricerche sullo sviluppo della capacità numerica risulta chiaro che tutti i meccanismi di calcolo e manipolazione del sistema numerico possono avere origine solo quando l'evoluzione dei meccanismi di riconoscimento preverbale delle quantità si sia evoluta ed integrata con gli apprendimenti relativi ai sistemi di conteggio, lettura e scrittura dei numeri elementari.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per giungere a considerazioni finali capaci di ricondurre a sintesi l'articolato panorama di ipotesi presenti nella letteratura, è necessario tornare alla domanda cruciale da cui hanno preso le mosse le riflessioni presenti in questo studio: come giungono i bambini a riconoscere le quantità, a rappresentarle e a manipolarle attraverso un sistema simbolico complesso quale quello dei numeri?

Nel cercare risposte a tale domanda le ricerche sembrano essersi focalizzate su diverse questioni.

La prima e più generale questione tenta di capire il delicato rapporto tra lo sviluppo della conoscenza numerica e quello delle altre abilità cognitive di base, linguaggio in particolare.

In questo caso le ricerche si sono rivolte principalmente sia allo studio della relazione tra conoscenza numerica e funzioni intellettive generali (modello piagetiano), sia allo studio della maggiore o minore interdipendenza tra i sistemi cognitivi preposti all'elaborazione della conoscenza numerica e quelli preposti all'elaborazione del linguaggio.

È soprattutto intorno a quest'ultimo aspetto, e alla specificità dei processi di quantificazione non verbale, che si sono concentrate le ipotesi relative all'origine stessa della conoscenza numerica. Origine che le evidenze sperimentali apportate dagli studi su neonati, oltre che su alcune specie animali, individuano proprio in processi di discriminazione e riconoscimento non verbale della quantità.

Se dunque senza saper contare, o meglio prima di saper contare la specie umana sa capire i fenomeni anche in termini di quantità, ciò fa supporre che lo sviluppo della conoscenza numerica dipenda da principi cognitivi innati (cfr. Teoria dei Principi di Conteggio).

Anche riguardo a tale questione la letteratura non permette una risposta unitaria. Le prospettive possibili sono almeno due: quella della Teoria dei Principi di Conteggio, secondo la quale è la spinta evoluti-

va stessa a consentire sia l'origine che l'evoluzione completa della conoscenza numerica, e quella della Teoria dei Contesti Diversi, secondo la quale sviluppo e apprendimento sono binomio inscindibile, necessario in entrambi i suoi termini. La spinta evolutiva, proprio in virtù della sua stessa natura strutturalmente legata ai processi di apprendimento, integrerebbe principi innati e principi appresi, conoscenze quantitative e conoscenze verbali, sistemi di rappresentazione cognitiva e sistemi di rappresentazione simbolica. Da tale integrazione dipenderebbero così sia la competenza nei meccanismi di conteggio, sia la capacità di usare il linguaggio simbolico del sistema numerico verbale e scritto.

Per quanto riguarda lo sviluppo delle capacità di lettura e scrittura dei numeri, pur da diverse prospettive, emerge che saper usare il sistema simbolico dei numeri implica non soltanto saper capire i fenomeni in termini di quantità e saperli manipolare attraverso meccanismi di conteggio, ma significa saper trasformare tali processi in segni e linguaggi, regolati al proprio interno da grammatiche specifiche. Leggere e scrivere numeri è diverso da saper contare con competenza, implica funzioni di sviluppo e apprendimento ulteriori, che non si esauriscono e che a propria volta non esauriscono il saper contare.

Continuando dunque a porsi la prospettiva dell'evoluzione, ciascun bambino che debba servirsi della propria conoscenza numerica per apprendere i complessi meccanismi del calcolo, con i numeri deve saper avere a che fare a tutti i livelli: riconoscerne i semanti quantitativi, operarvi tutti i processi di conteggio necessari, e saperli adoperare nel codice del loro linguaggio scritto e orale. Così, quando intorno ai sei anni la scuola gli chiederà di imparare a fare le prime operazioni di calcolo, convinta di fargli cominciare da lì il lungo percorso di sviluppo e apprendimento della propria intelligenza numerica, in realtà prenderà un abbaglio. Ciascun bambino avrà cominciato ad intellere il mondo attraverso i numeri molto, molto prima.

BIBLIOGRAFIA

- AGLI F., MARTINI A. (1995). Rappresentazione e notazione della quantità in età prescolare. *Età Evolutiva*, 51, 30-44.
- ANTELL S., KEATING D.P. (1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Child Development*, 54, 695-710.
- BIALYSTOCK E. (1992). Symbolic representation of letters and numbers. *Cognitive Development*, 7, 301-316.
- BUTTERWORTH B. (1999). *The mathematical brain*. London: Macmillan (trad. it. *L'intelligenza matematica*. Milano: Rizzoli).
- CASE R., OKAMOTO Y. (1996). The role of central conceptual structures in the development of children's thought. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 61 (1-2), v-265.

- CASE R. (2000). Un modello psicologico dello sviluppo del senso del numero. *Età Evolutiva*, 65, 5-9.
- COLLIGNON R., LECLERQ C., MAHY J. (1977). Etude de la séméiologie des troubles du calcul au cours de lésions corticales. *Acta Neurologica Belgica*, 77, 257-75.
- DEHAENE S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- FUSON K.C. (1988). *Children counting and concepts of number*. New York: Springer-Verlag.
- FUSON K.C. (1991). Relations entre comptage et cardinalité chez les enfants de 2 à 8 ans. In *Les chemins du nombre*, eds. J. Bideaud, C. Meljac, J.P. Fischer (Lille: Presses Universitaires de Lille).
- FUSON K.C., HALL J.W. (1983). The acquisition of early number word meaning: A conceptual analysis and review. In *The development of mathematical thinking*, ed. H.P. Ginsburg (New York: Academic Press).
- GALLISTEL C.R., GELMAN R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 44, 43-74.
- GELMAN R. (1977). How young children reason about small numbers. In *Cognitive theory*, eds. N.J. Castellan, D.B. Pisoni, G.R. Potts (Hillsdale, N.J.: Erlbaum).
- GELMAN R., GALLISTEL C.R. (1978). *The child understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- GINSBURG H.P. (1977). *Childrens arithmetic: The learning processes*. New York: Van Nostrand.
- GIRELLI L., LUCANGELI D., BUTTERWORTH B. (2000). The development of automaticity in accessing number magnitude. *Journal of Experimental Child Psychology*, 76, 104-122.
- HUGHES M. (1982). Rappresentazione grafica spontanea del numero nei bambini. *Età Evolutiva*, 12, 5-10.
- HUGHES M. (1987). I bambini ed il numero. *Età Evolutiva*, 27, 62-66.
- KAUFMAN E.L., LORD M.W., REESE T.W., VOLKMAN J. (1994). The discrimination of visual number. *American Journal of Psychology*, 62, 498-525.
- LIVERTA SEMPIO O. (1997). *Il bambino e la costruzione del numero*. Roma: La Nuova Italia Scientifica.
- LOUDEN W., HUNTER J. (1999) One hundred children: Baseline assessment of literacy in the early years of education. *Journal of Research in Reading*, 22 (1), 89-94.
- LUCANGELI D. (1999). *Il farsi e disfarsi del numero*. Roma: Borla.
- MANDLER G., SHEBO B.J. (1982). Subitizing: An analysis of its component processes. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, 1-22.
- MARKMAN E.M., SIBERT J. (1976). Classes and collections: Internal organization and resulting holistic properties. *Cognitive Psychology*, 8, 561-577.
- MCGARRIGLE J., DONALDSON M. (1975). Conservation accidents. *Cognition*, 3, 341-350.
- MECK W.H., CHURCH R.M. (1983). A mode control model of counting and timing process. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Process*, 9, 320-334.
- MEHLER J., BEVER T.G. (1978). Cognitive capacity of very young children. *Science*, 158, 151-162.
- MILLER K.F., SMITH C.M., ZHU J., ZHANG H. (1995). Preshool origins of cross-national differences in mathematical competence: The role of number-naming systems. *Psychological Science*, 6, 56-60.
- MIURA I.T., OKAMOTO Y., KIM C.C., CHANG C., STEERE M., FAYOL M. (1994). Comparisons of children's cognitive representation of number:

- China, France, Japan, Korea, Sweden and United States. *International Journal of Behavioral Development*, 17, 401-411.
- PIAGET J., SZEMINSKA A. (1941). *La genese du nombre chez l'enfant*. Neuchatel-Paris: Delachaux & Niestle (trad. it. *La genesi del numero nel bambino*. Firenze: La Nuova Italia, 1968).
- PONTECORVO C. (1985). Figure, parole, numeri: un problema di simbolizzazione. *Età Evolutiva*, 22, 5-33.
- POWER R., DAL MARTELLO F. (1990). The dictation of Italian numerals. *Language and Cognitive Processes*, 5, 237-254.
- POWER R., DAL MARTELLO F. (1997). From 834 to eighty thirty four: The reading of arabic numerals by seven year old children. *Mathematical Cognition*, 3, 63-85.
- RUMBAUGH D.M., SAVAGE-RUMBAUGH S., HEGEL M.T. (1987). Summation in the chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Process*, 13, 107-115.
- SASTRE G., MORENO M. (1976). Representation graphique de la quantité. *Bulletin de Psychologie*, 30, 346-355.
- SERON X., FAYOL M. (1994). Number transcoding in children: A functional analysis. *British Journal of Developmental Psychology*, 12, 281-300.
- SIEGAL M. (1991a). A clash of conversational worlds: Interpreting cognitive development through communication. In *Perspectives on socially shared cognition*, eds. L.B. Resnick, J.M. Levine, S.D. Teasley (Washington, D.C.: American Psychological Association), pp. 23-40.
- SIEGAL M. (1991b). *Knowing children. Experiments in conversation and cognition*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- SIMON T.J. (1997). Reconceptualizing the origins of number knowledge: A non-numerical account. *Cognitive Development*, 12, 349-372.
- SINCLAIR A., MELLO D., SIEGRIST F. (1988). La notation numerique chez l'enfant. In *La production de notations chez le jeune enfant*, ed. H. Sinclair (Paris: Presses Universitaire de France), pp. 71-97.
- SINCLAIR A., DE ZWARTH H. (1989). L'acquisizione della scrittura alfabetica e della notazione matematica. In *Il bambino inventa la scrittura*, a cura di G. Stella, F. Nardocci (Milano: Franco Angeli), pp. 85-101.
- STEFFE L. (1991). Stades d'apprentissage dans la construction de la suite des nombres. In *Les chemis du nombre*, eds. J. Bideaud, C. Meljac, J.P. Fischer (Lille: Presses Universitaires de Lille), pp. 113-132.
- STEFFE L., COBB P., VON GLASERSFELD E. (1988). *Construction of arithmetical meanings and strategies*. New York: Springer-Verlag.
- STRAUSS M.S., CURTIS L.E. (1981). Infant perception of numerosity. *Child Development*, 52, 1146-1152.
- THOMAS R.K., CHASE L. (1980). Relative numerosness judgments by squirrel monkeys. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 16, 79-82.
- VIANELLO R., MARIN M.L. (1997). *OLC Operazioni logiche e conservazione*. Bergamo: Edizioni Junior.
- WASHBURN D.A., RUMBAUGH D.M. (1991). Ordinal judgements of numerical symbols by macaques (*Macaca Mulatta*). *Psychological Science*, 2, 190-193.
- WYNN K. (1992a). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358, 749-750.
- WYNN K. (1992b). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology*, 24, 220-251.
- WYNN K. (1999). Numerical competence in infants. In *The development of mathematical skills. Study in developmental psychology*, ed. C. Donlan (Hove: Psychology Press), pp 3-25.

XU F., SPELKE E.S. (2000). Large numbers discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74, B1-B11.

[Ricevuto il 4 aprile 2000]
[Accettato il 10 febbraio 2002]

Summary. This review examines the main hypotheses on the development of numerical knowledge, that is the ability to comprehend phenomena using quantitative knowledge and the complex numerical system. This review analyses general terms of the debate regarding the relationship between numerical knowledge and other cognitive competencies, and specific hypotheses on numerical knowledge acquisition. The three main aspects considered are the development of numerical knowledge, the development of counting competencies, and the development of reading and writing numbers.

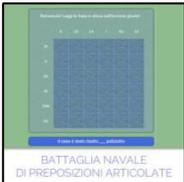
La corrispondenza va inviata a Daniela Lucangeli, Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione, Università di Padova, Via Venezia 8, 35131 Padova, e-mail: daniela.lucangeli@unipd.it

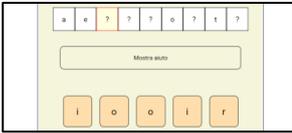
Elenco dei software gratuiti su [TrainingCognitivo.it](http://www.trainingcognitivo.it)

Pagina Facebook: <https://www.facebook.com/t.cognitivo/>

Tutti i giochi sono stati realizzati da Antonio Milanese (Logopedista)

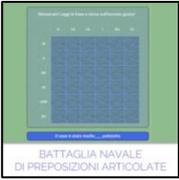
Per info e suggerimenti scrivetemi a <mailto:info@trainingcognitivo.it>

Letture e Scrittura	
<input type="checkbox"/>	 <p><u>Alternative visive</u> Scegli un tempo di esposizione e inserisci la parola target con uno o più distrattori. Lo scopo è riconoscere la parola target il più velocemente possibile evitando i distrattori Link: http://www.trainingcognitivo.it/GC/Riconosci</p>
<input type="checkbox"/>	 <p><u>Battaglia navale di preposizioni articolate</u> Scegli l'incrocio giusto tra le due preposizioni semplici e completa la frase Link: http://www.trainingcognitivo.it/GC/Battaglia</p>
<input type="checkbox"/>	 <p><u>L'impiccato</u> Il classico gioco dell'impiccato in versione digitale. È possibile scegliere la categoria e il numero di parole, nonché il livello di difficoltà Link: http://www.trainingcognitivo.it/impiccato/</p>
<input type="checkbox"/>	 <p><u>Lettere tra le stelle</u> Spegni gradualmente le luci e indovina il prima possibile la lettera formata dalle stelle! Link: http://www.trainingcognitivo.it/GC/Stelle/</p>
<input type="checkbox"/>	 <p><u>Ortografia dal dischetto</u> Scegli il gruppo ortografico e fai una sfida ai rigori. Per segnare un gol bisogna indovinare la forma corretta della parola Link: http://www.trainingcognitivo.it/GC/rigori/</p>

<input type="checkbox"/> 	<p><u>Parole a tempo</u> Trova le lettere per comporre la parola nel minor tempo possibile e avanza al livello successivo Link: http://www.trainingcognitivo.it/GC/paroleatempo/</p>
<input type="checkbox"/> 	<p><u>Passo falso</u> Un gioco di decisione ortografica; il giocatore deve scegliere la parola giusta fra tre alternative per andare avanti Link: http://www.trainingcognitivo.it/GC/passofalso/</p>
<input type="checkbox"/> 	<p><u>Read Tachistoscopio</u> Un tachistoscopio altamente personalizzabile per tipo di parole, tempo di esposizione, posizione del testo e molto altro Link: http://www.trainingcognitivo.it/Tachistoscopio</p>
<input type="checkbox"/> 	<p><u>Riconosci la parola?</u> Gioco sulla lettura globale in cui bisogna indovinare la parola nonostante alcune lettere siano mascherate Link: http://www.trainingcognitivo.it/GC/Riconoscimento/</p>
<input type="checkbox"/> 	<p><u>Sillaba per sillaba</u> Scegli una lista di parole e il tempo di esposizione; il giocatore dovrà leggere e riscrivere correttamente la parola Link: http://www.trainingcognitivo.it/Sillabe</p>
<input type="checkbox"/> 	<p><u>TrainingCognitivo App</u> Una raccolta di giochi dedicata alle regole ortografiche più difficili Link: http://www.trainingcognitivo.it/app</p>

Matematica

<input type="checkbox"/> 	<p><u>Tabelline dal dischetto</u> Una sfida ai rigori con le tabelline. Seleziona la tabellina più alta e sfida un avversario. Per segnare, clicca sul risultato corretto! Link: http://www.trainingcognitivo.it/GC/tabellinedischetto/</p>
---	---

<input type="checkbox"/> 	<p><u>ZeroVenti</u> Una serie di giochi ispirati alla linea del 20 di Camillo Bortolato per familiarizzare con somma e sottrazione entro il 20! Link: http://www.trainingcognitivo.it/GC/zeroventi/</p>
<input type="checkbox"/> 	<p><u>Battaglia navale di tabelline</u> Osserva il numero e scegli l'incrocio giusto tra i due fattori per colpire la nave! Link: http://www.trainingcognitivo.it/Tabelline/</p>
<input type="checkbox"/> 	<p><u>Conta su di me</u> Una linea dei numeri interattiva per capire il significato delle quattro operazioni Link: http://www.trainingcognitivo.it/contasudime/</p>
<input type="checkbox"/> 	<p><u>Da Zero a Cento</u> Una linea del 100 interattiva con i numeri che si accendono a seconda dell'operazione svolta Link: http://www.trainingcognitivo.it/Quantita/</p>
<input type="checkbox"/> 	<p><u>È pronta la tavola</u> Tavole pitagoriche personalizzabili e stampabili Link: http://www.trainingcognitivo.it/Tavola/</p>
<input type="checkbox"/> 	<p><u>Numeri in lettere, lettere in numeri</u> Trasforma i numeri in lettere o viceversa! Link: http://www.trainingcognitivo.it/NumeriLettere/</p>

Funzioni esecutive

<input type="checkbox"/> 	<p><u>Tutto sommato</u> Un gioco in stile PASAT in cui bisogna inserire la somma delle ultime due cifre prima che scada il tempo Link: http://www.trainingcognitivo.it/Pasat</p>
--	---

Linguaggio



OpeRAN

Gioco di denominazione rapida. Scegli le sillabe e imposta il tempo di esposizione. Infine, segnala quando il bambino ha sbagliato a denominare l'immagine.

Link: <http://www.trainingcognitivo.it/operan>

Memoria



La bandiera mancante

Osserva la successione delle bandiere e indica, volta per volta, quella che manca. Ad ogni livello si aggiunge una bandiera!

Link: <http://www.trainingcognitivo.it/GC/bandieramancante/>



Memory

Un classico memory con figure semplici da giocare in 1 contro 1

Link: <http://www.trainingcognitivo.it/GC/Memory/>

Indice

7 Prefazione (*Ciro Ruggerini*)

9 Introduzione

PRIMA PARTE – Teoria

13 CAP. 1 I prerequisiti motori della scrittura

17 CAP. 2 Guida all'uso del laboratorio grafo-motorio

SECONDA PARTE – Laboratorio grafo-motorio

23 CAP. 3 Alleniamo braccia, mani e dita

33 CAP. 4 Pregrafismi

75 CAP. 5 Giochi grafo-motori

107 CAP. 6 Alfabetiere grafo-motorio

213 CAP. 7 Giochi di sviluppo e di stimolazione dei prerequisiti motori

219 CAP. 8 Sitografia di giochi

223 Bibliografia

Introduzione

Perché un laboratorio grafo-motorio?

Il laboratorio grafo-motorio qui presentato nasce da anni di esperienza professionale in ambito riabilitativo/rieducativo, con bambini disgrafici, e in progetti didattici in scuole dell'infanzia e scuole primarie, finalizzati allo sviluppo delle abilità pregrafiche e grafiche. Il laboratorio intreccia le due dimensioni, la riabilitazione e l'educazione (intesa come didattica), sottolineandone la profonda connessione data dalla finalità comune di sviluppo delle competenze prassico-motorie e grafo-motorie, in funzione dell'acquisizione della scrittura in stampatello maiuscolo.

La letteratura ha di recente sottolineato come i programmi ministeriali del 1985 abbiano fortemente limitato l'importanza dell'aspetto grafo-esecutivo della scrittura e conseguentemente glissato sulle strategie didattiche di insegnamento/apprendimento della stessa (Blason, Borean, Bravar e Zoia, 2004; Venturelli, 2008). Porre l'accento sul fatto che «scrivere non è copiare graficamente (disegnare lettere) e non soltanto problema di manualità» (Decreto Ministeriale n. 104/1985) ha portato a focalizzare l'attenzione esclusivamente sulle componenti fonologico-linguistiche e sui contenuti, con la conseguenza che spesso si osserva nelle classi un numero molto alto di bambini con una scrittura disarmonica e con tratti apparentemente disgrafici, cosa che talvolta compromette l'obiettivo comunicativo della scrittura, il processo di autovalutazione e perfino la valutazione da parte dell'insegnante e dei pari.

Il laboratorio grafo-motorio si presenta quindi, prima ancora che per la sua valenza in ambito rieducativo, come uno strumento di insegnamento/apprendimento della scrittura nella sua componente grafo-motoria/esecutiva.

Il laboratorio pertanto deve essere avvicinato dall'insegnante in ottica formativa, per fare proprie strategie e metodologie che, indipendentemente dal percorso proposto, devono entrare in forma integrata nel programma curricolare.

Presentazione

Il testo è organizzato in due parti:

– *Prima parte: teoria*

1. I prerequisiti motori della scrittura
2. Guida all'uso del laboratorio grafo-motorio

– *Seconda parte: laboratorio grafo-motorio*

1. Alleniamo braccia, mani e dita
2. Pregrafismi
3. Giochi grafo-motori
4. Alfabetiere grafo-motorio
5. Giochi di sviluppo e di stimolazione dei prerequisiti motori
6. Sitografia di giochi



Alleniamo braccia, mani e dita

La presente sezione comprende esercizi prassico-motori relativi a gesti e a movimenti delle braccia, delle mani e delle dita, suddivisi in quattro gruppi da eseguirsi in ordine di presentazione:

	Fase di osservazione e gioco di riscaldamento	Movimenti dal globale al fine
GRUPPI	I. Gestii semplici e complessi	II. Movimenti della braccia III. Movimenti delle mani IV. Movimenti delle dita

Gli esercizi si pongono l'obiettivo di stimolare la coordinazione dinamica degli arti superiori e la motricità fine.

Modalità esecutiva

Descrizione

L'insegnante o il riabilitatore/rieducatore mostra al/i bambino/i gesti semplici e complessi e movimenti delle braccia, delle mani e delle dita; il/i bambino/i deve/ devono imitare.

Gli esercizi possono essere eseguiti in classe o in contesto riabilitativo; individualmente, in piccolo gruppo o con l'intera classe.

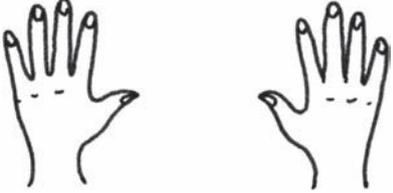
Per alcuni esercizi è richiesto un piano di appoggio (tipo tavolo o banco).

Consegna

L'insegnante o il riabilitatore/rieducatore può utilizzare come consegna la seguente frase: «Ora ti/vi mostro dei gesti che dovrai/dovrete imitare facendo la stessa cosa».

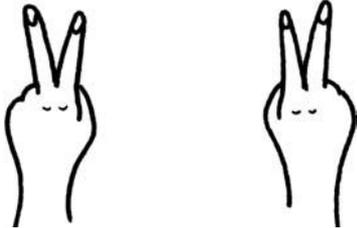
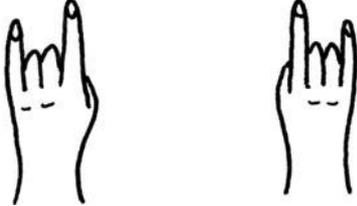
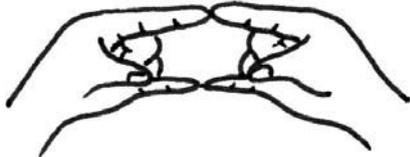
GRUPPO I – Gesti semplici e complessi

Indicazione esecutiva specifica: si sottolinea che il Gruppo I presenta *posizioni statiche* di semplice imitazione.

	Descrizione	Immagine
1	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> mani aperte; dita aperte distanti l'una dall'altra.</p>	
2	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> mani aperte; dita aperte che si toccano.</p>	
3	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> mani chiuse a pugno con pollice all'interno.</p>	
4	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> mani chiuse a pugno con pollice all'esterno.</p>	
5	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> mostrare singolarmente pollici/indici/medi/anulari/mignoli.</p>	
6	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> giustapporre pollice con pollice e indice con indice (segno del «rombo»).</p>	

(continua)

(continua)

	Descrizione	Immagine
7	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> aperti indici e medi (segno della «vittoria»).</p>	
8	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> aperti mignoli e indici (segno delle «corna»).</p>	
9	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> aperti mignoli e indici (segno delle «corna»); giustapporre mignolo con mignolo e indice con indice.</p>	
10	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> aperti mignoli e indici (segno delle «corna»); giustapporre mignolo destro con indice sinistro e indice destro con mignolo sinistro.</p>	
11	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> giustapporre pollice con pollice e mignolo con mignolo.</p>	
12	<p><i>Posizione:</i> in piedi o seduti; gomiti flessi; braccia lungo i fianchi.</p> <p><i>Gesto:</i> far scivolare una mano verso l'altra bloccando i 2 pollici (segno delle «ali»).</p>	



Pregrafismi

Questa sezione presenta tre tipologie di giochi grafo-motori di base: tracciati, parallele e cerchiare in sequenza figure, numeri o lettere.

Modalità esecutiva

Presentazione schede

L'insegnante o il riabilitatore/rieducatore presenta al/i bambino/i le schede, invitando a osservare l'esempio posto in alto. Si consiglia di mostrare l'esecuzione di una scheda a titolo esemplificativo.

Gli esercizi possono essere eseguiti in classe o in contesto riabilitativo; individualmente, a piccolo gruppo o con l'intera classe.

In fase prescolare e anche nell'ambito di un programma riabilitativo/rieducativo, le schede inizialmente devono essere *ingrandite su fogli A3*, mentre possono essere utilizzate a dimensione originale per un percorso rivolto alla prima classe della scuola primaria. Anche in quest'ultimo caso possono però valere le stesse indicazioni di ingrandimento, qualora si rilevino difficoltà nel controllo grafo-motorio.

Le schede prevedono l'esecuzione con uno strumento grafico.

Regole generali

Per tutte le tipologie di esercizi devono essere seguite alcune regole generali che rendono più efficaci gli esercizi in termini di stimolazione delle abilità grafo-motorie e dei prerequisiti relativi.

1. *Pregrafismo in verticale*: il foglio deve essere appeso in verticale (su muro o su cavalletto da pittura) all'altezza delle spalle del bambino, che deve rimanere in piedi.
2. *Postura*: il bambino deve impugnare lo strumento di scrittura indicato rispettando la giusta impugnatura («a tre dita») e tenendo il braccio teso; il pollice e l'indice devono essere perpendicolari al piano. Durante l'esecuzione vi deve essere un movimento di polso e non di braccio.

3. *Tratto continuo*: durante l'esecuzione dell'esercizio, lo strumento di scrittura non deve mai essere staccato dal foglio fino al termine della riga (tratto continuo), tranne che nelle schede dove vi sono delle forme chiuse.
4. *Aiuti permessi*: nel caso in cui l'esercizio sia eccessivamente faticoso, si può prevedere di svolgere l'esercizio seduti oppure un adulto può sorreggere il braccio.

Strumenti di scrittura

Per tutte le tipologie di esercizi, in rapporto all'età dei bambini e al grado di difficoltà (in ambito riabilitativo/rieducativo), si possono utilizzare gli strumenti di scrittura di seguito riportati in ordine dal più semplice al più complesso in relazione al controllo motorio necessario:

- dito
- pennello senza colore
- pennello con colore
- pennarello grande
- pennarello piccolo
- matita (HB)
- pastello a cera
- pastello.

Importante: l'attenzione deve essere rivolta alla modalità esecutiva, non al risultato.

Tipologie di giochi grafo-motori di base

Tipologia I: tracciati

Al bambino viene chiesto di ricalcare i tracciati dati, rispettando le regole generali.

Tipologia II: parallele

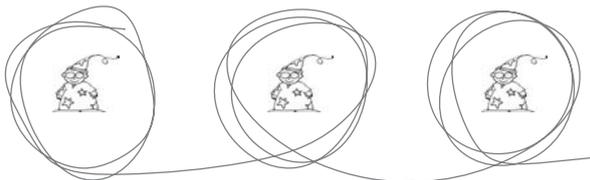
Al bambino viene chiesto di disegnare specifici tracciati, come indicato dall'esempio in alto nelle schede, rispettando le seguenti regole:

1. tutte le regole generali;
2. mantenere il tracciato dentro le due righe parallele, toccandole con il tratto.

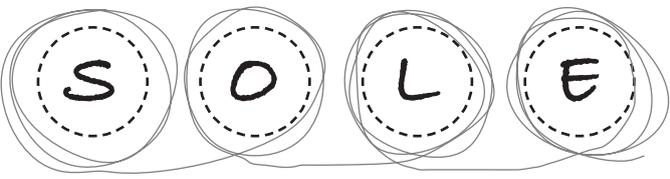
Tipologia III: cerchiare figure, numeri e lettere

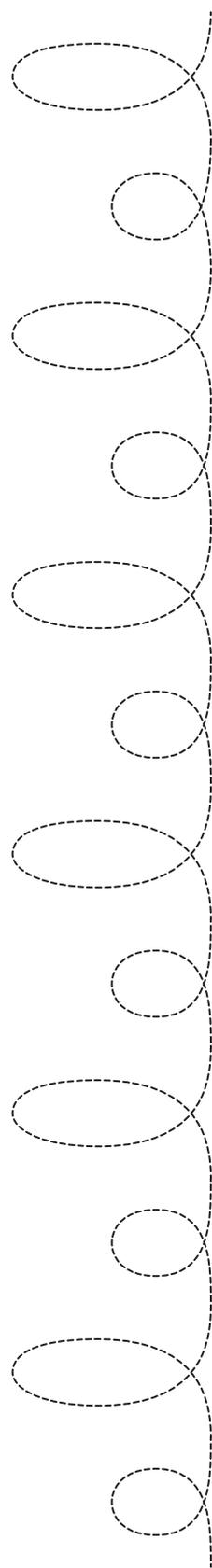
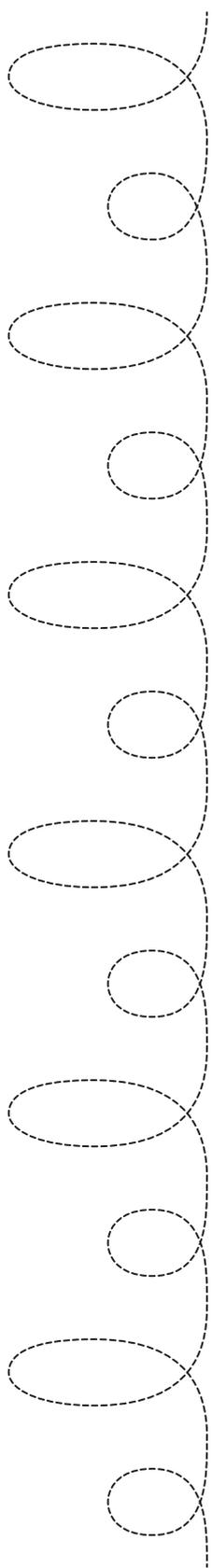
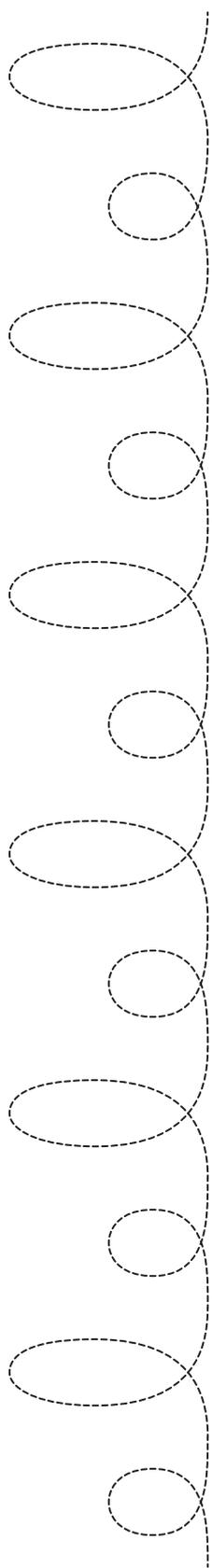
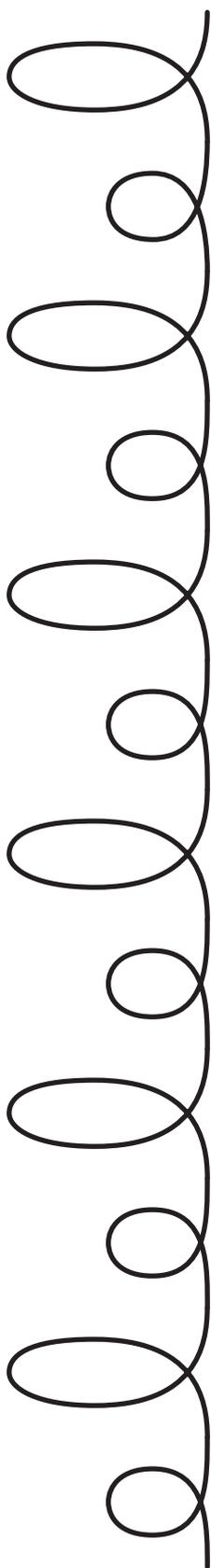
Al bambino viene chiesto di cerchiare in sequenza da sinistra a destra le figure, i numeri e le lettere (di parole) rispettando le seguenti regole:

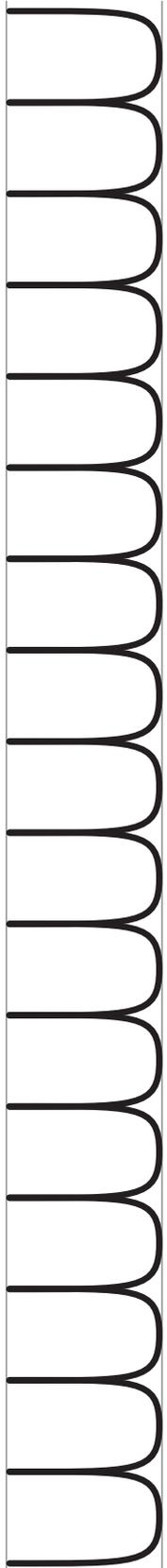
1. tutte le regole generali;
2. verso di scrittura antiorario.

	MODALITÀ ESECUTIVA	ESEMPIO
FIGURE	Cerchiare in sequenza da sinistra a destra le figure date.	
	<i>Sequenza di 3 elementi: cerchiare 10 volte ogni elemento.</i>	
	<i>Sequenza di 5 elementi: cerchiare 6 volte ogni elemento.</i>	
	<i>Sequenza di 8 elementi: cerchiare 4 volte ogni elemento.</i>	
	<i>Sequenza di 10 elementi: cerchiare 3 volte ogni elemento.</i>	

	MODALITÀ ESECUTIVA	ESEMPIO
NUMERI	Cerchiare in sequenza da sinistra a destra i numeri dati.	
	<i>Sequenza di 3 elementi: cerchiare 10 volte ogni elemento.</i>	
	<i>Sequenza di 5 elementi: cerchiare 6 volte ogni elemento.</i>	
	<i>Sequenza di 8 elementi: cerchiare 4 volte ogni elemento.</i>	
	<i>Sequenza di 10 elementi: cerchiare 3 volte ogni elemento.</i>	

	MODALITÀ ESECUTIVA	ESEMPIO
LETTERE	Cerchiare in sequenza da sinistra a destra le lettere (di parole). Sono presentati 3 modelli: uno per parole bisillabe (4 lettere), uno per bisillabe complesse (5 lettere) e uno per trisillabe (6 lettere). L'insegnante o il riabilitatore può comporre i modelli a proprio piacere inserendo le lettere nei cerchi tratteggiati.	
	<i>Parole di 4 lettere: cerchiare 7 volte ogni elemento.</i>	
	<i>Parole di 5 lettere: cerchiare 6 volte ogni elemento.</i>	
	<i>Parole di 6 lettere: cerchiare 5 volte ogni elemento.</i>	







Giochi grafo-motori

La sezione comprende esercizi presentati in chiave ludica, che devono essere utilizzati in alternanza agli esercizi delle sezioni 1 e 2 (capitoli 3 e 4), in ambito riabilitativo/rieducativo o anche come percorso specifico per la scuola dell'infanzia.

Questa sezione ha un personaggio, un mago, che accompagna i bambini nel percorso stesso.

La compresenza di brevi filastrocche sul tema può favorire un approccio giocoso e misterioso alla scoperta di una consegna che può essere decodificata direttamente con una partecipazione attiva dei bambini.

In particolare nella scuola dell'infanzia questo permette un uso creativo dello strumento, che potrebbe essere introdotto ponendo domande-stimolo («Secondo voi cosa dobbiamo fare? Cosa ci chiede di fare il maghetto?»).

La domanda-stimolo ha la funzione di attivare il *conflitto cognitivo* (dal concetto di «conflitto socio-cognitivo» in Bruner, 2000), grazie al quale l'interpretazione della consegna diviene frutto di un'«impresa collettiva», permettendo l'incontro dei molteplici punti di vista di cui i bambini sono portatori.

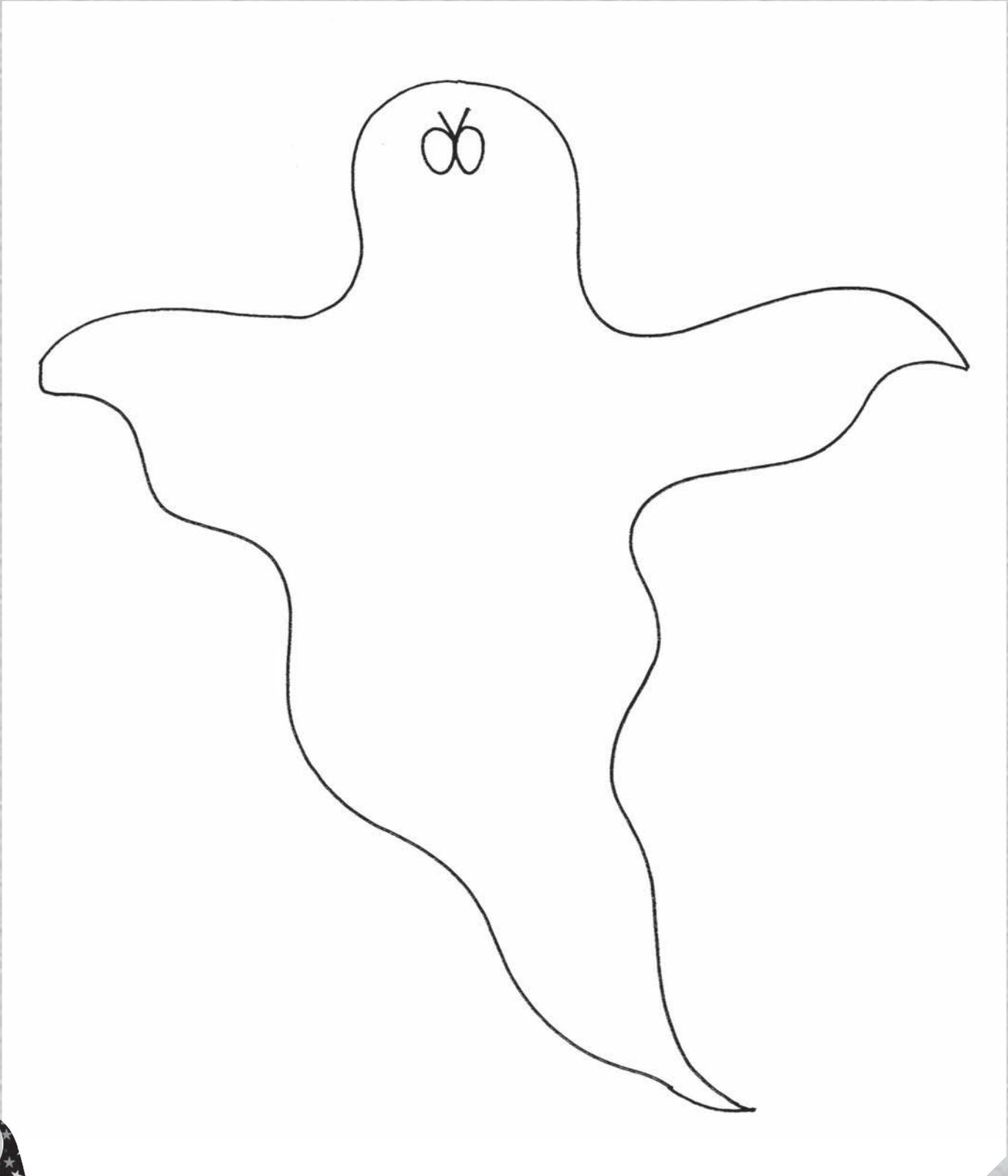
Una metodologia partecipata favorisce una scoperta spontanea del «magico» mondo della scrittura e dei suoi strumenti. In tal modo, la ripetitività di uno strumento tecnico può essere inclusa in un percorso di senso, un senso altro da quello proprio di sviluppo di prerequisiti funzionali, dando conseguentemente spazio alla creatività e all'«eccezionalità dei bambini (Frabboni e Pinto Minerva, 2003).

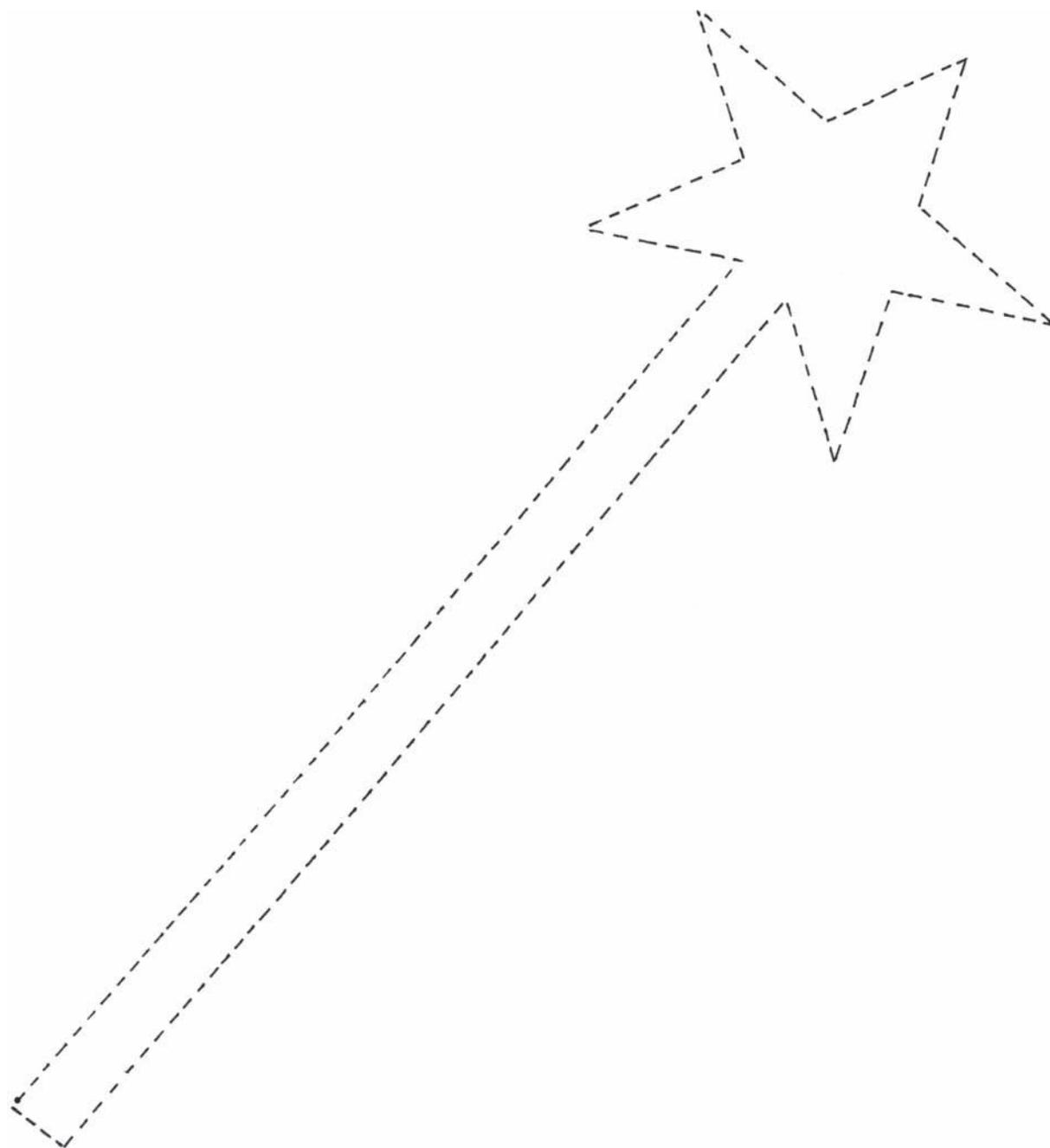
Modalità esecutiva

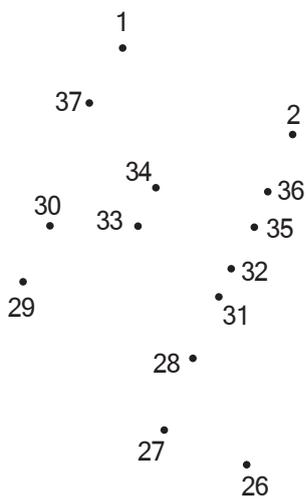
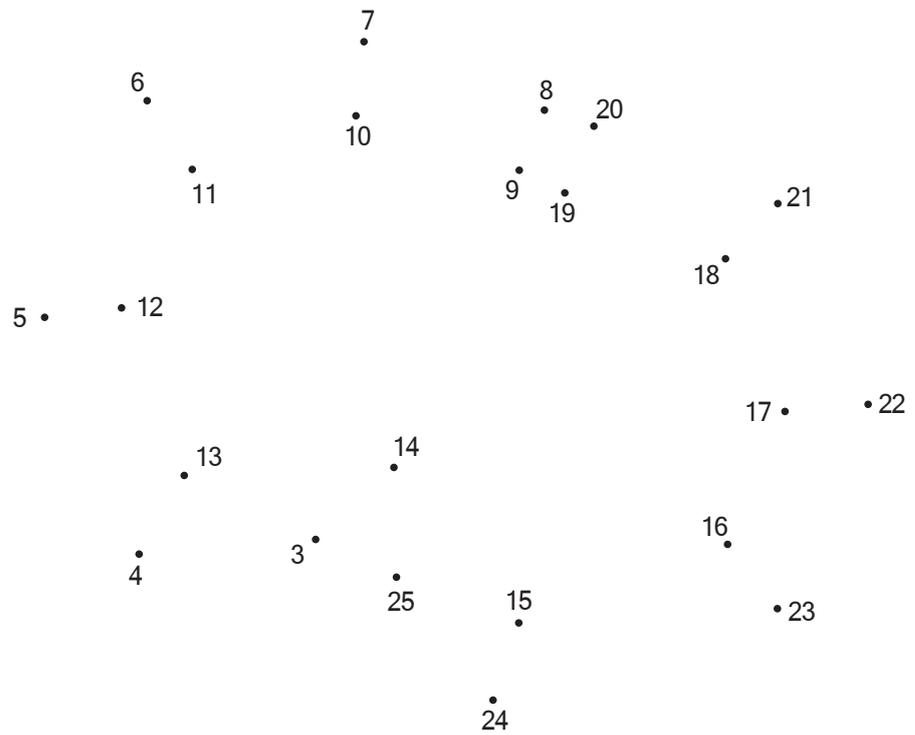
Presentazione schede

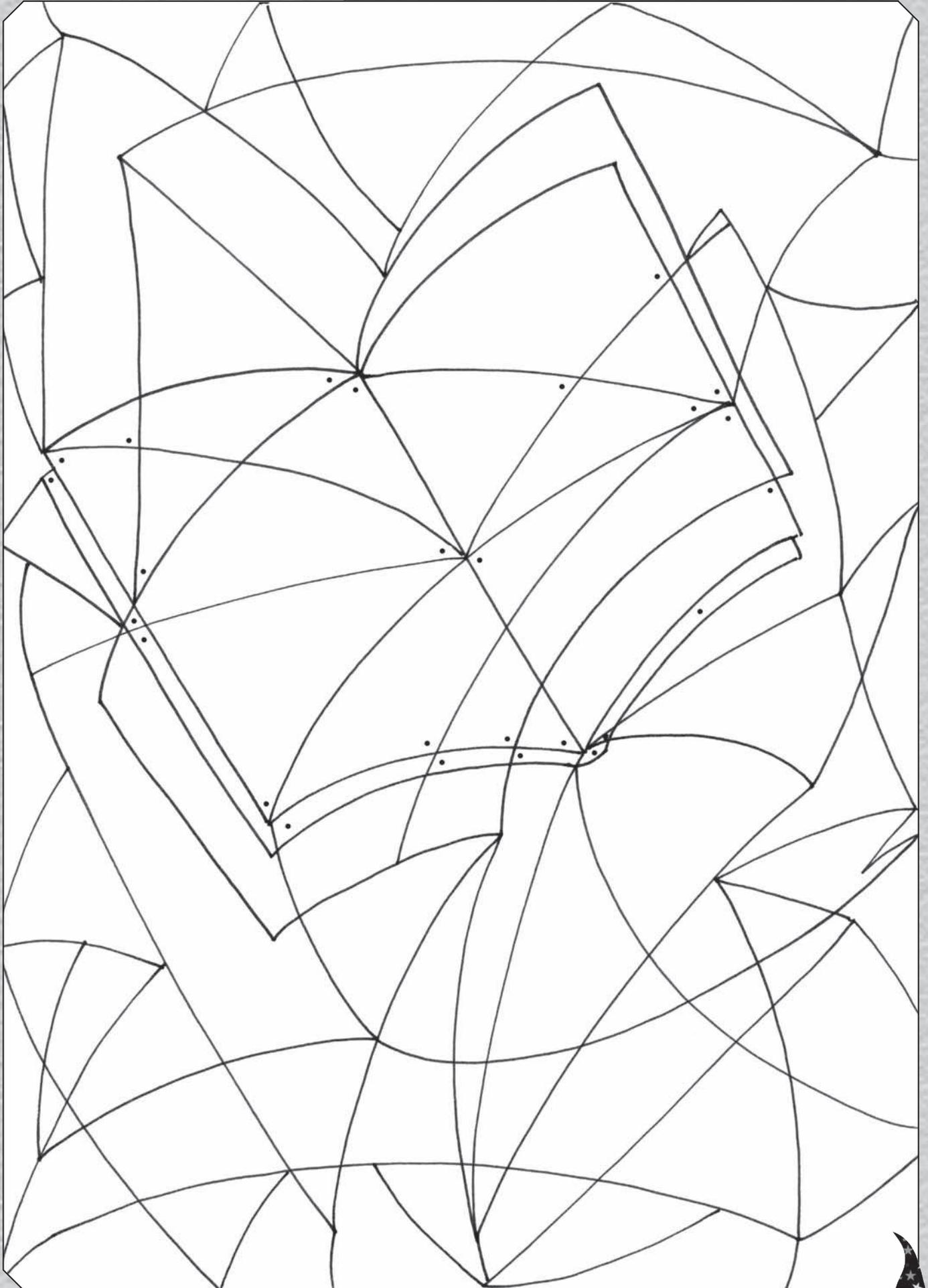
La sezione comprende quattro tipologie di giochi:

1. *Campiture*: il compito consiste nel «colorare» le figure con modalità differenti (figura 5.1).
- 2.1. *Ricalco* (per la scuola dell'infanzia)
- 2.2. *Unire numeri in sequenza* (per la scuola primaria)
3. *Annerire spazi*
4. *Percorsi*.











Alfabetiere grafo-motorio

La sezione presenta l'alfabeto utilizzando l'allografo dello stampatello maiuscolo.

Tale carattere, indipendentemente dallo sviluppo della scrittura nelle sue componenti ortografiche e lessicali, è importante anche come stimolo per lo sviluppo della coordinazione oculo-manuale.

L'alfabetiere è strutturato sequenzialmente per stimolare diverse aree:

- propriocezione, intesa come «sentire» il movimento (scheda 1: *Ricalco a dita*);
- percezione visiva (scheda 2: *Puzzle*);
- integrazione delle aree visuo-percettive-motorie (schede dalla 3 alla 8).

La modalità proposta lavora proprio sulle caratteristiche intrinseche di questo carattere, consistenti in:

- cambi di direzione;
- organizzazione sequenziale.

L'alfabetiere grafo-motorio rinforza il riconoscimento visuo-percettivo dei singoli grafemi. Può naturalmente essere utilizzato anche in abbinamento ad attività fonologiche.

Modalità esecutiva

Presentazione schede

L'alfabetiere comprende per ciascuna lettera 8 schede:

- scheda 1: *Ricalco a dita* (lettera per il ricalco a dita)
- scheda 2: *Puzzle* (puzzle della lettera, da ritagliare, ricomporre e incollare)
- scheda 3: *Tratteggio*
- scheda 4: *Tratteggio a scomparsa*
- scheda 5: *Unire i punti*
- scheda 6: *Tratteggio – piccolo*
- scheda 7: *Unire i punti – piccolo*
- scheda 8: *Tratteggio a scomparsa – piccolo*

Gli esercizi sono pensati per la prima classe della scuola primaria o in contesto riabilitativo/rieducativo. Le schede potrebbero essere utilizzate anche nella scuola dell'infanzia ma esclusivamente per la componente grafo-motoria ed eventualmente anche percettiva, escludendo qualsiasi ipotesi di approccio anticipato alla lettura. In tal caso sarebbero da inserire in un percorso di senso che renda significativa un'esecuzione di schede.

Formato grande: in un programma riabilitativo le schede possono essere ulteriormente ingrandite su fogli A3.

Regole generali

Le schede relative a ciascuna lettera devono essere presentate nella sequenza data.

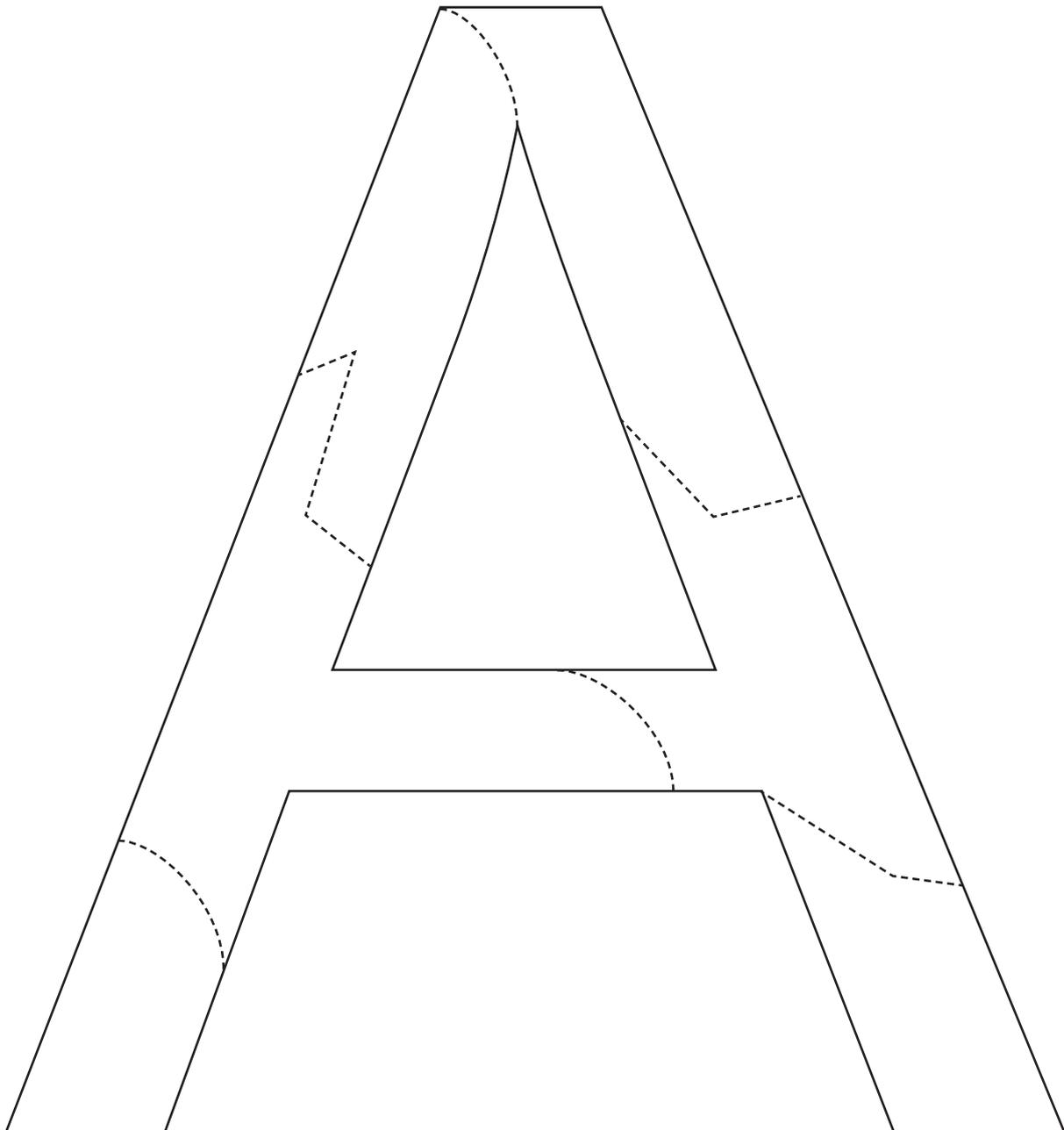
Deve sempre essere rispettata, nell'esecuzione di ogni singola lettera, la direzione (indicata con frecce) e la sequenza di esecuzione (indicata con numeri progressivi).

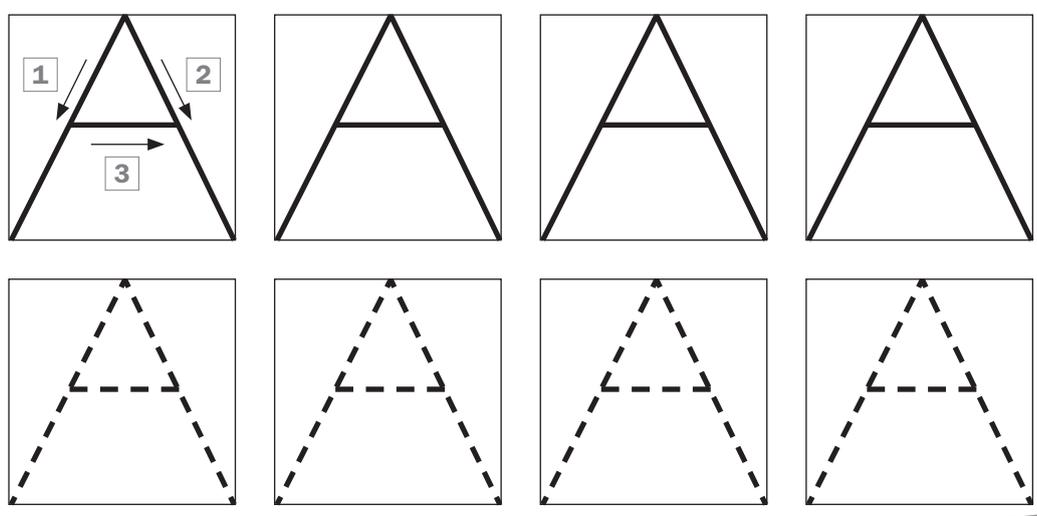
Strumenti di scrittura

Per tutte le tipologie di esercizi, in rapporto all'età dei bambini e al grado di difficoltà, si possono utilizzare gli strumenti di scrittura di seguito riportati in ordine dal più semplice al più complesso in relazione al controllo motorio necessario e al grado di scorrevolezza dello strumento stesso sul foglio di lavoro:

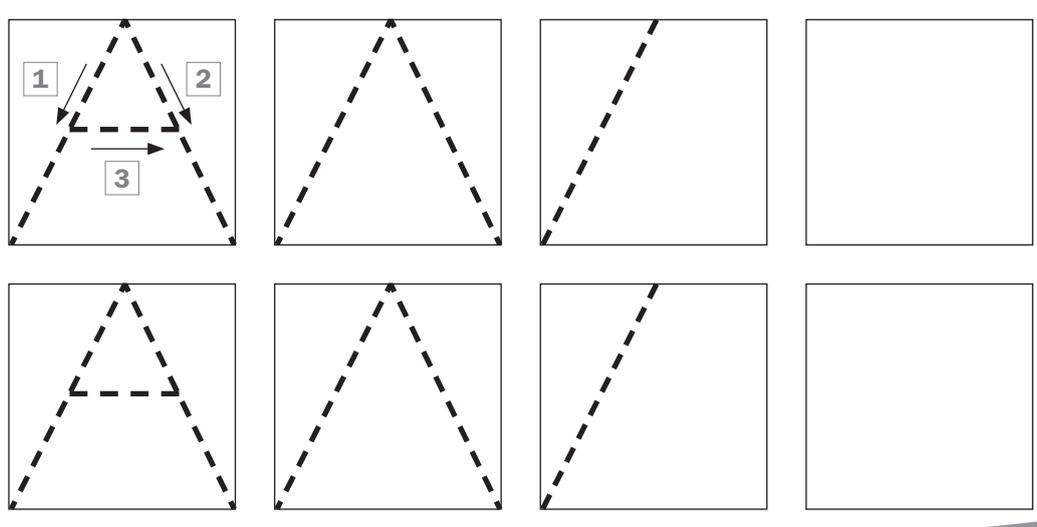
- dito (solo la scheda 1)
- pennarello grande (solo per il formato medio o grande)
- pennarello piccolo
- matita (HB).



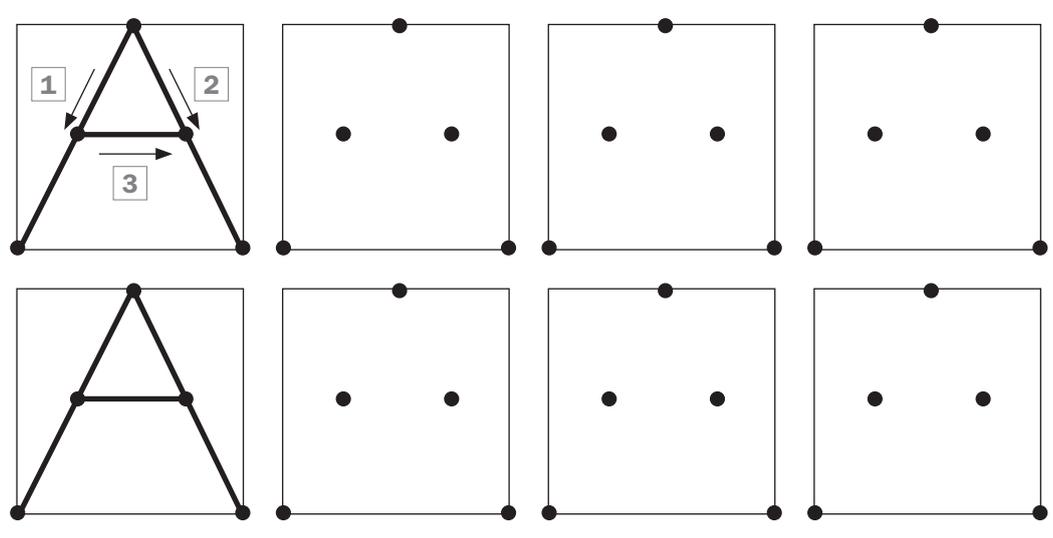




4. **Tratteggio a scomparsa**



5. **Unire i punti**



A	A	A	A	A	A	A	A		
A	A	A	A	A	A	A	A		
A	A	A	A	A	A	A	A		

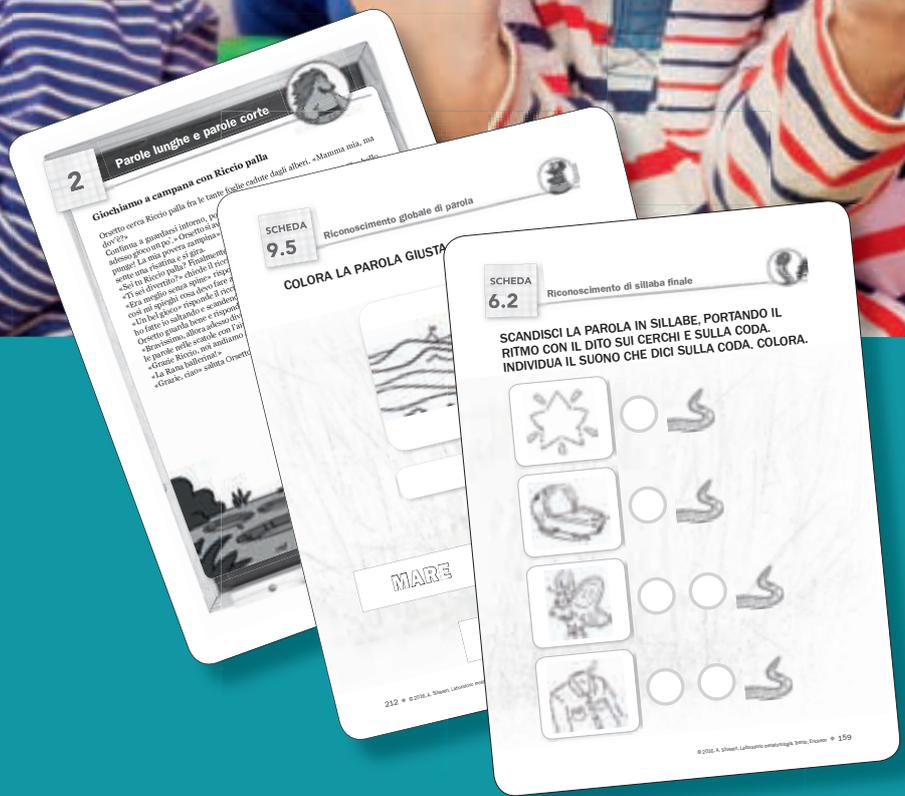
7. Unire i punti - piccolo

A	A	A	A	A	A	A	A		
A	A	A	A	A	A	A	A		
A	A	A	A	A	A	A	A		

8. Tratteggio a scomparsa - piccolo

A	A	A	A	/	/	.	.		
A	A	A	A	/	/	.	.		
A	A	A	A	/	/	.	.		





Angela Silvestri

LABORATORIO METAFONOLOGIA

Giochi e attività per l'avviamento alla letto-scrittura

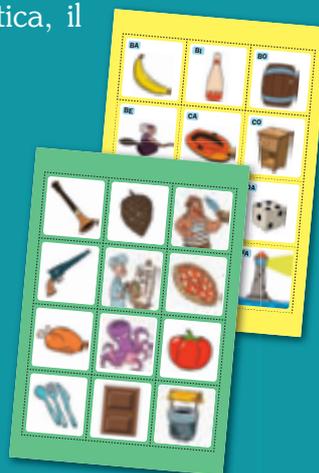
iMATERIALI

Erickson

La proposta di un laboratorio metafonologico alla scuola dell'infanzia nasce dalla necessità di avvicinare tutti i bambini in maniera adeguata alla letto-scrittura e di cogliere e recuperare precocemente eventuali difficoltà.

Destinato all'intera sezione e di impronta didattica, il percorso si articola in 9 fasi di lavoro:

- segmentazione di parola
- parole lunghe e parole corte
- riconoscimento di sillaba iniziale
- associazione di parole che iniziano con la stessa sillaba
- discriminazione di suoni simili
- riconoscimento di sillaba finale
- associazione di rime
- denominazione veloce di figure
- riconoscimento globale di parola.



Motivazione e partecipazione attiva vengono stimulate e mantenute attraverso la narrazione della storia del simpatico Orsetto pasticciatore, che fa da filo conduttore all'intero percorso, oltre ad attività motorie e di manipolazione, e a tanti giochi divertenti da fare con le 250 carte a colori allegate al volume.

Completano l'opera alcune griglie per l'osservazione della scrittura spontanea e per la rilevazione delle abilità fonologiche.

ISBN 978-88-590-1106-4



9

€ 21,50

libro + allegati
indivisibili

Indice

- 7 Introduzione
- 33  1 Segmentazione di parola
- 45  2 Parole lunghe e parole corte
- 67  3 Riconoscimento di sillaba iniziale
- 89  4 Associazione di parole che iniziano con la stessa sillaba
- 125  5 Discriminazione di suoni simili
- 157  6 Riconoscimento di sillaba finale
- 179  7 Associazione di rime
- 201  8 Denominazione veloce di figure
- 207  9 Riconoscimento globale di parola

- accoppiamento di parole con sillabe uguali;
- riconoscimento di sillaba finale;
- riconoscimento e accoppiamento di rime;
- discriminazione di coppie minime (*palla/balla*).

La fonologia analitica si occupa invece di:

- spelling;
- delezione consonantica e sillabica («Dimmi *coro* senza *c*, *carota* senza *ta*»);
- spoonerismo (invertendo le lettere iniziali di *duna/lente* si ottengono altre due parole di senso compiuto: *luna/dente*);
- riconoscimento e produzione di rime;
- accesso lessicale con facilitazione fonemica («Dimmi tutte le parole che conosci che iniziano con *p*»).

La struttura dell'opera

Il percorso proposto in questo volume prevede un personaggio guida, Orsetto pasticcione, che interagisce con i bambini e li guida alla scoperta dei suoni delle parole. Per rendere gli alunni più partecipi, si possono costruire la marionetta dell'orsetto e le sagome degli altri animali. Per l'orsetto si riporta la sagoma (fornita a p. 26) su un rettangolo di pannolenci, messo a doppio, di colore marrone, si ritaglia e si cuce, lasciando aperta la parte inferiore per introdurre la mano e animare la marionetta. Per gli occhi si ritagliano due ovali di pannolenci bianco e due di pannolenci nero per la pupilla, per il naso un triangolo rosa e degli ovali rosa per l'interno delle zampe e delle orecchie. Si incolla il tutto con colla a caldo. Per gli animali del bosco, si ritagliano le immagini fornite in allegato e le si fissa con la colla a caldo su una stecca di legno come quella dei gelati.

Nella tabella 1 sono sintetizzati i materiali necessari allo svolgimento delle varie attività.

TABELLA 1
Materiali necessari

Cerchi
Scatole da scarpe
Tempere di colore blu, rosso, marrone, verde, giallo
Pennelli
Pennarelli, matite e altri materiali per colorare
Cartoncini bristol 70 x 50 bianchi e colorati
Fogli A3 e A4
Disegni di foglie
Carta da sottoparati
Pannolenci marrone, bianco, nero, rosa
Stecche di gelato
Colla a caldo
Velcro
Nastro adesivo
Gesso da pavimento bianco o anche colorato

Il percorso è diviso in fasi, ognuna delle quali prevede l'acquisizione di un'abilità metafonologica, che viene introdotta da un dialogo tra l'orsetto e un animale del bosco.

Le attività vanno svolte secondo la successione data, sia per ogni sezione sia all'interno delle sezioni, perché rispondenti a una crescente difficoltà. È più corretto presentare prima la segmentazione di parola e poi l'identificazione dei singoli suoni all'interno di essa, perché la prima è propedeutica alla seconda. All'interno di ogni attività, inoltre, vengono presentate prima parole bisillabe, poi trisillabe e infine quadrisillabe.

Per la discriminazione di suoni diversi vengono proposti prima i suoni con numerosi tratti distintivi (ad esempio *p/f*, *l/g*); le consonanti che si distinguono solo per la sonorizzazione (*p/b*, *t/d*, *k/g*, *l/r*, *f/v*) vengono introdotte dopo che i bambini hanno acquisito la capacità di associare suoni uguali in parole diverse. Particolare attenzione va posta alla presenza di difficoltà nella distinzione di suoni simili, perché è una delle componenti maggiormente deficitarie nei bambini con difficoltà di apprendimento.

L'insegnante può drammatizzare l'introduzione ai giochi utilizzando le immagini dei vari personaggi (in allegato) e facendo quindi eseguire a Orsetto una prova dell'attività come esempio.

È importante presentare le varie fasi leggendo il brano della storia a tutta la sezione e preparando insieme i materiali per le attività descritte di seguito, da svolgere prima con l'intera sezione e poi — dove sono previste — con gruppi più piccoli, come specificato di volta in volta.

Svolte queste attività e i giochi descritti più avanti (paragrafo «Gli allegati»), e dunque quando i bambini hanno compreso il meccanismo del compito, si introducono le schede, sulle quali lavoreranno da soli. Il lavoro autonomo permetterà di verificare il livello di apprendimento raggiunto.

1. Segmentazione di parola: saltiamo come grilli

Animale protagonista: Grillo salterino
Materiali occorrenti: cerchi

Con questa attività si introducono i salti nei cerchi per segmentare le parole in sillabe; l'esercizio può essere ripetuto con il battito delle mani o di un tamburo.

Con tutta la sezione. L'insegnante mette due cerchi a terra, per parole bisillabe, e salta con Orsetto pasticciando per dare un esempio di segmentazione sillabica. Poi invita i bambini a saltare e scandire le parole bisillabe da lei suggerite. Continua poi con tre cerchi per le parole trisillabe e quattro per le quadrisillabe.

Fa riflettere i bambini sul fatto che le parole possono essere divise in piccoli pezzi.

2. Parole lunghe e parole corte: giochiamo a campana con Riccio palla

Animale protagonista: Riccio palla
Materiali occorrenti: cartoncini colorati, carta da sottoparati, forbici, pennarelli, gesso, carte allegare (serie verde)

Con tutta la sezione. Per questa attività l'insegnante prepara preliminarmente:

- dei cartoncini colorati sui quali disegna con i pennarelli varie orme;
- un foglio di carta da sottoparati su cui disegna file di cinque quadrati.

Insieme ai bambini ritaglia le orme. I bambini scandendo la parola in sillabe mettono un'orma in ogni quadrato e si contano le orme per ogni parola.

Con piccoli gruppi (12 bambini). Si introduce il gioco della campana per avere la percezione visiva della diversa lunghezza delle parole. L'insegnante con il gesso traccia a terra cinque file di cinque quadrati. Consegna al primo bambino una carta (della serie con cornice verde allegata) e lo invita a saltare nella prima fila di quadrati, scandendo la parola in sillabe, e a mettere la carta nel quadrato dove arriva. Si va avanti così per tutte e cinque le file. Infine l'insegnante invita il gruppo a osservare le file e a discutere sulla diversa lunghezza delle parole: qual è la più lunga e quale la più corta, quanti quadrati per ogni parola.

3. Riconoscimento di sillaba iniziale: un salto di rana sulla foglia

Animale protagonista: Rana ballerina

Materiali occorrenti: cartoncino bianco, tempera verde, nastro adesivo

Con tutta la sezione. Per questa attività l'insegnante prepara preliminarmente una grande foglia di cartoncino bianco. La colora insieme ai bambini con e la tempera verde. Una volta realizzata la foglia, la mette a terra e la fissa con del nastro adesivo per evitare che scivoli. A turno i bambini, saltando, individueranno prima la sillaba iniziale del proprio nome e poi quella delle parole suggerite dall'insegnante, parole che saranno composte da sillabe semplici; si evitano perciò parole con suoni complessi come *scoiattolo* o *stanza*.

4. Parole che iniziano con la stessa sillaba: le scatole delle parole

Animale protagonista: Gufo professore

Materiali occorrenti: scatole da scarpe, pittura rossa e blu, pennelli, velcro, carte allegata (serie verde)

Con tutta la sezione. L'insegnante prende due scatole di scarpe, pitture rossa e blu e pennelli. Dice ai bambini che insieme prepareranno le scatole dove conservare le parole.

Con piccoli gruppi (12 bambini). Dipinte le scatole una di rosso e una di blu, l'insegnante sceglie due gruppi di figure con sillaba iniziale diversa (della serie con cornice verde allegata), supponiamo *pa* e *te*. Si raccomanda di iniziare con gruppi di sillabe che hanno sia consonante che vocale diverse, come ad esempio *mo/ta*, *fa/li*, ecc., passando in un secondo momento a quelle con la stessa vocale — ad esempio *ma/fa* — e solo alla fine ai suoni simili *la/ra*, *po/bo*, ecc. L'insegnante attacca con il velcro su una scatola una figura che inizia con la prima sillaba — ad esempio l'immagine della palla — e sull'altra una figura che inizia con la seconda sillaba — ad esempio l'immagine della tenda. Distribuisce quindi le altre carte ai bambini, che a turno decidono qual è la scatola della loro immagine e la mettono al suo interno.



Saltiamo come grilli

Orsetto cammina nel bosco alla ricerca di qualcuno che lo aiuti a rimettere le parole nelle scatole. Mentre fischietta — fiiu fiiu fiiu [l'insegnante modula con i bambini] — vede Grillo salterino, che subito si avvicina a lui.

«Ciao grillo» dice Orsetto. «Ciao» risponde affannato il grillo. E continua: «Mi manda la Maestra talpa. Ha detto che per rimettere le parole nelle scatole devi farti aiutare dagli animalletti che incontrerai e giocare con i tuoi amici bambini».

«Bellissimo» dice Orsetto contento; poi un po' meravigliato chiede: «Ma la Maestra talpa come fa a sapere che ho combinato un pasticcio!?».

«Come fa!?» risponde il grillo. «Ha visto volare tutte le parole per il bosco!»

Orsetto diventa un po' rosso e balbetta: «Eh insomma, sai... i sassi...».

«Non ti preoccupare: cominciamo subito. La prima cosa da fare è saltare nei cerchi e dire le parole saltando. Ad esempio salta nei cerchi e di' pa-ta-ta.»

Orsetto salta e ripete pa-ta-ta.

«Bravissimo. Hai sentito? Le parole sono fatte di piccoli pezzetti, sai puoi farlo anche battendo le mani o un tamburo. Quando hai finito devi andare a cercare Riccio palla che ti dirà come dividere le parole nelle scatole. Ciao!»

Orsetto è contento perché c'è qualcuno che lo aiuta e soprattutto perché può giocare insieme ai bambini.



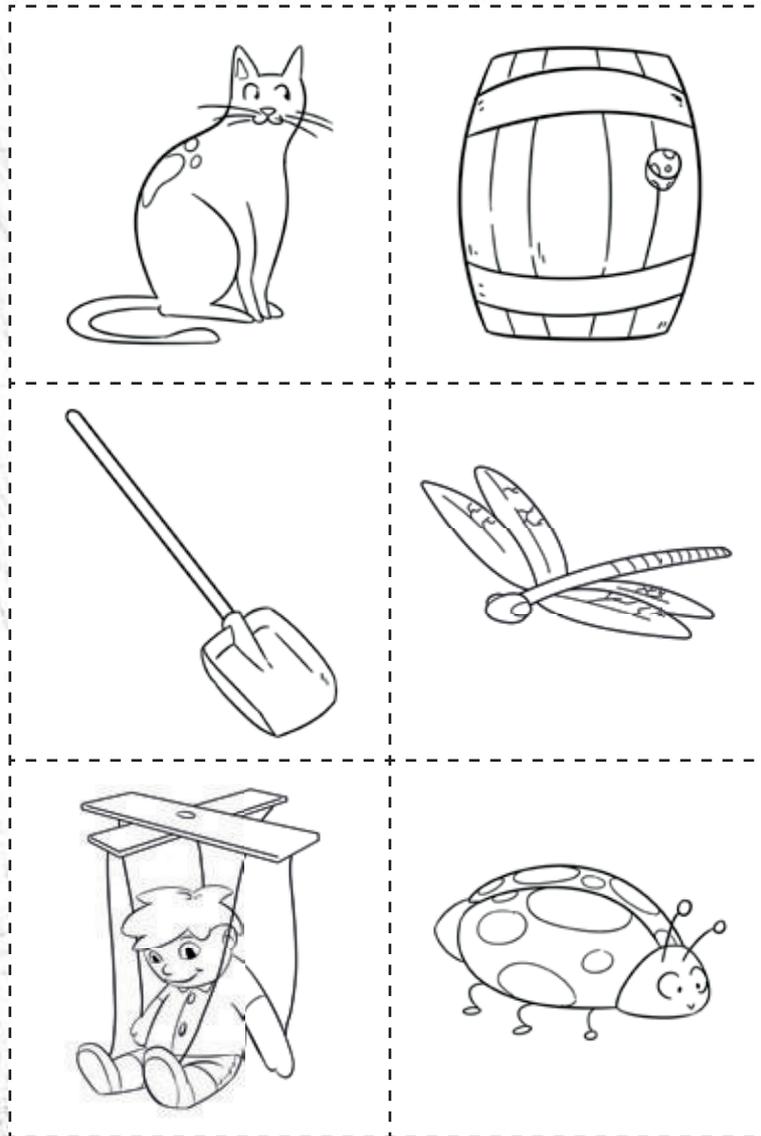


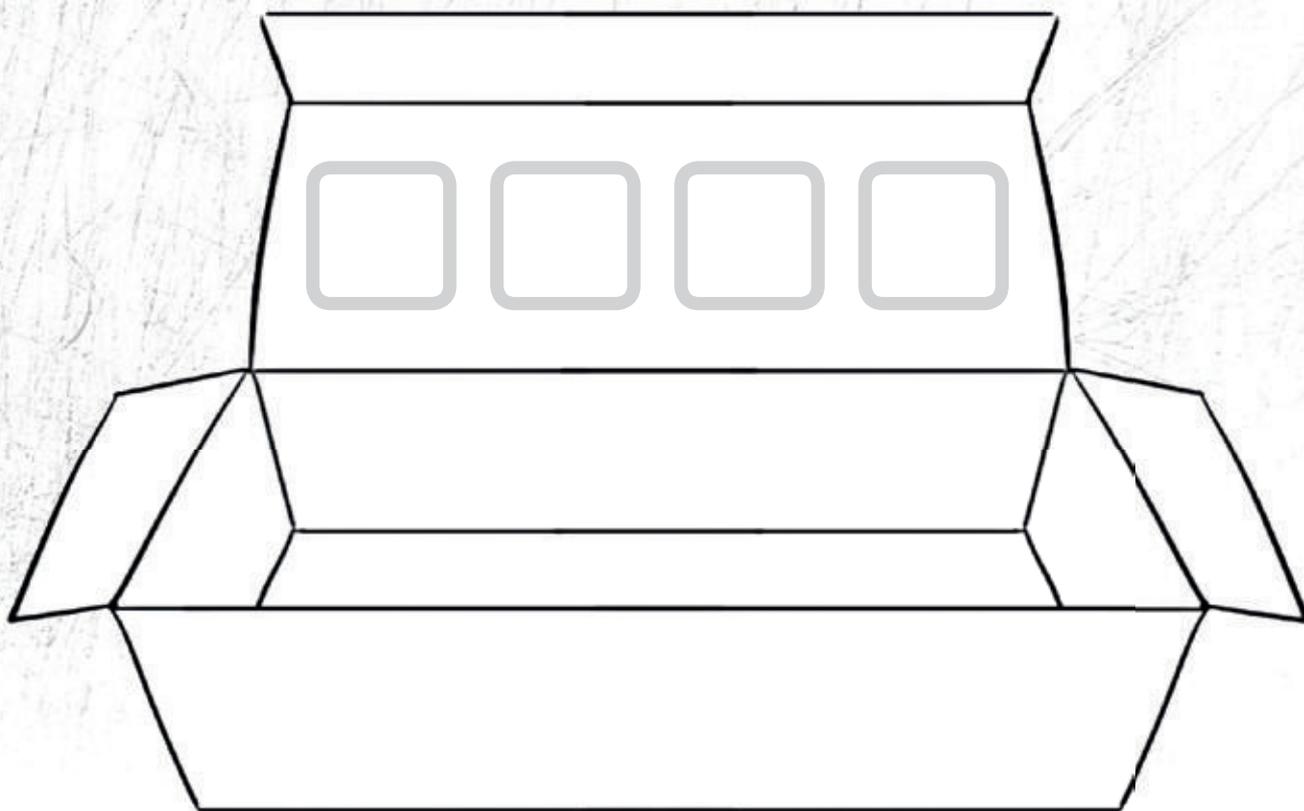
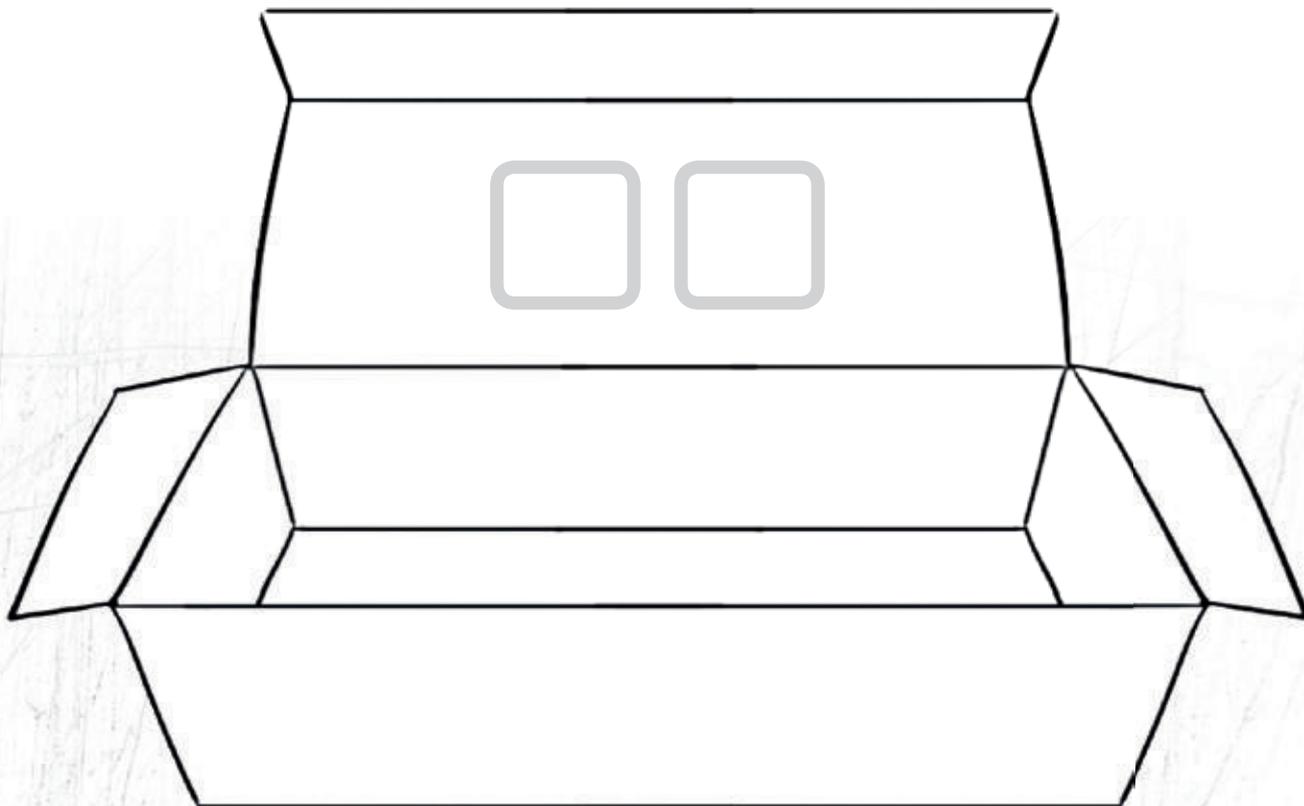
SCANDISCI LA PAROLA IN SILLABE, PORTANDO IL RITMO CON IL DITO SUI CERCHI, POI COLORA.





COLORA, RITAGLIA E INSERISCI NELLA SCATOLA GIUSTA.





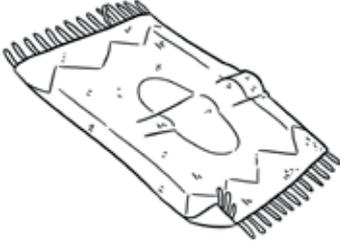


TOCCA LA FOGLIA PRONUNCIANDO LA PRIMA SILLABA DELLA PAROLA. COLORA.

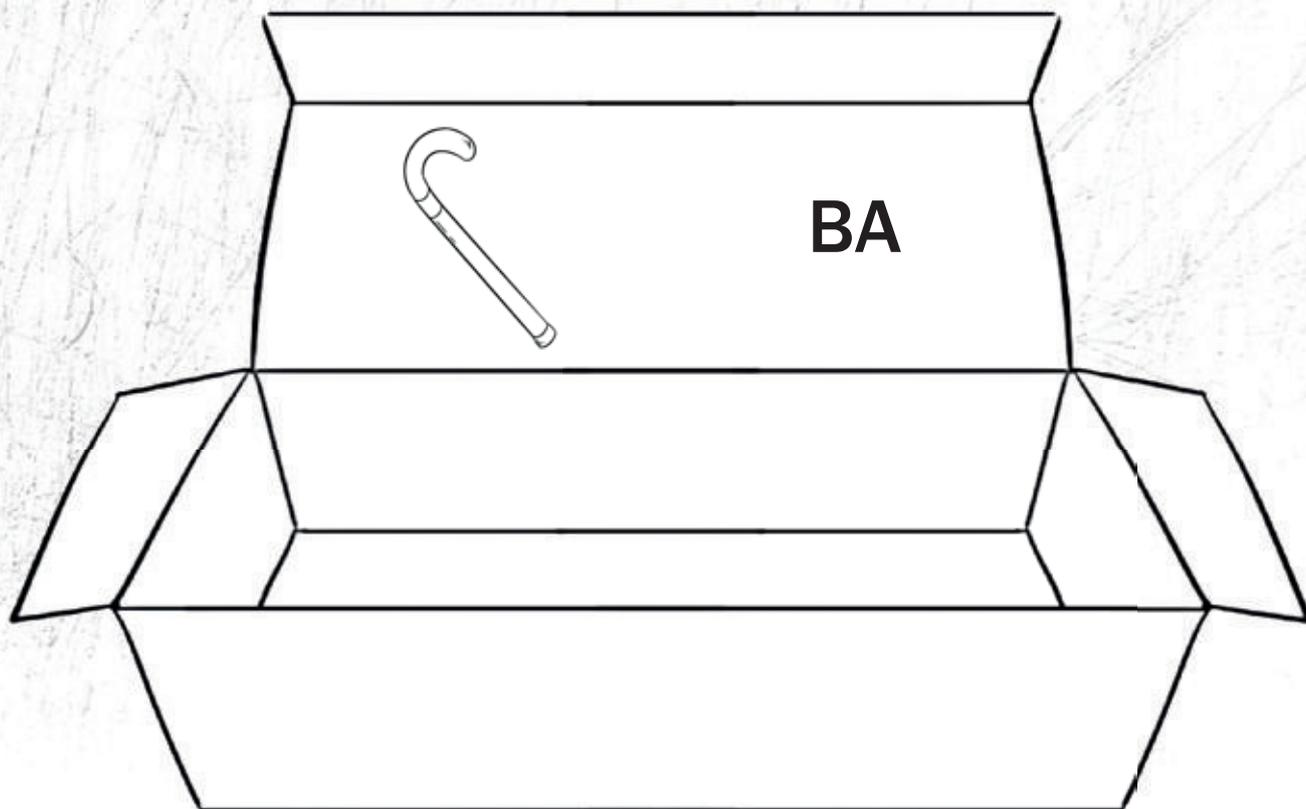
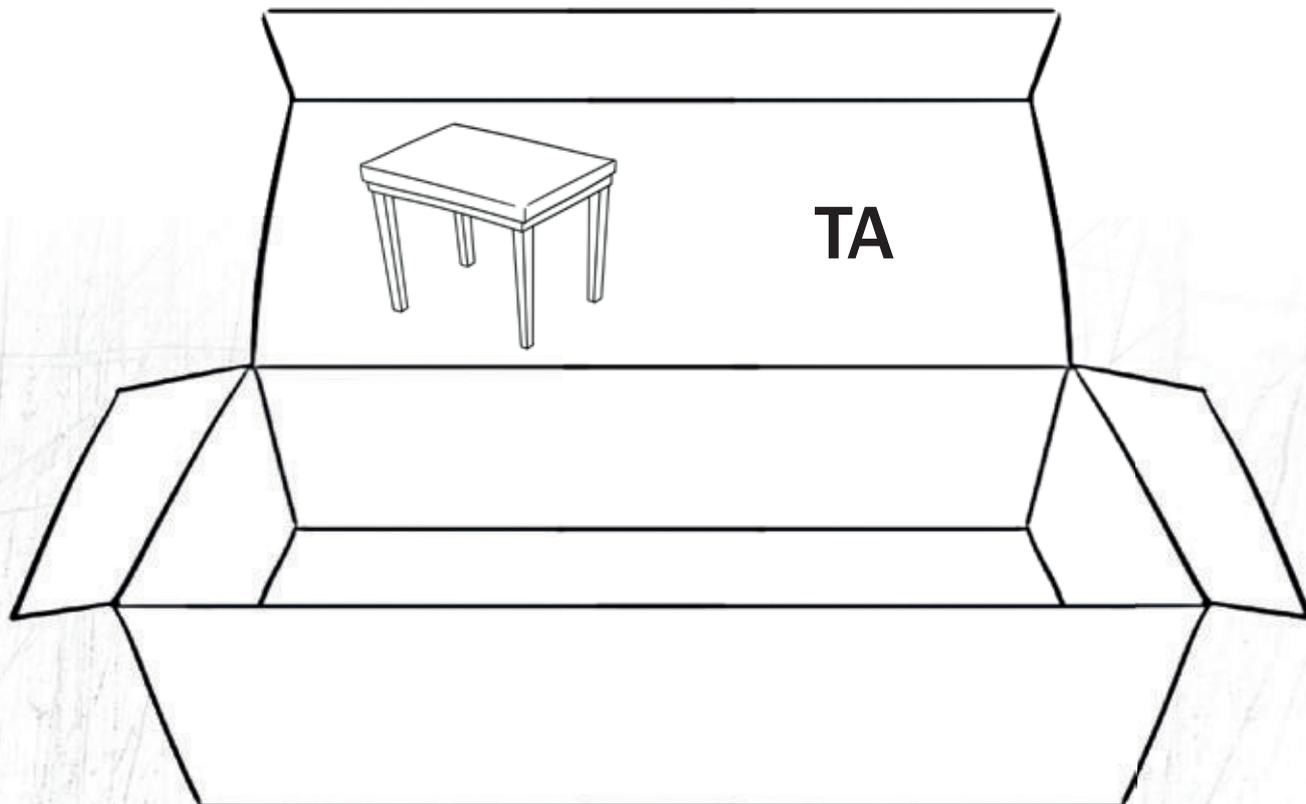




COLORA, RITAGLIA E INSERISCI NELLA SCATOLA GIUSTA.

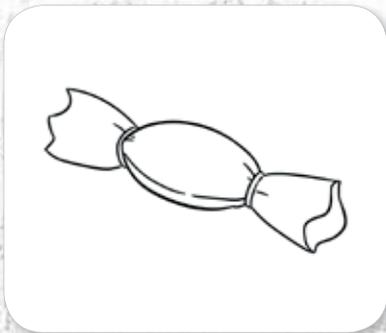
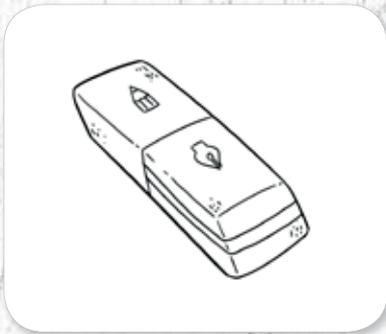
	
	
	







SCANDISCI LA PAROLA IN SILLABE, PORTANDO IL RITMO CON IL DITO SUI CERCHI E SULLA CODA. INDIVIDUA IL SUONO CHE DICI SULLA CODA. COLORA.





LEGGI LE FIGURE DA SINISTRA A DESTRA E DALL'ALTO VERSO IL BASSO.



COLORA LA PAROLA GIUSTA.



RANA

RAMA

BAMA

RANA

iMATERIALI
Erickson

Strumenti per la didattica, l'educazione,
la riabilitazione, il recupero e il sostegno
Collana diretta da Dario Ianes

Beatrice Bertelli, Paola Rosa Belli, Maria Grazia Castagna
e Paola Cremonesi

IMPARARE A LEGGERE E SCRIVERE CON IL METODO SILLABICO

VOLUME 1

Attività di avviamento alle sillabe CV

Erickson

Indice

7	Presentazione
11	Introduzione
27	Bibliografia
31	PRIMA PARTE – Giochi di allenamento metafonologico sulle sillabe
33	Pista sillabica
41	Gioco dell’oca
45	Tombola sillabica
46	Cerchia la sillaba
49	SECONDA PARTE – Presentazione delle sillabe consonante-vocale (CV)
50	Tabella sillabica
51	Sillaba consonante-vocale SI
67	Sillaba consonante-vocale MO
87	Sillaba consonante-vocale RE
113	Sillaba consonante-vocale FA
129	Sillaba consonante-vocale TU
143	Sillaba consonante-vocale CA
161	Sillaba consonante-vocale NE
177	Sillaba consonante-vocale LU
199	Sillaba consonante-vocale PO
215	Sillaba consonante-vocale MA
231	Sillaba consonante-vocale NO
245	Sillaba consonante-vocale LI
263	Tablette di sintesi
267	APPENDICI
269	1. Sillabe da ritagliare
271	2. Glossario

Presentazione

Il punto di vista della psicologa

Il lavoro di seguito presentato nasce da un fortunato incontro tra l'attività clinica della sottoscritta, condotta nel corso degli anni con il prezioso contributo di medici neuropsichiatri infantili, psicologi e terapisti della riabilitazione, e l'attività didattica delle insegnanti coautrici che, interessate a trovare un metodo che consentisse loro di avviare agevolmente all'apprendimento della lettura e scrittura anche bambini con «fragilità» di sviluppo, hanno applicato più volte una modalità incentrata sull'unità sillabica.

La partenza che ha accomunato me, in quanto psicologa spesso chiamata a pianificare trattamenti riabilitativi di bambini con difficoltà di apprendimento della lettura e scrittura e a monitorare il loro percorso scolastico, e le insegnanti sopra citate sono stati lo studio e l'applicazione del lavoro di Emiliani e Partesana (2008).

Il libro di Emiliani e Partesana e la loro proposta di alfabetizzazione, oltre a rappresentare l'origine del presente lavoro, ne influenzano e indirizzano persistentemente il contenuto.

Le revisioni o modifiche apportate al «metodo originale» nascono dall'esperienza clinica e dal confronto con molti bambini che, attraverso il percorso di riabilitazione delle loro difficoltà di apprendimento della letto-scrittura, mi hanno spinto più volte a riflettere su ciò che facilita l'alfabetizzazione e ciò che consente di superare gli «impasse» che i bambini incontrano.

Il confronto con le insegnanti ha avvalorato la convinzione che un metodo facilitante l'avvio dell'alfabetizzazione anche in soggetti con persistenti o pregresse difficoltà di linguaggio o soggetti con disturbi globali dello sviluppo o ancora bambini bilingui con apprendimento della lingua italiana come seconda lingua possa contribuire ad abbassare il rischio che i medesimi soggetti sviluppino difficoltà di apprendimento della lettura e scrittura (specifiche o secondarie a pregresse difficoltà di sviluppo).

Il dialogo con Paola Rosa, Maria Grazia e Paola mi ha portato a constatare la necessità di produrre materiale che illustrasse e proponesse in dettaglio la progressione di un'alfabetizzazione condotta con metodo sillabico: il lavoro di Emiliani e Partesana infatti esplicita le ragioni teoriche che supportano tale metodo, contiene linee guida per la produzione delle attività, ma comprende solo in parte una

proposta operativa che consenta anche agli insegnanti, e non solo ai riabilitatori abituati a creare e produrre materiale secondo le necessità del paziente, di trovare molti spunti di lavoro per scegliere l'unità sillabica come elemento fondante il processo di alfabetizzazione.

L'illustrazione del metodo sillabico di alfabetizzazione si svilupperà in quattro volumi che riguarderanno rispettivamente:

1. l'avvio del processo di alfabetizzazione attraverso la presentazione delle prime sillabe Consonante-Vocale (CV; volume 1);
2. il consolidamento del sillabario CV, la generalizzazione della conoscenza delle sillabe CV e dei processi di lettura e scrittura di parole costituite da sillabe CV (volume 2);
3. l'esposizione alle sillabe Consonante-Vocale-Consonante (CVC) e Consonante-Consonante-Vocale (CCV) e il loro utilizzo nei processi di lettura e scrittura di parole con struttura più complessa (volume 3);
4. l'esposizione ai digrammi e trigrammi ortografici attraverso il metodo sillabico (volume 4).

Beatrice Bertelli

Il punto di vista delle insegnanti

Perché utilizzare un metodo sillabico?

L'idea di realizzare questo strumento di lavoro è nata dal bisogno del nostro gruppo di insegnanti di rispondere alla grande eterogeneità di caratteristiche dei bambini che normalmente costituiscono ogni classe di qualunque scuola. Nell'a.s. 2009-10, in collaborazione con la dott.ssa Bertelli e il CTRH – Centro Territoriale Risorse Handicap del Distretto di Mantova, abbiamo organizzato un corso di formazione che aiutasse le insegnanti a utilizzare il metodo sillabico precedentemente teorizzato dalla dott.ssa Emiliani. Per quale motivo abbiamo deciso di approfondire la nostra conoscenza rispetto al metodo sillabico e di diffonderne l'utilizzazione?

Precedenti esperienze di insegnamento, anche come docenti di sostegno, ci hanno dimostrato che il metodo sillabico utilizzato con bambini in particolare difficoltà ha dato risultati positivi nel rispetto dei loro tempi e ritmi di apprendimento. Abbiamo quindi pensato che se il metodo sillabico rispetta le tappe evolutive di apprendimento della letto-scrittura e dà risposte positive rispetto all'alfabetizzazione degli alunni in difficoltà, a maggior ragione avrebbe dovuto favorire, o per lo meno non ostacolare, gli alunni a sviluppo tipico. Il metodo sillabico si fonda sulla premessa ampiamente dimostrata in letteratura che i bambini imparano naturalmente (senza esplicito insegnamento impartito) a segmentare verbalmente una parola in sillabe. Partire dalla sillaba significa tenere in considerazione le caratteristiche cognitive del bambino evidenziate dagli studi scientifici, quindi utilizzare il metodo didattico più accessibile all'alunno.

L'attività di aggiornamento ha visto la partecipazione di un gran numero di insegnanti, che con grande entusiasmo si sono messe in gioco e hanno partecipato alla realizzazione di questa ricerca-azione. Durante il percorso, che è durato un intero anno scolastico, è emersa subito l'esigenza di creare del materiale didattico

che rispondesse dal punto di vista teorico alle peculiarità del metodo. Nei successivi anni scolastici, abbiamo visto l'interesse da parte di altre colleghe a utilizzare il metodo sillabico per l'insegnamento della letto-scrittura, ma la difficoltà principale è sempre stata individuata nella mancanza di testi che esplicitassero in maniera dettagliata il percorso didattico. Da questo ricorrente bisogno abbiamo pensato, con il prezioso e imprescindibile supporto della dott.ssa Bertelli, di riorganizzare le attività programmate e realizzate e di includerle nel presente testo.

Questo metodo ha permesso ai bambini, nel giro di poco tempo, di imparare a leggere parole bisillabe e semplici frasi. In tal modo si è consolidata la motivazione ad apprendere evitando al bambino di compiere ripetizioni meccaniche di sillabe (ad esempio *ma, me, mi, mo, mu*) che non generavano immediatamente parole e frasi di senso compiuto. La presentazione di ogni sillaba è sempre anticipata dalla lettura di un breve e simpatico testo al fine di stimolare l'interesse dell'alunno, motivarlo all'apprendimento della lettura e favorire lo sviluppo delle competenze testuali.

Il metodo ha l'importante caratteristica di rendere attivi gli alunni nella costruzione del proprio processo di apprendimento, perché li stimola a formulare ipotesi, applicarle e verificarle. Favorisce lo sviluppo di un atteggiamento metacognitivo e metalinguistico nei confronti dell'apprendimento della lettura e della scrittura perché l'alunno è messo nella continua condizione di pensare al proprio modo di operare e di riflettere sulla struttura della lingua.

La presentazione graduale delle «sillabe in contrasto» permette di stabilizzarle e non confonderle.

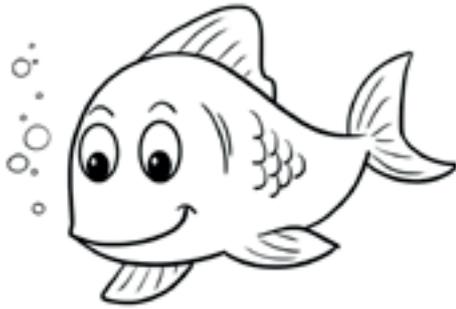
Per il riconoscimento delle sillabe il metodo non utilizza, come i comuni alfabetieri, il disegno. L'alunno impara a leggere ogni sillaba come unità senza sovraccaricare la memoria. Un importante carico cognitivo viene invece abitualmente richiesto quando il bambino associa la sillaba al disegno (*fa* di *fata*) perché al momento della lettura deve abbinare il disegno della parola alla sillaba (*fa* di *fata*) ricordando di esplicitare verbalmente solo la sillaba (dico *fa* e non *fata*). Il carico di memoria richiesto e la gestione del processo possono essere di intralcio all'apprendimento. Questa difficoltà può non evidenziarsi quando l'alunno si deve limitare alla lettura di semplici sillabe, ma diventa sicuramente significativa quando gli viene chiesto di leggere una parola o una frase. Il metodo sillabico abitua invece fin da subito a riconoscere la sillaba globalmente e a pronunciarla. Questo evita l'errore tipico che compiono alcuni alunni che, vedendo una sillaba, la riconoscono come la parola/immagine a cui è stata associata.

I ritmi dilatati e l'utilizzo esclusivo del carattere stampato maiuscolo favoriscono lo stabilizzarsi dell'apprendimento e consentono a tutti di imparare o di progredire. Il testo ha la caratteristica di fornire ampi materiali scritti in stampato maiuscolo ovviando così alla difficoltà degli insegnanti di prorogare, al bisogno, l'utilizzo di tale carattere per mancanza di materiale didattico su cui far esercitare gli alunni.

I bambini imparano facilmente a comporre parole autonomamente e quindi in breve tempo riescono a strutturare per iscritto brevi frasi.

L'utilizzo del metodo ci ha fatto rilevare che nelle classi che lo hanno sperimentato, negli anni scolastici successivi, si evidenziano meno problemi di correttezza ortografica. L'esperienza ha dimostrato che la chiarezza e sistematicità del

► COLLEGA L'IMMAGINE ALLA SILLABA ESATTA.



SI

FA



RE

SI

MO

► INSERISCI LE SILLABE PER COMPLETARE IL NOME DELLA FIGURA.



RE

SI MO NE

NE

► TROVA IL NOME CORRETTO DELLA FIGURA.

MORA
REMO
SIMO
SILURO



MORA
REMO
NASI
SIRENA

REMO
VASI
SIRENA
MORA



► ASCOLTA LA STORIA E CERCHIA LA SILLABA MA.

MALICA AL MARE

MALICA SI RECA AL MARE A VEDERE LE CARE SIRENE.

AL MARE MALICA FA LE CASINE CON LE SIRENE.

DI SERA LE SALUTA E REMA FINO A CASA.

MALICA SI CORICA IN CAMERA, MA FATICA A RIPOSARE E BEVE
UNA TISANA MAGICA.

CARO RIPOSO, MALICA!



► SCOPRI LA PAROLA CHE SI FORMA UNENDO LE SILLABE.

MA
NO

— —	— —

MA
NO
NE

— —	— —	— —

NO
NO

— —	— —

NO
CA
TU

— —	— —	— —

(CONTINUA)