

# La valutazione neuropsicologica nelle ipoacusie preverbali

G. COSSU

*Dipartimento di Neuroscienze, Università di Parma*

## PREMESSA

L'avvento degli impianti cocleari ha profondamente modificato le traiettorie evolutive dell'acquisizione linguistica nei bambini con ipoacusia preverbale. In epoca pre-impianti la maggior parte di questi bambini presentava un persistente e marcato ritardo nello sviluppo linguistico rispetto ai loro coetanei con udito nella norma (Davis 1974; Osberger *et al.*; 1986, Levitt *et al.*, 1987). I compensi funzionali che la protesizzazione garantiva sul versante acustico erano gravati da limitazioni nello sviluppo linguistico, specie nelle componenti morfo-sintattiche e semantico-lessicali (Moog & Geers, 1999; Svirski *et al.*, 2000). Inoltre, difficilmente i deficit linguistici venivano compensati nel tempo, nonostante un'intensa attività di riabilitazione (Moog & Geers, 1985).

Con gli impianti cocleari, il destino linguistico dei bambini con sordità congenita è profondamente mutato poiché l'acquisizione linguistica sembrava procedere con maggiore rapidità ed efficienza rispetto ai bambini che

avevano potuto fruire della sola protesizzazione (Miyamoto *et al.*, 1997; Geers & Tobey, 1995; Svirsky *et al.*, 2003; Lichert & Loncke, 2006). Comprensibilmente, la positività dei risultati non poteva che influenzare l'interpretazione degli effetti dell'impianto cocleare sull'acquisizione linguistica, inducendo, in particolare, a postulare una relazione diretta tra età dell'impianto ed efficienza linguistica (Miyamoto *et al.*, 2008; Svirsky *et al.*, 2004). Tuttavia, il nesso tra età dell'impianto, incremento della qualità uditiva e acquisizione linguistica è ancora oggi tutt'altro che chiaro: di fatto, questa ipotesi interpretativa sottostima il ruolo del sistema nervoso centrale nel destino dell'acquisizione linguistica del bambino sordo, assumendo implicitamente che tutti i cervelli dei bambini con sordità preverbale siano parimenti equipaggiati per diventare efficienti nella computazione linguistica. In realtà, la pratica clinica fornisce un quadro profondamente diverso che ci induce a considerare la variabilità interindividuale come una componente importante nell'ac-

quisizione linguistica. Di fatto, la variabilità nel grado di competenza linguistica dei bambini con impianto cocleare “*rimane estremamente alta, con spiegazioni assolutamente inadeguate sulle ragioni che conducono ad una buona od una povera riuscita*” (Geers, 2006).

Diversi studi, condotti su ampie popolazioni di bambini con impianto cocleare hanno evidenziato una grande variabilità interindividuale (Geers, 2004; O’Donoghue *et al.*, 2000) dimostrando che “*le abilità linguistiche di alcuni bambini restavano fortemente compromesse anche dopo più di due anni di esperienza con l’impianto cocleare*” (Svirsky *et al.*, 2000). Questi dati della letteratura, e anche un nostro specifico contributo (Cossu, Croatto, Bronte, 2011), pongono il fondato sospetto che in alcune situazioni, il “*cervello linguistico*” di alcuni bambini con impianto cocleare possa non essere adeguatamente equipaggiato per la computazione linguistica, indipendentemente dall’efficienza uditiva (Leonard, 1998; Van der Lely, 2005).

Questa linea di ragionamento porta alla mente alcune osservazioni fatte dall’autore inglese DB Fry molti decenni or sono, quando scriveva che “*sempre più spesso vengono descritti dei bambini con un deficit uditivo relativamente modesto, non superiore ai 50 dB in ciascun orecchio, la cui capacità nell’utilizzo del linguaggio è davvero fortemente compromessa. In altre parole, vi sono casi di bambini con una perdita uditiva assai rilevante (nell’ordine degli 80-100 dB) che hanno appreso il linguaggio attraverso il loro udito e hanno anche appreso*

*a produrre un linguaggio perfettamente intelligibile ad un ascoltatore comune*” (Fry, 1975).

Comprensibilmente, dunque, possiamo attenderci che bambini con un profilo audiometrico assai simile abbiano profili di efficienza linguistica radicalmente diversi, come Fry evidenzia in questo schema (Figura 1).

L’ipotesi che ne deriva è che “*la quantità di linguaggio che un bambino sviluppa dipenda non tanto dall’entità dell’udito per sé quanto piuttosto dall’uso che è capace di fare dell’udito disponibile*” (Fry, 1966).

A queste considerazioni preliminari sui rapporti tra udito e linguaggio, dobbiamo infine aggiungere una caratteristica epidemiologica rilevante: cioè il fatto che i bambini con deficit uditivo preverbale e livello intellettivo nella norma rappresentano solo una parte della popolazione clinica complessiva dei bambini sordi. Un numero consistente di questi bambini presenta concomitanti deficit intellettivi e del comportamento, disturbi della sviluppo affettivo e relazionale, o disturbi dell’apprendimento scolastico oltre, naturalmente, a deficit linguistici. Se si considera che circa il 30-40% dei bambini con deficit uditivo presenta un disturbo associato (Chilosi *et al.*, 2006, 2010) emergono appieno i limiti di un approccio semeiotico che resti pregiudizialmente circoscritto alla valutazione della sola funzione uditiva e non consideri, invece, la necessità di indagare l’efficienza del sistema linguistico e dei sistemi cognitivi non verbali per escluderne (o documentarne) l’eventuale compromissione.

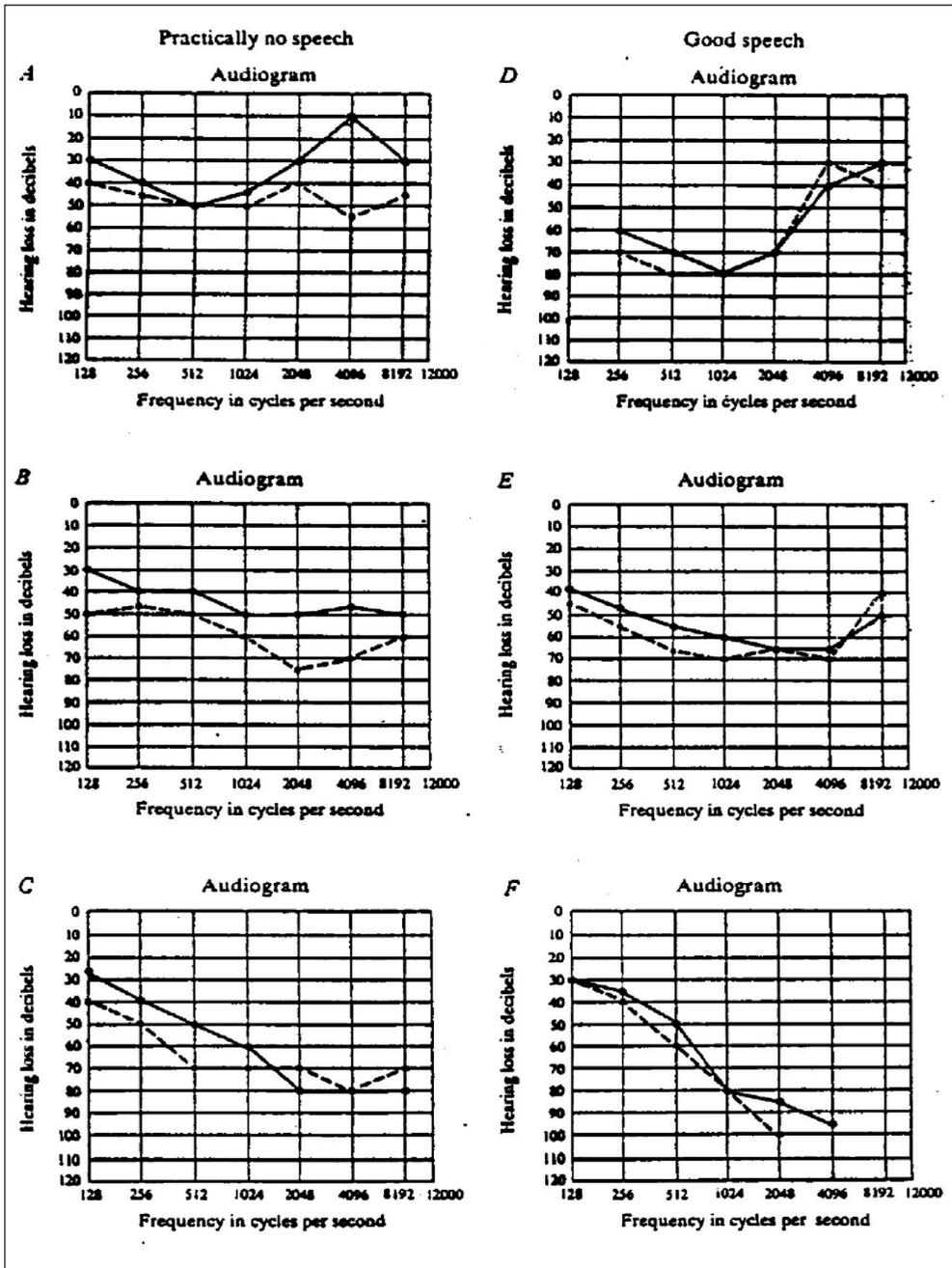


Figura 1. - Audiogrammi di tre bambini in età scolare che erano praticamente privi di linguaggio (D, E, F) e di tre bambini (A, B, C) che avevano acquisito un linguaggio eccellente e frequentavano classi regolari (da Fry, 1975).

## RUOLO DELLA SEMEIOTICA NEUROPSICOLOGICA

L'indagine sistematica delle diverse funzioni neuropsicologiche e, in primo luogo, dei nessi tra sistema uditivo e sistema linguistico, è essenziale per una corretta gestione clinica del bambino con sordità congenita: i risultati dell'indagine semeiotica rappresentano, infatti, la base su cui si allestisce il programma di riabilitazione per ogni singolo bambino. La complessità dell'intreccio tra semeiotica e riabilitazione emerge con chiarezza anche dal nostro contributo a questa Relazione dedicato alle problematiche riabilitative nel bambino sordo con disabilità associate <sup>(1)</sup>. Per tali ragioni, una semeiotica delle funzioni cognitive (e linguistiche) non può limitarsi a quantificare i deficit delle diverse funzioni, ma deve specificarne i meccanismi sottostanti. Accanto a questo requisito essenziale, la semeiotica neuropsicologica del bambino con sordità congenita dovrà considerare la dimensione evolutiva dei quadri clinici, cioè le traiettorie di sviluppo delle funzioni e provvedere, conseguentemente, gli standard normativi per i diversi intervalli cronologici. Inoltre, una sfida particolare per l'allestimento di una semeiotica neuropsicologica affidabile, essenziale e concretamente fruibile nel quotidiano del lavoro clinico, è rappresentata dalla *brevità* dei test da somministrare, cioè dall'esigenza di concentrare in un numero ridotto di prove il massimo delle informazioni cliniche.

Nell'ambito di queste problematiche generali, una particolare attenzione va riservata alle ipoacusie preverbalì

età prescolare perchè la valutazione neuropsicologica si rivela qui assai intricata e per varie ragioni. Essa, infatti, presenta al clinico dei quesiti diagnostici di particolare complessità sia rispetto alla funzione linguistica (e al rapporto tra questa e la funzione uditiva) che rispetto alle funzioni neuropsicologiche in generale. Le difficoltà derivano non solo dall'imaturità dei sistemi neurofunzionali da indagare, e quindi dal valore transitorio dei dati acquisiti, ma anche dalla labilità attentiva e di collaborazione che limitano l'attendibilità dei dati acquisiti in quanto non corrispondono all'effettivo livello di competenze linguistiche e cognitive dei bambini prescolari. Questo contributo si propone, pertanto, di esaminare le diverse questioni che sottendono la valutazione neuropsicologica in generale (e quella prescolare in particolare) attraverso l'analisi di uno strumento semeiotico, il Test Neuropsicologico Prescolare (TNP) (Cossu & Paris, 2007), specificamente finalizzato allo screening del linguaggio e di altre funzioni neuropsicologiche.

## BASI TEORICHE E METODOLOGICHE DEL TNP

Il TNP è uno strumento diagnostico che analizza le funzioni verbali e non verbali in bambini di età compresa tra i 4,0 e i 6,6 anni. In particolare, oltre alle competenze linguistiche (lessicale, morfosintattica e fonetica percetti-

---

<sup>(1)</sup> Vedi in questo volume il capitolo di Croatto, Bronte e Cossu: "Problematiche riabilitative nel bambino sordo con disabilità associate".

vo-articolatoria), il TNP indaga le abilità protomatematiche (conta in ordine sparso e calcolo implicito), prassiche (copia da modello) e gnosico-visive (discriminazione visuoperceptiva). Per il suo impianto analitico e la rigorosa selezione degli item, esso coniuga la maneggevolezza di un test di screening con il dettaglio semeiotico dei test diagnostici più articolati, ma utilizzabili con difficoltà per l'impegno attento richiesto al bambino e il lungo tempo di somministrazione. La variabilità delle situazioni proposte dal test, la brevità delle prove e, soprattutto, l'uso di contesti pragmatici accattivanti (con l'utilizzo di giocattoli) favoriscono, inoltre, il coinvolgimento del bambino e conservano la sua attenzione nella soluzione dei "giochi".

L'impianto teorico che sorregge il TNP si colloca nell'ambito delle attuali concezioni di neurobiologia dello sviluppo. In questa cornice teorica la genesi delle funzioni neuropsicologiche è governata da meccanismi geneticamente prespecificati, che vengono attivati e modulati da complesse interazioni molecolari e cellulari (Schlosser & Wagner, 2004). La trama neuronale, a sua volta, costituisce l'impalcatura strutturale di sistemi neurofunzionali integrati e gerarchicamente organizzati. Tra i fattori che governano la genesi dei sistemi neurocognitivi si deve infine considerare il ruolo essenziale dell'azione (Rizzolatti & Sinigaglia, 2006): la concreta attività del bambino, infatti, modella l'architettura funzionale di ciascun sistema e contribuisce a stabilizzare (con la progressiva riduzione della plasticità funzionale) il ruolo

specifico delle diverse aree cerebrali. L'assetto di ciascun sistema neurofunzionale emerge, dunque, dall'interazione tra i nodi di una rete neurale, distribuita su più aree cerebrali (Luria, 1980), che si modifica nel corso dello sviluppo secondo traiettorie evolutive non predeterminate. L'organizzazione delle mappe corticali è, per così dire, "selezionata" dalle concrete azioni attraverso cui il bambino esplora l'ambiente circostante e organizza le proprie interazioni sociali, in una spirale interattiva che evolve continuamente per le condizioni offerte dalla plasticità cerebrale. Un danno cerebrale può alterare profondamente le traiettorie evolutive e costringere il sistema neurofunzionale a profonde modificazioni della propria architettura interna, al fine di ottenere il miglior livello di efficienza computazionali possibile. Le implicazioni cliniche e semeiotiche di una simile organizzazione neurofunzionale sono rilevanti: una stessa funzione può essere compromessa da lesioni diverse del sistema nervoso centrale e, nel contempo, sintomatologie all'apparenza simili possono, in realtà, essere sostenute da meccanismi patogenetici differenti, che derivano dalla specifica componente strutturale alterata.

Coerentemente con queste premesse, il TNP pone come proprio oggetto di studio la struttura interna dei sistemi neuropsicologici e la loro dinamica evolutiva, analizzandone le componenti e monitorandone l'evoluzione nel tempo. Pertanto, all'interno di questa prospettiva, i livelli normativi del TNP per le diverse funzioni non vanno assunti come una meccanica linea di demarcazione tra normalità e patolo-

gia, bensì come indicatori di stato delle funzioni esaminate e, dunque, come punto di avvio del ragionamento clinico. In tal modo, l'analisi qualitativa delle funzioni si lega alla prospettiva riabilitativa attraverso la selezione di prove selettive e sensibili, in grado di rilevare (anche) difficoltà cognitive sfumate, oltre che di segnalare la specificità del deficit individuato. Si è evitato di introdurre fattori di complessità esterni alle funzioni esaminate, così da istituire un'affidabile corrispondenza tra caduta in una prova ed effettivo stato di compromissione della funzione indagata.

### **Campione Normativo**

Il TNP è stato somministrato ad un campione complessivo di 1174 bambini con sviluppo tipico (589 maschi e 585 femmine), di età compresa tra i 4 e i 6 anni e mezzo, bilanciati per genere e fascia di età (a intervalli di sei mesi: 4,0-4,6 / 4,7-5,0 / 5,1-5,6 / 5,7-6,0 / 6,1-6,6 anni). Tutti i bambini frequentavano la scuola materna nella provincia di Trento. Per valutare l'attendibilità del TNP è stata condotta anche una seconda valutazione (attendibilità test-retest) su 61 bambini, a distanza di circa 15-20 giorni dalla prova iniziale, per un totale complessivo di 1235 valutazioni.

Con un bambino che collabora (e un esaminatore esperto) la somministrazione completa del TNP non richiede più di 25-30 minuti. L'unica prova "a tempo", per la quale è previsto il cronometraggio da parte dell'esaminatore, è quella di produzione lessicale, che fornisce anche un indice sull'accesso al lessico attraverso il punteggio di rapidità.

Infine, allo scopo di correlare i livelli prestazionali delle funzioni esaminate con il livello intellettuale, ciascun bambino del campione normativo è stato sottoposto ad una valutazione del livello intellettuale con una prova di intelligenza non verbale attraverso le Matrici Progressive di Raven (Raven, 1947).

### **Struttura del TNP**

Il TNP è costituito da dieci prove che analizzano quattro funzioni neuropsicologiche: linguaggio, prassie, calcolo e discriminazione visuo-percettiva. La struttura del TNP è pertanto la seguente:

#### 1) *Funzioni linguistiche*

- Prova di comprensione lessicale
- Prova di produzione lessicale
- Prova di comprensione morfosintattica
- Prova di produzione morfosintattica
- Prova di ripetizione di non parole

#### 2) *Funzioni prassiche*

- Prova di copia da modello (casa)
- Prova di copia da modello (orologio)

#### 3) *Funzioni protomatematiche*

- Prova di conta in ordine sparso
- Prova di calcolo implicito

#### 4) *Funzioni visuo-percettive*

- Prova di discriminazione visuoperceptiva

Qui di seguito esporrò le caratteristiche generali di ciascuna prova e le operazioni cognitive che la loro soluzione comporta. Si intende così presentare all'esaminatore un quadro articolato, seppure sintetico, delle componenti neuropsicologiche attivate da ciascuna prova. Si rimanda al test pub-

blicato per una descrizione dettagliata delle procedure di somministrazione e dei criteri per l'attribuzione del punteggio in ciascuna prova (Cossu & Paris, 2007).

### 1) Funzioni linguistiche

Le prove verbali del TNP analizzano le componenti lessicali e morfosintattiche sia in comprensione che in produzione, oltre a valutare la componente fonetica. Per l'analisi sintattica, il modello teorico di riferimento è costituito dalla grammatica generativo-transformazionale (Chomsky, 2000) e, specificamente, dal Modello della Reggenza e del Legamento (Haegeman, 1996).

#### *Prove lessicali*

Per le prove lessicali è stata adottata la procedura standard della presentazione di figure, comunemente utilizzata per valutare la comprensione e la produzione. L'unica significativa variazione apportata riguarda la prova di comprensione lessicale, poiché tutte le alternative al target sono accomunate dall'appartenenza alla medesima classe semantica del target stesso.

#### *Comprensione lessicale*

In questa prova il bambino deve indicare la figura denominata dall'esaminatore tra una serie di alternative semanticamente omogenee. La prova di comprensione lessicale sollecita simultaneamente sia il sistema visuo-percettivo (con le figure presentate) che quello fonetico percettivo (per decifrare la richiesta orale dell'esaminatore) e richiede al bambino di selezionare la figura denominata dall'es-

aminatore che realizza una corrispondenza semantica tra i due sistemi. Poiché le alternative a ciascun target rientrano tutte nella medesima classe semantica, la prova di comprensione lessicale impone al bambino di specificare la sottoclasse di appartenenza di ciascuna figura all'interno della classe comune sovraordinata (Figura 2).

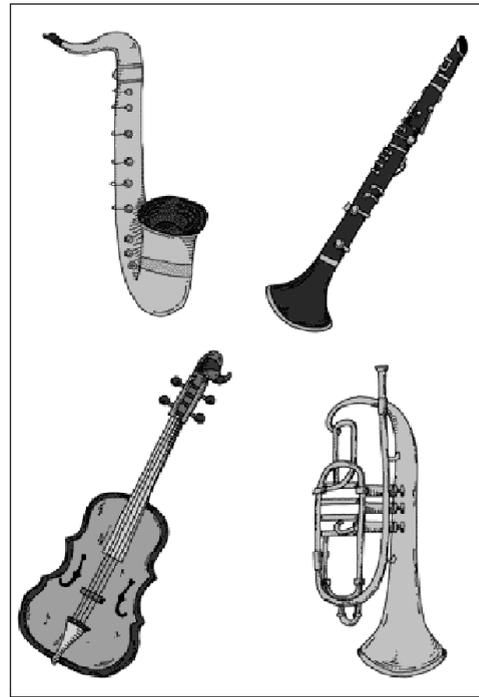


Figura 2. – Item della Prova di Comprensione lessicale. Al bambino si richiede di indicare quale delle quattro figure corrisponda al nome prodotto dall'esaminatore (in questo caso il target è il clarinetto).

Per quanto concerne la componente linguistica, la prova valuta: a) la discriminazione fonetica (della stringa fonemica prodotta dall'esaminatore); b) l'accesso lessicale (perché la parola deve essere reperita nell'archivio les-

sicale del bambino); c) la memoria verbale a breve termine (perché il target verbale deve essere memorizzato per selezionare la corrispondente figura).

Per quanto riguarda la componente visiva, la prova analizza: a) la capacità di scanning visivo delle figure proposte; b) la discriminazione visuoperceptiva; c) la categorizzazione semantica non verbale (per ciascuna figura); d) la corrispondenza tra figura e target verbale.

La prova attiva, infine, il sistema prassico perché il bambino deve indicare la figura selezionata.

#### *Produzione lessicale*

Al bambino viene richiesto di denominare correttamente una serie di figure (presentate una per volta) e di farlo il più rapidamente possibile. Non si fornisce alcun suggerimento fonologico o funzionale. La prova di produzione lessicale, pertanto, valuta sia l'accuratezza che la rapidità dell'accesso lessicale. Essa fornisce al bambino: a) un'informazione visuoperceptiva da cui prende avvio la preliminare analisi visiva precategoriale; da questo livello di analisi il bambino può procedere al riconoscimento della figura, cioè b) alla determinazione della classe semantica dell'oggetto rappresentato; ciò gli consente di accedere c) all'interfaccia con la componente semantica del sistema lessicale verbale; che, a sua volta, fornisce d) accesso al lessico fonologico e alle (corrispondenti) e) operazioni di codifica nel sistema fonetico-articolatorio. La denominazione, dunque, rappresenta l'anello finale di un'articolata catena funzionale intersistemica.

#### ***Prove morfosintattiche***

La complessità delle operazioni morfosintattiche e la variabilità dei contesti pragmatici che le sollecitano pongono problemi metodologici importanti nella selezione di una semeiotica neuropsicologica di questa competenza linguistica. Le difficoltà sono documentate dal fatto che non esiste a tutt'oggi, almeno a nostra conoscenza, alcuno strumento diagnostico standardizzato per valutare analiticamente la produzione di distinte strutture morfosintattiche nei bambini. Si riscontrano, inoltre, importanti problemi anche nella valutazione della comprensione morfosintattica, poiché molti dei test oggi disponibili impongono al bambino un sovraccarico cognitivo extralinguistico. Il TNP offre per primo uno strumento affidabile per valutare sia la produzione che la comprensione di specifiche strutture morfosintattiche. A tale scopo sono state costruite due prove accomunate da un identico impianto metodologico, in quanto entrambe specificano il contesto pragmatico attraverso l'uso di giocattoli: nella prova di comprensione il bambino fa eseguire ai giocattoli l'azione denominata dall'esaminatore; in quella di produzione il bambino descrive l'azione che l'esaminatore ha eseguito con i giocattoli. Questo artificio semeiotico consente di giustificare le richieste che l'esaminatore fa al bambino e, nel contempo, di ridurre la rilevanza di altre competenze (extralinguistiche) nella risoluzione delle prove.

#### *Comprensione morfosintattica*

Nel formato standard dei test di comprensione morfosintattica il bambino, dopo aver sentito una frase, deve indi-

care la figura corrispondente all'enunciato. Questa procedura semeiotica, all'apparenza semplice e diretta, comporta, tuttavia, un forte carico cognitivo extralinguistico: oltre alla decifrazione della struttura sintattica e alla memorizzazione del suo significato, il bambino deve interpretare il significato dell'azione rappresentata in ciascun disegno, decifrando la dinamica di figure statiche e traducendo quella dinamica in un enunciato da lui generato; quello stesso enunciato deve essere infine confrontato con la frase target prodotta dall'esaminatore. La facilità (e la rapidità) con cui un bambino normale supera tali ostacoli finisce con il mascherare la reale complessità della prova e l'elevato costo cognitivo che essa comporta. Un bambino con dei deficit cognitivi può dunque fallire la prova per difficoltà non linguistiche e tuttavia ci si troverebbe nell'impossibilità di discriminare la genesi dell'errore, imputandolo meccanicamente a difficoltà linguistiche inesistenti o che sono in realtà modeste ma amplificate dai deficit cognitivi e di memoria.

Uno dei principali limiti di questa procedura è costituito dall'assenza di un contesto pragmatico che giustifichi la richiesta dell'esaminatore: una frase fuori contesto che deve trovare giustificazione e corrispondenza in una serie di figure, la cui decifrazione implica, per l'appunto, l'attivazione (e l'efficienza) di numerose competenze non verbali. Queste limitazioni sono state evidenziate dal linguista Stephen Crain, che ha mostrato come un contesto pragmatico mirato elimini l'arbitrarietà degli enunciati proposti, rendendo intelligibile (e plausibile) al bambino la richiesta fatta dall'esaminatore (Crain

& Thornton, 1998). Ciò attenua i costi cognitivi e, nel contempo, riduce la complessità cognitiva del compito.

Le prove di comprensione morfosintattica del TNP si attengono dunque al principio del minimo costo cognitivo extralinguistico e sono derivate dal paradigma sperimentale elaborato da Crain. Esse analizzano tre classi sintattiche (relative, dative e negative) con due frasi per ciascuna classe. Per ciascuna frase/item presentata, l'esaminatore costruisce con i giocattoli un contesto pragmatico che giustifica e rende plausibile la sua richiesta: egli dispone i giocattoli sul tavolo e nel contempo descrive il contesto in cui si svilupperà l'azione. L'esaminatore pronuncia quindi la frase target in base alla quale il bambino dovrà far muovere uno dei giocattoli. La soluzione della prova coinvolge la discriminazione fonetica delle singole parole dell'enunciato, la comprensione lessicale e quella morfosintattica, oltre alla memoria verbale a breve termine. La realizzazione dell'azione con i giocattoli richiede, infine, la capacità di programmazione e di esecuzione prassica.

### *Produzione morfosintattica*

Come già indicato, non risultano attualmente disponibili delle prove che consentano di valutare in modo selettivo (e affidabile) la capacità di produzione morfosintattica nei bambini. La raccolta di campioni di produzione linguistica spontanea nei bambini è soggetta a numerose limitazioni, tra cui la totale arbitrarietà e soggettività degli schemi di interazione tra il bambino e l'esaminatore, la variabilità dei contesti e, soprattutto, il rischio che sia l'esaminatore stesso a genera-

Prova 9. PRODUZIONE MORFOSINTATTICA (registrare)																																											
<b>PRETESTI: Il bambino mangia il panino</b> <i>Sul tavolo c'è un panino, poi arriva il bambino. Attento, guarda cosa succede adesso (far vedere l'azione del pupazzo che mangia il panino). Cosa fa il bambino?</i>																																											
<b>Test</b>	<b>Corretto</b>																																										
<b>1. Il bambino tocca il cane che mangia</b> <i>Qui ci sono due cani, qual è il cane mangia? [Indicare] mentre questo cane non mangia? [Indicare]. Poi arriva il bambino e tocca un cane [seguire l'azione]. Se ti chiedo "Qual è il cane che mangia?", cosa mi rispondi?</i>	 <input type="checkbox"/>																																										
<b>2. Il maestro accompagna il bambino dalla mamma</b> <i>Il bambino va con la mamma al parco, gioca e corre contento, ma ad un certo punto si perde (il bambino viene nascosto dietro la mano dell'esaminatore, in modo che i due personaggi non si vedano) e si mette a piangere perché non trova la mamma. Per fortuna incontra il suo maestro... Attento, dimmi, cosa fa adesso il maestro?</i>	 <input type="checkbox"/>																																										
<b>3. Il bambino non ha incontrato nessuno</b> <i>La mamma chiede al bambino di andare a svuotare il sacco delle immondizie. Il bambino esce di casa (lo si fa allontanare un po'), butta le immondizie, si guarda attorno ma la strada è tutta vuota... Il bambino poi torna a casa. Adesso la mamma vuole sapere se ha incontrato qualcuno. Dimmelo tu chi ha incontrato. Il bambino...</i>	 <input type="checkbox"/>																																										
<b>4. Il bambino che mangia tocca il cane</b> <i>Ci sono due bambini seduti a tavola, questo bambino mangia [Indicare], mentre l'altro non mangia perché non ha fame [Indicare]. Attento, qui c'è un cane; adesso un bambino si alza e tocca il cane [seguire l'azione]. Dimmi, quale bambino tocca il cane?</i>	 <input type="checkbox"/>																																										
<b>5. La mamma porta la medicina al bambino</b> <i>Il bambino è a letto perché è ammalato; allora la mamma va a prendere la medicina. Dimmi, cosa fa la mamma?</i>	 <input type="checkbox"/>																																										
<b>6. Giovanni non ha mangiato il panino</b> <i>La mamma mette un panino sul tavolo per la merenda di Giovanni. Adesso arriva Giovanni, pensa di averlo al tavolo ma va subito a giocare. Poi arriva la mamma e vuole sapere se Giovanni ha mangiato il panino. Dimmelo tu, Giovanni...</i>	 <input type="checkbox"/>																																										
<b>BAMBINO</b> Totale risposte corrette: <input type="text"/> / 6																																											
<b>Prova 10. DISCRIMINAZIONE VISUOPERCETTIVA</b>																																											
<b>PRETESTI: Barca</b>																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Target</th> <th>Corretto</th> <th>Errato (n° figure errate)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1. Cane</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> <tr><td>2. Vaso</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> <tr><td>3. Ombrello</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> <tr><td>4. Bicicletta</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> <tr><td>5. Lampada</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> <tr><td>6. Sedia</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>	Target	Corretto	Errato (n° figure errate)	1. Cane	<input type="checkbox"/>	_____	2. Vaso	<input type="checkbox"/>	_____	3. Ombrello	<input type="checkbox"/>	_____	4. Bicicletta	<input type="checkbox"/>	_____	5. Lampada	<input type="checkbox"/>	_____	6. Sedia	<input type="checkbox"/>	_____	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Target</th> <th>Corretto</th> <th>Errato (n° figure errate)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>7. Pipa</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> <tr><td>8. Gallina</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> <tr><td>9. Chitarra</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> <tr><td>10. Lampadina</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> <tr><td>11. Anello</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> <tr><td>12. Coniglio</td><td><input type="checkbox"/></td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>	Target	Corretto	Errato (n° figure errate)	7. Pipa	<input type="checkbox"/>	_____	8. Gallina	<input type="checkbox"/>	_____	9. Chitarra	<input type="checkbox"/>	_____	10. Lampadina	<input type="checkbox"/>	_____	11. Anello	<input type="checkbox"/>	_____	12. Coniglio	<input type="checkbox"/>	_____
Target	Corretto	Errato (n° figure errate)																																									
1. Cane	<input type="checkbox"/>	_____																																									
2. Vaso	<input type="checkbox"/>	_____																																									
3. Ombrello	<input type="checkbox"/>	_____																																									
4. Bicicletta	<input type="checkbox"/>	_____																																									
5. Lampada	<input type="checkbox"/>	_____																																									
6. Sedia	<input type="checkbox"/>	_____																																									
Target	Corretto	Errato (n° figure errate)																																									
7. Pipa	<input type="checkbox"/>	_____																																									
8. Gallina	<input type="checkbox"/>	_____																																									
9. Chitarra	<input type="checkbox"/>	_____																																									
10. Lampadina	<input type="checkbox"/>	_____																																									
11. Anello	<input type="checkbox"/>	_____																																									
12. Coniglio	<input type="checkbox"/>	_____																																									
Totale risposte corrette: <input type="text"/> / 12																																											

Figura 3. – Protocollo della Prova di Produzione Sintattica. Sono evidenti, nei riquadri a destra di ciascuna frase, la precisa disposizione dei giocattoli con i quali l'esaminatore compie una determinata azione, chiedendo al bambino di dire cosa sia successo ed elicitando così la specifica struttura sintattica (con frase dativa, relativa o negativa).

re involontariamente (e inconsapevolmente) le strutture sintattiche che si vorrebbe il bambino producesse spontaneamente. Anche in questo caso, i lavori pionieristici di Crain su bambini piccoli rappresentano un solido paradigma sperimentale per costruire una semeiotica della produzione morfosintattica in età evolutiva.

La prova di produzione morfosintattica del TNP è strutturalmente analoga a quella di comprensione poiché analizza

le medesime strutture morfosintattiche; in questo caso, tuttavia, è l'esaminatore a far "agire" i giocattoli e il bambino deve descrivere l'azione osservata. Come si osserva nella Figura 3, l'esaminatore dispone alcuni giocattoli sul tavolo e "racconta" le intenzioni (o la situazione) dei personaggi: egli fa quindi compiere una determinata azione al personaggio chiave e chiede al bambino di dire cosa questi abbia fatto oppure cosa sia successo.

Il contesto pragmatico così creato giustifica – e, per così dire, “*impone*” – la necessità di produrre quella specifica struttura sintattica che si vuole il bambino produca autonomamente. Per tale ragione l’assenza di una risposta (o una risposta errata) può essere fondatamente assunta come indice di un deficit della sottostante competenza morfosintattica del bambino. La prova di produzione morfosintattica valuta anche la capacità del bambino di decifrare il significato dell’azione osservata e la comprensione degli enunciati che l’esaminatore produce mentre dispone i giocattoli sul tavolo.

#### *Prova fonetica percettivo-articulatoria*

Questo tipo di prova è stato scelto per valutare l’estensione del repertorio fonetico percettivo-articulatorio e il controllo dei processi di selezione e di combinatoria fonetica nel bambino. Come si vedrà, pur trattandosi di una prova “sincretica”, che attiva un complesso circuito funzionale, essa conserva una precisa selettività semeiotica.

#### *Ripetizione di non parole*

Questa prova esclude l’accesso al lessico e consente, perciò, un’analisi selettiva dell’intera catena fonetica percettivo-articulatoria. Per ogni stringa fonemica prodotta dall’esaminatore il bambino deve infatti attivare i processi di discriminazione e categorizzazione fonemica, fissare la sequenza fonemica così assemblata nel comparto di memoria fonologica, trasferirla all’interfaccia fonologico-articulatorio e quindi programmare (e realizzare) le sequenze articolatorie della stringa fonetica. La prova di ripetizio-

ne di non parole è costituita da quattro coppie di item, che contengono quattro, cinque, sei e sette fonemi rispettivamente. La variabilità nella lunghezza della stringa fonologica permette un’accurata ricognizione del repertorio fonetico del bambino e dei processi fonologici presenti in rapporto alla complessità della struttura fonetica da riprodurre.

## **2) Funzioni prassiche**

Tra le diverse possibilità di indagine delle funzioni prassiche, si è scelto di inserire nel TNP due prove di prassia costruttiva. Si tratta di prove “sincretiche”, in quanto sollecitano non soltanto il fine controllo della programmazione e dell’implementazione dei singoli atti motori in fase esecutiva ma richiedono altresì una capacità di rappresentazione e di manipolazione dell’immagine mentale nel processo di conversione visuomotoria.

#### *Copia da modello*

Il TNP analizza le abilità di prassia costruttiva attraverso due prove che prevedono la copiatura di una determinata figura, rispettivamente una casa e un orologio. Per utilizzare correttamente questo tipo di prova si deve considerare che la soluzione di un compito prassico richiede l’attivazione e l’integrazione di più sistemi neurofunzionali: si indaga, infatti, la percezione visiva, la capacità di costruire e manipolare una rappresentazione visiva, la capacità di convertire una rappresentazione visuospatiale in un programma prassico e, infine, di tradurre il programma in una sequenza motoria coordinata. È evidente che

Prova 3. COPIA DA MODELLO: CASA	
Presente	
Parte sinistra del tetto	<input type="checkbox"/>
Splavente di sinistra	<input type="checkbox"/>
Parte destra del tetto	<input type="checkbox"/>
Splavente di destra	<input type="checkbox"/>
Muro di sinistra	<input type="checkbox"/>
Base della casa	<input type="checkbox"/>
Muro di destra	<input type="checkbox"/>
Margine sinistro della porta	<input type="checkbox"/>
Margine destro della porta	<input type="checkbox"/>
Margine superiore della porta	<input type="checkbox"/>
Margine sinistro del camino	<input type="checkbox"/>
Margine destro del camino	<input type="checkbox"/>
Margine superiore del camino	<input type="checkbox"/>
Totale elementi presenti:	<input type="checkbox"/> / 13
	+
Collocazione/orientamento camino	<input type="checkbox"/>
Collocazione/orientamento muro/tetto	<input type="checkbox"/>
Tratto grafico	<input type="checkbox"/>
Totale prova =	<input type="checkbox"/> / 16

Prova 4. COPIA DA MODELLO: OROLOGIO	
Presente (posizionamento + proporzionalità + tratto)	
	Accurato
Cerchio dell'orologio	<input type="checkbox"/>
Pomello per la carica	<input type="checkbox"/>
Segno di posizione per le ore 12	<input type="checkbox"/>
Segno di posizione per le ore 3	<input type="checkbox"/>
Segno di posizione per le ore 6	<input type="checkbox"/>
Segno di posizione per le ore 9	<input type="checkbox"/>
Freccia corta delle ore	<input type="checkbox"/>
Freccia lunga dei minuti	<input type="checkbox"/>
Totale elementi presenti →	<input type="checkbox"/> / 8
	← Totale accuratezza
	<input type="checkbox"/> / 8
Totale prova =	<input type="checkbox"/> / 16

Figura 4. – Protocollo della Prova di Prassia Costruttiva (Copia da Modello). Si attribuisce un punteggio per ciascun elemento della figura da copiare, così da fornire una valutazione quantitativamente accurata e confrontabile con i dati normativi.

una prova così complessa limita una scomposizione analitica dei diversi fattori coinvolti; essa consente di definire il livello prestazionale complessivo del bambino (l'accuratezza della copia) ma non di selezionare la specifica componente alterata o lo specifico meccanismo responsabile del deficit. Il controllo da parte del bambino delle singole componenti (visuoperceptiva, spaziale, prassica) attivate dalla prova

di copia deve essere valutato dall' esaminatore con prove analitiche mirate; ma questo livello di analisi esula dagli scopi di un test di screening come il TNP (Figura 4).

La disponibilità della figura durante la copia attenua il carico della memoria visiva, consentendo una maggiore selettività della prova. La struttura simmetrica delle due figure, con la distribuzione asimmetrica di alcune

componenti (il camino per la casa e le lancette per l'orologio), consente inoltre di rilevare nel bambino eventuali segni di rappresentazione asimmetrica dello spazio peripersonale, quali si possono, ad esempio, riscontrare nel neglect.

### 3) Funzioni protomatematiche

Una vasta letteratura scientifica dimostra che ogni bambino possiede, sin dalle prime fasi dello sviluppo, delle competenze protomatematiche sofisticate. In particolare, già nei primi mesi di vita, sono operativi due sistemi non linguistici di rappresentazione del numero che appaiono nettamente distinti: nel primo (*analog-magnitude representation*) il numero è rappresentato come una grandezza fisica proporzionale al numero degli elementi rappresentati; il secondo è un sistema spazio-temporale (*object-file representation*) per la rappresentazione di piccole quantità di oggetti (entro il quattro) in esperimenti di addizione o sottrazione. Questi due sistemi confluiranno nel corso dello sviluppo in un terzo sistema (*explicit integer-list representation*), che rappresenta la sequenza dei numeri interi e che, con l'uso del linguaggio, fornirà il supporto per le operazioni esplicite di conta (Carey, 2001).

#### **Conta in ordine sparso**

Questa prova valuta il punto di arrivo delle iniziali competenze protomatematiche e ne registra il livello di sviluppo. La prova di conta in ordine sparso è stata costruita in accordo con i cinque principi enucleati da Gelman e collaboratori (Gelman & Gallistel,

1986; Cordes & Gelman, 2005), secondo cui una procedura di conta verbale soddisfa i seguenti requisiti:

- corrispondenza biunivoca (ogni oggetto può essere contato una sola volta);
- ordine stabile (la sequenza numerale non può essere modificata);
- cardinalità (l'ultimo elemento della serie numerica specifica il valore dell'insieme);
- irrilevanza dell'ordine (il bambino può selezionare gli elementi da contare nell'ordine desiderato);
- irrilevanza dell'oggetto (qualunque oggetto è numerabile).

Si chiede al bambino di contare ad alta voce una serie di elementi disegnati e distribuiti in modo spazialmente non ordinato; al termine della conta, l'esaminatore verifica se il bambino possiede la padronanza del principio di cardinalità.

#### **Calcolo implicito**

La valutazione delle operazioni di calcolo in età prescolare avviene attraverso una prova che richiede: a) la ricognizione di due quantità fisiche (presentate in due tempi distinti); b) il loro confronto; c) la valutazione dell'eventuale discrepanza tra le due quantità. La soluzione di queste fasi del compito implica, pertanto, l'attivazione dei tre sistemi non linguistici di rappresentazione del numero cui si è fatto precedentemente riferimento (Carey, 2001).

La prova di calcolo implicito prevista dal TNP presuppone il controllo di due ordini di competenze cognitive: i principi del numero (quelli attivati dalla prova di conta in ordine sparso) e le procedure di calcolo, che, a loro

volta, presuppongono la capacità di confrontare i valori cardinali di due insiemi (cioè di stabilire se 5 ciliegie siano meno o più di 3 ciliegie). Considerato che non si chiede al bambino di contare esplicitamente, bensì di spiegare cosa abbia fatto un dinosauro (se abbia mangiato delle ciliegie o ne abbia portate di nuove), gli si chiede appunto di confrontare il valore cardinale di due grandezze. Il compito richiede altresì di precisare anche il valore ordinale dell'eventuale differenza (se cioè tra 3 e 5 vi siano "2 posti" oppure "3 posti"): l'esaminatore chiede perciò al bambino di quantificare l'azione del dinosauro ("Quante ciliegie ha mangiato?" oppure "Quante ciliegie ha portato nella caverna?"). Per rispondere a questa domanda il bambino deve quindi effettuare implicitamente delle operazioni di calcolo. Come si può osservare nella Figura 5, la prova prevede due addizioni, due sottrazioni e due in cui il numero degli oggetti resta invariato. In questa prova il bambino deve anzitutto specificare la natura dell'azione compiuta dal dinosauro: "ha portato altre noci" (addizione); "ha mangiato delle noci" (sottrazione); "non ha fatto nulla" (equivalenza). Quindi, il bambino dovrebbe specificare esattamente di quanto sia variato il set originario e, di conseguenza, effettuare implicitamente un calcolo di addizione o di sottrazione.

La prova è organizzata in modo che le variazioni del numero (o disposizione) degli oggetti non siano visibili al bambino; egli non può osservare direttamente le azioni del dinosauro. Il set è costituito da un giocattolo (dinosauro) che, non visto, può mangiare alcu-

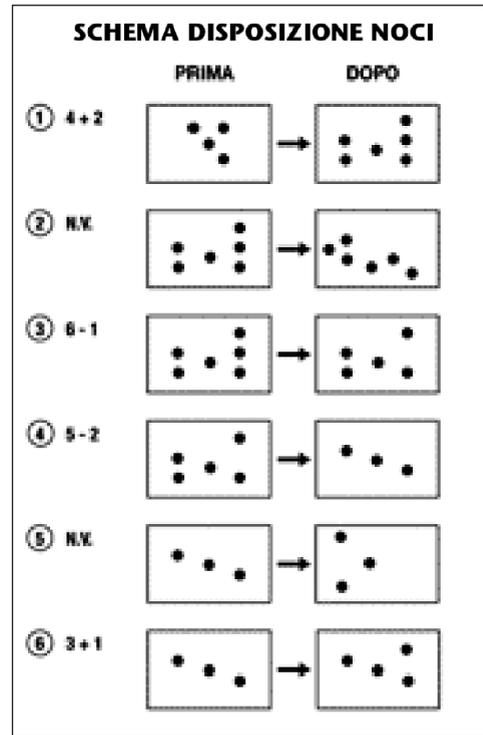


Figura 5. – Schema della disposizione delle noci che il drago manipola di fronte al bambino (prima) e gli esiti della manipolazione non visibile al bambino (dopo). Il bambino deve dire cosa abbia fatto il drago: se abbia mangiato delle noci, ne abbia aggiunto delle altre o non abbia fatto nulla.

ne ciliegie (sottrazione), portarne delle altre (addizione) o non toccarle affatto, lasciando in tal caso invariata la quantità. Allorché al bambino è consentito di esaminare nuovamente la scena, egli dovrà stabilire quale azione sia stata compiuta dal dinosauro. Dopo aver dato la risposta (di tipo "qualitativo") al bambino viene chiesto di precisare quante ciliegie il dinosauro abbia mangiato oppure quante nuove ciliegie abbia portato nella caverna; la richiesta di specificare la quantità precisa delle ciliegie aggiunte

o sottratte richiede una comparazione delle due grandezze osservate sulla linea seriale della quantità.

Nella valutazione delle risposte è stato perciò introdotto un doppio registro, che prende in considerazione – rispettivamente – l’azione e il calcolo, e precisamente: a) il computo delle risposte qualitativamente corrette (“Il dinosauro non ha fatto nulla”, “Ha mangiato delle ciliegie” oppure “Ha portato delle ciliegie nella caverna”); b) il computo delle operazioni implicite eseguite correttamente (se prima c’erano 5 ciliegie e ora ce ne sono 4 allora vuol dire che il dinosauro ha mangiato 1 ciliegia).

#### 4) Funzioni visuo-percettive

Il riconoscimento visivo delle figure può essere alterato in varie patologie neuropsicologiche del bambino e in modi molto diversi, che – a seconda della lesione – vanno dalla compromissione dei processi di base nella percezione visiva all’alterazione della conoscenza visiva memorizzata (come la forma degli oggetti, le relazioni associative, i nomi degli oggetti, ecc.).

Una valutazione analitica del riconoscimento visivo richiede l’impiego di una serie di prove, ciascuna delle quali sia sensibile ad una singola fase o ad una singola componente del processo visivo e che comunque, in senso lato, sia in grado di discriminare tra le proprietà precategory di una figura e quelle che riguardano l’accesso alla conoscenza degli oggetti.

Un test di screening come il TNP non può aspirare ad un tale livello di dettaglio semeiotico, se non allungando a dismisura i tempi di somministra-

zione. Per tale ragione è stata elaborata una prova che analizza al suo interno diverse componenti del processo visivo e fornisce, quindi, un indice sintetico affidabile (e selettivo) del processo di riconoscimento degli oggetti.

#### Discriminazione visuoperceptiva

Questa prova è costituita da una serie di disegni “lacunari” che tracciano, attraverso un assemblaggio di macchie monocrome, un profilo discontinuo di alcuni oggetti comuni. Il bambino deve individuare tra i disegni a tratto continuo che gli vengono proposti, quale sia quello corrispondente al target (Figura 6).

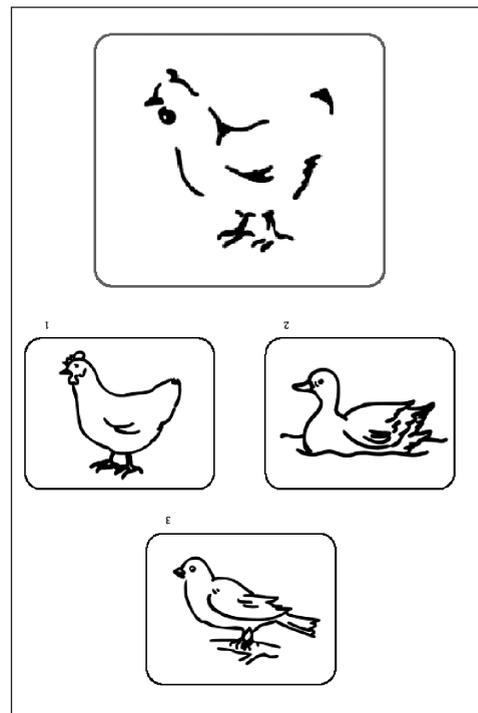


Figura 6. – Figura target parcellare (bordata in cornice rossa) con le due false alternative e il target a tratto continuo.

La prova di discriminazione visuo-percettiva qui presentata è dunque una prova di *sintesi gnosica* che richiede due operazioni complementari: a) la ricostruzione o, se si preferisce, l'“integrazione” dei singoli frammenti in una forma coerente implicita nel target; b) il confronto con le tre figure alternative (a tratto continuo) e la selezione di quella equivalente al target. Questa seconda operazione, data la non completa coincidenza tra la figura target e la corrispondente figura a tratto continuo, comporta un accesso alla conoscenza categoriale immagazzinata nella memoria visiva e alla rappresentazione astratta dell'oggetto, vale a dire il riconoscimento di un'identità semantica.

Il TNP propone dunque una prova di discriminazione e categorizzazione visiva complessa, che richiede la discriminazione percettiva precategoriale (per l'individuazione della figura target) e il riconoscimento categoriale, necessario per stabilire la corrispondenza tra figura alternativa e target.

#### NOTE CONCLUSIVE

L'analisi delle premesse teorico-metodologiche, della struttura e delle procedure di somministrazione del TNP ci consentono di sintetizzare, in conclusione, gli aspetti salienti e le implicazioni operative dell'approccio semeiotico sin qui delineato.

La premessa concettuale su cui si fonda il TNP è che i disturbi linguistici e cognitivi del bambino siano l'espressione clinica di un danno del sistema nervoso centrale, siano, cioè, dei disturbi neurocognitivi. Coerentemente con questo impianto, l'oggetto d'indagine

del TNP focalizza i meccanismi e la struttura interna dei sistemi neuropsicologici nonché la loro dinamica evolutiva. Questa premessa, a sua volta, genera restrizioni metodologiche nella costruzione delle prove e nelle procedure di somministrazione. Per tale ragione, le premesse concettuali su cui è fondato il TNP, il suo impianto analitico e la selezione rigorosa delle prove forniscono a questo strumento semeiotico una grande flessibilità e accuratezza per la valutazione neuropsicologica in età prescolare. La pratica clinica sinora svolta con il TNP conferma le caratteristiche di sensibilità e selettività delle prove che lo costituiscono e che ne fanno uno strumento affidabile nella pratica clinica quotidiana. Esso coniuga, infatti, la maneggevolezza di un test di screening con il dettaglio semeiotico dei test diagnostici più articolati e può aprire nuove prospettive nella diagnosi precoce e nella prevenzione dei disturbi neurocognitivi in età evolutiva.

Una prima caratteristica del TNP è costituita dall'analiticità strutturale di ogni prova, il che consente all'esaminatore un'indagine articolata delle diverse funzioni indagate. Una seconda (e cruciale) caratteristica è costituita dalla selettività funzionale delle prove, che consente di sollecitare in modo mirato i meccanismi neurofunzionali di ciascun sistema neurocognitivo indagato. Nelle prove di produzione morfosintattica, ad esempio, la particolare disposizione dei giocattoli e l'azione con questi evocata creano un contesto pragmatico che giustifica la domanda posta dall'esaminatore per elicitarne la produzione di una specifica struttura sintattica da parte del bambi-

no. Una metodica di questo genere, che crea un contesto pragmatico facilitante grazie all'utilizzo dei giocattoli, è stata inoltre utilizzata anche per la prova di valutazione del calcolo implicito.

In sintesi, dunque, tutte le prove del TNP si conformano a una restrizione metodologica, che consente una riduzione dei costi cognitivi da parte di variabili esterne alla funzione indagata; solo così le strategie adottate dal bambino nella soluzione della prova possono riflettere con accuratezza lo stato del sistema neurofunzionale attivato. L'assenza di una correlazione significativa tra il test intellettuale (CPM) e le diverse prove del TNP fornisce un'ulteriore evidenza della specificità di queste ultime, la cui soluzione non viene influenzata da variabili esterne alla funzione indagata. I dati ottenuti dimostrano, infatti, che per ciascuna prova i valori della deviazione standard sono molto bassi, indice di una modesta variabilità interindividuale. Questa caratteristica conferma che le prove del TNP attivano competenze nucleari, già operanti in età precoce, la cui evoluzione quantitativa subisce variazioni relativamente modeste.

Da quanto esposto, appare evidente che la somministrazione del test non è primariamente finalizzata alla determinazione dei livelli prestazionali del bambino, bensì alla decifrazione del funzionamento dei sistemi neuropsicologici esaminati e al monitoraggio della loro evoluzione nel tempo.

Il sistematico utilizzo di un simile approccio neuropsicologico a *tutti* i bambini con sordità preverbale consentirà di evidenziare i deficit cogniti-

vi “*nascosti*” e di tracciare una precisa mappa delle competenze neurocognitive del bambino sordo. Attraverso l'analisi qualitativa dei meccanismi inceppati si potrà precocemente tracciare un percorso riabilitativo che sfrutti la plasticità cerebrale del bambino, consentendo, così, un più rapido ed efficiente recupero delle funzioni compromesse.

## BIBLIOGRAFIA

- Carey S.: «Bridging the gap between cognition and neuroscience: The example of number representation». In: Nelson C., Luciana M. (eds.): “Handbook of developmental cognitive neuroscience”. MIT Press, Cambridge, MA, 2001.
- Chilosi A.M., Cipriani P., Orazini L., Battini R.: «L'approccio neuropsichiatrico alle sordità infantili complicate associate ad handicap». In: Martini A. (ed.): “Genetica della funzione uditiva”. Ed. Omega, Torino, 541-567, 2006.
- Chilosi A.M., Comparini A., Scusa M.F., Berrettini S., Forli F., Battini R., Cipriani P., Cioni G.: «Neurodevelopmental disorders in children with severe to profound sensorineural hearing loss: a clinical study». *Dev. Med. Child. Neurol.*, 52, 856-862, 2010.
- Chomsky N.: «New Horizons in the Study of Language and Mind». Cambridge University Press, 2000.
- Cordes S., Gelman R.: «The young numerical mind». In: Campbell J.D. (ed.): “Handbook of mathematical cognition”. Psychology Press, New York, 2005.
- Cossu G., Croatto D., Bronte M.C.T.: «Discrepant Language Development in Prelingually Deaf Children with Cochlear Implants: a case-comparison study». Submitted, 2011.
- Cossu G., Paris E.: «TNP: Test Neuropsicologico Prescolare». Giunti OS, Organizzazioni Speciali, Firenze, 2007.
- Crain S., Thornton R.: «Investigations in Universal Grammar». MIT Press, Cambridge, MA, 1998.
- Davis J.: «Performance of young hearing-impaired children on a test of basic concepts». *J. Speech Hear Res*, 17, 342-351, 1974.

- Fry D.B.: «Phonological aspects of language acquisition in the hearing and the deaf». In: Lenneberg E.H., Lenneberg E. (eds.): «Foundations of Language Development». Academic Press, New York, 137-155, 1975.
- Fry D.B.: «The development of the phonological system in the normal and the deaf child». In: Smith F., Miller G.A. (eds.): «The genesis of Language: a psycholinguistic approach». MIT Press, Boston, MA, 187-206, 1966.
- Geers A.E., Tobey E.A.: «Longitudinal comparison of the benefits of cochlear implants and tactile aids in a controlled educational setting». *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 166, 328-329, 1995.
- Geers A.E.: «Factors influencing spoken language outcomes in children following early cochlear implantation». *Adv. Otorhinolaryngol.*, 64, 50-65, 2006.
- Geers A.E.: «Speech, language and reading skills after early cochlear implantation». *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 130, 634-638, 2004.
- Gelman R., Gallistel C.R.: «The child's understanding of number». Harvard University Press, Cambridge, MA, 1986.
- Haegeman L.: «Manuale di grammatica generativa : la teoria della reggenza e del legamento». Ed. Hoepli, Milano, 1996.
- Leonard L.: «Children with specific language impairment». Cambridge: MIT Press, MA, 1988.
- Levitt H., McGarr N., Geffner D.: «Development of language and communication skills in hearing-impaired children: introduction». *ASHA Monographs*, 26, 1-8, 1987.
- Lichert G.F., Loncke F.T.: «The development of proto-performative utterances in deaf toddlers». *J. Speech Lang Hear Res.*, 49, 486-499, 2006.
- Luria A.R.: «Higher cortical functions in man». Basic Books, New York, 1980.
- Miyamoto R.T., Hay-McCutcheon M.J., Kirk K.I., Houston D.M., Bergeson-Dana T.: «Language skills of profoundly deaf children who received cochlear implants under 12 months of age: a preliminary study». *Acta Otolaryngol.*, 128, 373-377, 2008.
- Miyamoto R.T., Svirsky M.A., Robbins A.M.: «Enhancement of expressive language in prelingually deaf children with cochlear implants». *Acta Otolaryngol.*, 117, 154-157, 1997.
- Moog J.S., Geers A.E.: «EPIC: A program to accelerate academic progress in profoundly hearing-impaired children». *Volta Rev.*, 87, 259-277, 1985.
- Moog J.S., Geers A.E.: «Speech and language acquisition in young children after cochlear implantation». In: Horn K.L., McDaniel S.A. (eds.): «Early identification and intervention of hearing-impaired infants». *Otolaryngol. Clin. North Am.*, 32, 1127-1142, 1999.
- O'Donoghue G.M., Nikolopoulos T.P., Archobold S.M.: «Determinants of speech perception in children after cochlear implantation». *Lancet*, 356, 466-468, 2000.
- Osberger M.J., Moeller M.P., Eccarius M., Robbins A.M., Johnson D.: «Language and learning skills of hearing-impaired students: Expressive language skills». *ASHA Monographs*, 23, 54-65, 1986.
- Raven J.C. (1947): «CPM Coloured Progressive Matrices». Ed. it.: Giunti O.S., Organizzazioni Speciali, Firenze, 1996.
- Rizzolatti G., Sinigaglia C.: «So quel che fai». Ed. Cortina Raffaello, Milano, 2006.
- Schlosser G., Wagner G.: «Modularity in development and evolution». The University of Chicago Press, Chicago, 2004.
- Svirsky M.A., Chute P.M., Green J., Bollard P., Miyamoto R.T.: «Language development in prelingually deaf children who have used SPEAK or CIS stimulation strategies since initial stimulation». *Volta Rev.*, 102, 199-214, 2003.
- Svirsky M.A., Robbins A.M., Kirk K.I., Pisoni D.B., Miyamoto R.T.: «Language development in profoundly deaf children with cochlear implants». *Psychol. Sci.*, 11, 153-158, 2000.
- Svirsky M.A., Teoh S.W., Neuburger H.: «Development of language and speech perception in congenitally, profoundly deaf children as a function of age at cochlear implantation». *Audiol. Neurotol.*, 9, 224-233, 2004.
- Van der Lely H.K.J.: «Domain-specific cognitive systems: insight from Grammatical SLI». *Trends Cogn. Sci.*, 9, 53-59, 2005.

