



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione  
(DPSS)

Corso di Laurea Magistrale in Psicologia dello Sviluppo e  
dell'Educazione

## **MECCANISMI DI ACQUISIZIONE DELLO ZERO E IN- FLUENZA DEL DISTURBO PRIMARIO DEL LINGUAGGIO: SINGLE-CASE STUDY**

ZERO COMPETENCE ACQUISITION MECHANISMS AND THE  
INFLUENCE OF PRIMARY LANGUAGE IMPAIRMENT: SIN-  
GLE-CASE STUDY

*Relatrice:*

Prof.ssa Maja Roch

*Laureanda:* Sara Borreca

*Matricola:* 2014876

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUZIONE                                                        | 3  |
| 1. CIRCUITI DI ACQUISIZIONE DEL LINGUAGGIO E DEL CALCOLO            | 4  |
| 1.1 PRIME TEORIE DELLO SVILUPPO DEL LINGUAGGIO                      | 4  |
| 1.2 TAPPE DELLO SVILUPPO DEL LINGUAGGIO                             | 7  |
| 1.3 TEORIE E APPROCCI SULLO SVILUPPO DELL'INTELLIGENZA NUMERICA     | 9  |
| 1.4 PRECURSORI E FUNZIONAMENTO DELLA COGNIZIONE NUMERICA            | 12 |
| 1.5 DISTURBO PRIMARIO DEL LINGUAGGIO: DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE | 16 |
| 2. IL NUMERO ZERO                                                   | 19 |
| 2.1 LO ZERO: EXCURSUS STORICO                                       | 19 |
| 2.2 EVIDENZE SCIENTIFICHE DELL'ACQUISIZIONE DELLO ZERO              | 22 |
| 2.2.1 PRIME EVIDENZE RIGUARDANTI LO ZERO                            | 23 |
| 2.3 LE BASI NEUROANATOMICHE DELLA COMPETENZA DELLO ZERO             | 37 |
| 3. MATERIALI E METODI                                               | 39 |
| 3.1 OBIETTIVI ED IPOTESI DELLA RICERCA                              | 39 |
| 3.2 PARTECIPANTE                                                    | 41 |
| 3.3 MATERIALE TESTISTICO                                            | 46 |
| 3.4 PROCEDURA SPERIMENTALE                                          | 51 |
| 4. RISULTATI DELLA VALUTAZIONE TESTISTICA                           | 54 |
| 5. DISCUSSIONE DEI RISULTATI                                        | 57 |
| 5.1 CONFRONTO CON I GRUPPI DI TASKS IN LETTERATURA                  | 57 |
| 5.2 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI                                   | 59 |
| 5.3 LIMITI E PROSPETTIVE FUTURE                                     | 63 |
| 5.4 CONCLUSIONI                                                     | 65 |
| BIBLIOGRAFIA                                                        | 66 |
| APPENDICE                                                           | 70 |

## INTRODUZIONE

Questo elaborato è nato con lo scopo di analizzare da una prospettiva diversa, un argomento che sta interessando molto il mondo accademico. So è voluto indagare l'acquisizione del numero zero e come questa si differenzia dall'apprendimento e l'elaborazione di tutti gli altri numeri.

Partendo dai dati presenti in letteratura, si è notato un punto di grigio in cui da una parte c'era chi asseriva che la competenza di tale acquisizione fosse tutta responsabilità del calcolo, e chi invece sosteneva un'implicazione importante anche del linguaggio.

Da tale disputa è sorta l'idea di indagare cosa accade, nell'apprendimento del numero zero, quando non si parla più di soggetti a sviluppo tipico, ma anzi, se ci si trova di fronte ad un bambino con disturbo primario del linguaggio. Per farlo si è deciso di svolgere un single case-study con un bambino di 6 anni e 7 mesi, bilingue e con un presunto disturbo primario del linguaggio. L'obiettivo di ricerca è stato quello di provare a dimostrare, attraverso tasks costruite su misura, che una difficoltà linguistica avrebbe intaccato tale processo di apprendimento del numero zero.

I risultati ottenuti ci hanno portato, però, a dimostrare l'esatto contrario, portandoci forse a dire che il peso dell'ambito del calcolo, nell'acquisizione del

numero zero, va ad essere così alto da compensare eventuali difficoltà linguistiche, portando ad una corretta acquisizione di tale numero.

## 1. CIRCUITI DI ACQUISIZIONE DELLE CAPACITA' DI LINGUAGGIO E DI CALCOLO

Per poter affrontare ogni aspetto di questo elaborato con piena chiarezza, è giusto andare a spiegare quelle che sono le fasi che permettono lo sviluppo delle capacità di linguaggio e di calcolo nello sviluppo tipico, in modo tale da rendere più chiaro ciò che accade quando si presenta una difficoltà o differenza nel processo di acquisizione di queste competenze e provare a delineare ciò che si intende quando si parla di Disturbo Primario del Linguaggio.

### 1.1 PRIME TEORIE DELLO SVILUPPO DEL LINGUAGGIO

Nel tempo sono state diverse le scuole di pensiero che si sono succedute per quanto riguarda le teorie alla base dell'acquisizione delle competenze linguistiche.

Gli approcci fondamentali sono stati: l'approccio Innatista con Chomsky, l'approccio Emergentista basato sulle idee di Mill e la teoria Sociocostruttivista sviluppata da Tomasello.

Per quanto riguarda l'approccio innatista, quest'ultimo è costruito sull'assunto che il linguaggio sia una componente innata nell'essere umano, governata da meccanismi dominio-specifici.

Secondo Chomsky ogni lingua va ad essere il risultato dell'incontro tra due elementi, quali l'esperienza, cioè l'esposizione diretta del bambino ad una lingua sin dalla nascita, e quella che viene da lui definita Grammatica Universale (GU), nonché lo stato iniziale della facoltà di linguaggio.

La GU comprende i principi comuni a tutte le lingue, quali la possibilità di formare unità lessicali, che poi possono essere assegnate a categorie specifiche come verbi, nomi aggettivi ecc. per poi organizzarle in unità più ampie, in un ordine che tenderà a rimanere invariato (Chomsky, 2000)<sup>1</sup>.

Altri due concetti che compongono la GU vanno ad essere *l'infinità discreta* e la *ricorsività*.

Con il primo si intende che *“il linguaggio è un sistema combinatorio, in cui un numero finito di unità può essere combinato in un infinità di modi, tali da rendere possibile la formulazione di un numero infinito di messaggi”* (D'Amico, 2013).

Per il concetto di ricorsività, possiamo dire che per quanto esitano delle regole che impongono dei limiti alle infinite combinazioni di unità che possono formare una lingua, quest'ultima è quella caratteristica che favorisce ulteriormente la possibilità di formazione di messaggi complessi: cioè la proprietà di alcune regole lessicali e grammaticali di essere riapplicate indefinitamente dal proprio risultato, generando frasi (D'Amico, 2013). Chomsky sostiene quindi che la GU, comune alla specie umana, è un meccanismo che utilizza come input l'esperienza e produce come output la rappresentazione interna che ciascuno ha della lingua appresa (Chomsky, 2000).

---

<sup>1</sup> Chomsky, 2000<sup>1</sup> in “Psicologia dello Sviluppo e del linguaggio” a cura di D'Amico & Devescovi, 2013

L'approccio Emergentista e Sociocostruttivista hanno messo in discussione alcuni dei punti centrali dell'approccio precedente, ammettendo una componente innata che però va a coinvolgere svariati ambiti neurocognitivi e sociali per ogni ambito che compone il linguaggio, andando così a rompere quell'idea di meccanismi dominio-specifico proposto da Chomsky.

Più nello specifico gli emergentisti hanno messo in risalto la capacità del nostro cervello nel saper segmentare gli stimoli uditivi rapidi ricevuti dall'esterno, per poi individuare le caratteristiche dell'input che ne permettono la loro costruzione (D'Amico, 2013). Si basa sulle idee di Mill, secondo cui dall'interazione delle strutture del sistema cognitivo con le caratteristiche del mondo fisico deriva la conoscenza, questo avviene attraverso azioni senso-motorie ed operatorie che modificano le strutture cognitive.

Quindi possiamo dire che quest'approccio fonda lo sviluppo delle abilità linguistiche sull'unione di abilità innate, unite a capacità del cervello, adattatesi alle richieste della società circostante.

In esso assume un ruolo importante il concetto della grammatica, in quanto permette di avere un insieme di regole comuni per la gestione del nostro strumento comunicativo (D'Amico, 2013)

Nell'ultimo approccio invece c'è un forte focus su quella che è l'abilità nell'imitare dell'essere umano, la quale permette una più facile interpretazione delle intenzioni comunicative altrui portando ad una chiarezza maggiore dell'obiettivo comunicativo del parlato dell'adulto, questo porta al sedimentarsi di una capacità definita "individuazione di configurazioni di input", cioè quell'insieme di processi che permettono al bambino di costruire in autonomia categorie e strutture linguistiche a partire dal linguaggio parlato nell'ambiente in cui vive.

Tomasello considera il linguaggio un prodotto socioculturale, creatosi grazie alle interazioni sociali utili per la formazione della mente individuale (Tomasello, 2003)<sup>2</sup>.

## 1.2 TAPPE DELLO SVILUPPO DEL LINGUAGGIO

Dopo aver analizzato le varie teorie che con il tempo sono emerse sull'ambito del linguaggio e la sua composizione, andiamo a vedere le tappe fondamentali che portano al totale sviluppo delle capacità linguistiche.

Le prime espressioni verbali vengono a palesarsi dopo il periodo in cui il neonato comunica con il solo uso del pianto, questo avviene verso i 4 mesi di vita quando compare il *cooing* (tubare). Il bambino si esprime emettendo una produzione di suoni modulati formati da una sola vocale ripetuta, per esempio aah, ooh ecc.

Solo successivamente, verso il 6° mese compare la tanto attesa *lallazione*, cioè un'espressione ripetuta di suoni formati da una costante alternanza di consonanti e vocali che si ripete in maniera circolare, variando tono e ritmo a seconda di quello che loro intendono esprimere per esempio pa pa pa, do do do. Importante però sottolineare che qui siamo ancora in una fase in cui il senso di queste espressioni verbali viene dato dall'ambiente, quindi non c'è un significato universale, ma è l'adulto di riferimento che volta per volta interpreterà il significato di ogni espressione (Belsky, 2009).

Finalmente verso gli 11 mesi, si presentano quelle che sono il primordiale stadio del discorso, le *olofrasi*, in cui le sillabe scomposte della lallazione iniziano a prendere forma e significato dando vita a parole come "mamma", "papà" le quali risultano essere più semplici, e ogni frase è composta da una sola parola, per esempio, per dire "voglio il

---

<sup>2</sup> Tomasello, 2003 in "Psicologia dello Sviluppo e del linguaggio" a cura di D'Amico & Devescovi, 2013

biberon” dicono “ba”, solitamente accompagnata o da un pointing o un’indicazione dello sguardo.

Questa è la fase in cui il lessico del bambino si inizia ad ampliare, accumulando le prime 50 parole pertinenti, soprattutto, a quelli che sono gli oggetti importanti nel suo mondo.

Verso l’anno e mezzo, due anni avviene una fortissima esplosione del vocabolario, che corrisponde al momento in cui il bambino inizia a comunicare le sue necessità combinando le parole, esprimendo così solo il concetto essenziale, per esempio “io pappa”, “cane bau” ecc., questa fase viene detta del *discorso telegrafico* (Belsky, 2009).

Ricordiamo che arrivati a questo punto dello sviluppo del linguaggio i bambini sono in grado di capire frasi più complesse di quelle che sono in grado di produrre.

Da queste fasi in poi, lo sviluppo del linguaggio nel bambino è un costante crescendo, verso i tre anni inizia a dominare le regole del linguaggio adulto fortificando il passaggio dall’utilizzo dei singoli fonemi che utilizzava nei primi mesi di vita, arrivando a padroneggiare i morfemi (parole formate da più fonemi).

Crescendo, la lunghezza media dell’enunciato aumenta, in quanto vengono accostati sempre più morfemi passando, per esempio, da “io pappa” a “io voglio mangiare” fino ad arrivare verso i 4 anni ad essere fortemente affascinato dalle frasi lunghe, aprendosi così all’acquisizione della grammatica e della sintassi della lingua (Belsky, 2009).

### 1.3 TEORIE E APPROCCI SULLO SVILUPPO DELL'INTELLIGENZA NUMERICA

Per quanto riguarda lo sviluppo delle capacità numeriche sono stati diversi gli approcci delle teorie che si sono succedute nel tempo. Uno dei primi studiosi ad affrontare tale abito con un approccio stadiale è stato Piaget.

Quest'ultimo basava il suo approccio sull'idea che bambini non sviluppano il concetto di numerosità prima dei 6-7 anni, poiché sosteneva che quest'ultima fosse una competenza subordinata allo sviluppo di quelle capacità che si presentano nello stadio operatorio.

In questo stadio il bambino sviluppa quelle che dovrebbero essere le competenze più utili ai fini dell'acquisizione dei concetti numerici; infatti, si iniziano a sviluppare quelle capacità logiche che permettono di avere coordinazione di azioni spaziali e temporali, per poi riuscire anche a coordinare dati indipendentemente da quelle che sono le condizioni spaziali e temporali relativi ad essi. Tutto questo permette al bambino di iniziare a riconoscere misure di peso, durata e velocità, come anche distanza, lunghezza e grandezza ecc. (Piaget, 1941)<sup>3</sup>.

Bisogna però precisare che prima di arrivare a questo stadio, il bambino passa per altri tre stadi quali:

- 1° stadio: periodo che va dai 3 ai 4 anni: il bambino non ha conservazione di quantità né corrispondenza biunivoca, quindi le sue capacità numeriche sono

---

<sup>3</sup> Piaget, 1941 in "Psicologia della cognizione numerica" a cura di Lucangeli & Mammarella

legate soprattutto all'esperienza percettiva immediata, agendo in maniera automatica senza un procedimento logico sottostante;

- 2° stadio: nel quinto anno di vita, il bambino continua ad essere molto legato alla sua percezione immediata del mondo, ma comincia ad avere un'equivalenza tra termine che indica la quantità e i gruppi di oggetti ai quali si riferisce, anche in produzione di ordinamento spontaneo.
- 3° stadio: verso i 6 anni il bambino ha completa padronanza nel coordinare i concetti di equivalenza e di relazione simmetrica (Piaget, 1941)<sup>4</sup>.

L'approccio Piagetiano ha avuto un forte impatto sulla letteratura scientifica che ha cercato d'indagare lo sviluppo delle competenze numeriche nei bambini, le quali però dopo diversi risultati sono riusciti ad alzare delle critiche su alcuni aspetti.

Rugani (2008)<sup>5</sup>, nella sua ricerca ha dimostrato come la capacità di comprendere il mondo in termini numerici sia innata e condivisa sia nell'uomo che nel mondo animale; altre ricerche che hanno dimostrato alcuni limiti dell'approccio piagetiano, dimostrando come alcune competenze venivano falsate dall'utilizzo di certe variabili linguistiche, in quanto possono essere indotti all'errore a causa di un'incompetenza conversazionale, in quanto sono domande, presentate nei diversi compiti, che richiedono di porre attenzione sia su informazioni quantitative, percettive e spaziali e quindi l'errore nella risposte può essere dovuto non solo alla mancata comprensione degli aspetti quantitativi ma anche alle ambiguità percettive e spaziali (Girelli, Lucangeli, Butterworth, 2000)<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Piaget, 1941 in "Psicologia della cognizione numerica" a cura di Lucangeli & Mammarella

<sup>5</sup> Rugani 2008, in "Psicologia della cognizione numerica" a cura di Lucangeli & Mammarella

<sup>6</sup> Girelli, Lucangeli, Butterworth, 2000 in "Psicologia della cognizione numerica" a cura di Lucangeli & Mammarella

Butterworth (1999;2005)<sup>7</sup>, uno dei ricercatori maggiormente a sostegno della tesi innatista del cervello matematico, sostiene che nel nostro cervello ci siano dei circuiti specifici, utili per categorizzare il mondo in termini matematici.

Secondo il ricercatore, le capacità numeriche costituiscono un modulo cognitivo caratterizzato da specificità di dominio, con questo si intende dire che attraverso questo modulo il nostro cervello riesce ad estrarre solo un certo tipo di informazioni in modo facile ed automatico tra cui le capacità numeriche di base, che sono presenti sin dalla nascita.

È importante precisare che con questo non si intende dire che i neonati sappiano già contare, ma che siano già in grado di classificare piccole quantità di elementi (4 massimo 5 elementi) o di notare la differenza di numerosità tra due piccoli insiemi.

A tale proposito è giusto dare una breve panoramica di quelli che, attraverso varie ricerche, sono risultati essere gli aspetti innati secondo Butterworth:

- Subitizing (Atkinson, Campbell e Francis, 1976)<sup>8</sup>: capacità di enumerare in modo rapido ed accurato piccole quantità di oggetti. Ovviamente però questa è una capacità limitata, che migliora leggermente nel tempo, ma resta limitata fino a insiemi di 4-5 massimo 6 elementi, però si aggira intorno a 4 il livello standard
- Approximate Number System (ANS) (Dehaene, Cohen 1998, Gallistel e Gelman, 2005)<sup>9</sup>: è il sistema che sostiene le nostre capacità di stima, essendo questa una capacità approssimata, non siamo in grado di dare un numero esatto quando, per esempio, ci viene chiesto quante persone c'erano ad un evento.

---

<sup>7</sup> Butterworth 1999;2005 in "Psicologia della cognizione numerica" a cura di Lucangeli & Mammarella

<sup>8</sup> Atkinson, Campbell e Francis, 1976 in "Psicologia della cognizione numerica" a cura di Lucangeli & Mammarella

<sup>9</sup> Dehaene, Cohen 1998, Gallistel e Gelman, 2005 in "Lo sviluppo della mente umana" a cura di Macchi Cassia, Valenza & Simion, 2012

## 1.4 PRECURSORI E FUNZIONAMENTO DELLA COGNIZIONE NUMERICA

Comprendere come avviene lo sviluppo delle capacità di conteggio porta a capire il modo in cui compare la capacità di codificare le quantità attraverso il sistema verbale dei numeri e come questo con il tempo si trasforma in padronanza dei meccanismi di conteggio.

Gelman e Gallister (1978)<sup>10</sup>, sostengono che i bambini posseggono un concetto innato di numero, così come esiste una struttura innata legata al linguaggio.

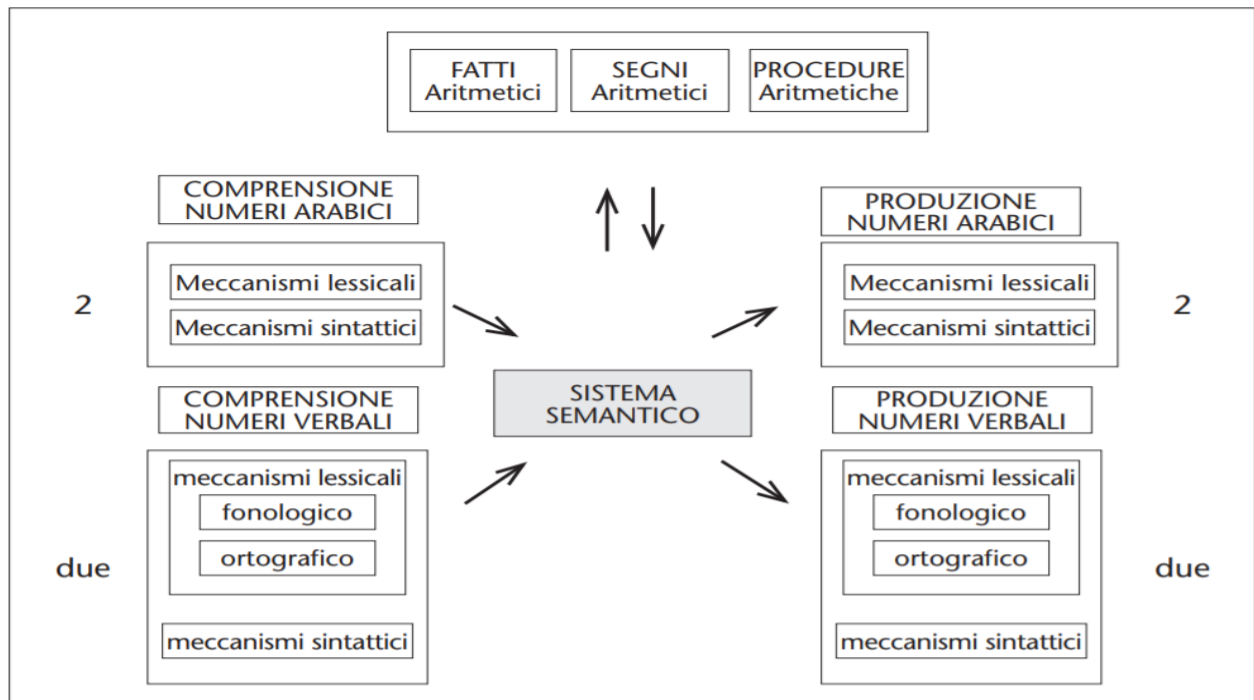
Questi due autori individuano tre principi impliciti, che fanno da precursori al totale sviluppo della cognizione numerica, guidando l'acquisizione del conteggio:

1. Principio di corrispondenza biunivoca: ogni elemento dell'insieme contato deve corrispondere a una sola parola numero;
2. Principio dell'ordine stabile: le parole numero devono essere ordinate in una sequenza fissa che deve rimanere invariata, e va a riprodurre gli elementi che devono essere contati;
3. Principio della cardinalità: l'ultima parola numero usata in un conteggio rappresenta la quantità totale degli elementi contati.

---

<sup>10</sup> Gelman e Gallister 1978, in "Psicologia della cognizione numerica" a cura di Lucangeli & Mammarella

Per capire come da questo si passa all'acquisizione totale delle competenze numeriche e di calcolo, bisogna rifarsi a uno dei modelli principali nato negli anni Ottanta con l'avvento nella neuropsicologia cognitiva.



*Fig. 1* Rappresentazione schematica del Modello modulare di McCloskey (1992)

Questo modello fu proposto da McCloskey nel 1992<sup>11</sup>, è caratterizzato da una struttura altamente modulare, nel quale il sistema semantico rappresenta il fulcro del sistema. Alla base di questo modello viene messa una chiara distinzione tra il sistema deputato all'elaborazione dei numeri e il sistema del calcolo (Girelli, 2014).

Il primo comprende due componenti uno per la comprensione e una per la produzione numerica, e ciascuna al suo interno è formata da sottosistemi codice-specifici deputati all'elaborazione di numeri arabi e numeri verbali. Inoltre all'interno di ogni componente codice-specifici viene definita l'esistenza di meccanismi lessicali e meccanismi

<sup>11</sup> McCloskey nel 1992 in "Evoluzione dei modelli interpretativi dello sviluppo atipico delle abilità di calcolo" a curia di Girelli, L. (2014).

sintattici. I primi sono deputati all'elaborazione degli elementi di base sia del codice arabico, quindi i numeri da 0 a 9, che per il codice verbale quindi le unità, la decine e i moltiplicatori (cento, mila, milione); invece i meccanismi sintattici specificano le regole di composizione che permettono di formare numeri più complessi partendo dai componenti di base.

Quindi i sistemi di comprensione e produzione dei numeri, secondo questo modello, forniscono input e output al sistema di calcolo (Girelli, 2014).

In questo sistema sono presenti a sua volta sottocomponenti autonome deputate al riconoscimento dei simboli delle operazioni, recupero dei fatti aritmetici (es. le tabelline) e procedure di calcolo più complesse (es. incolonnamento corretto dei numeri) .

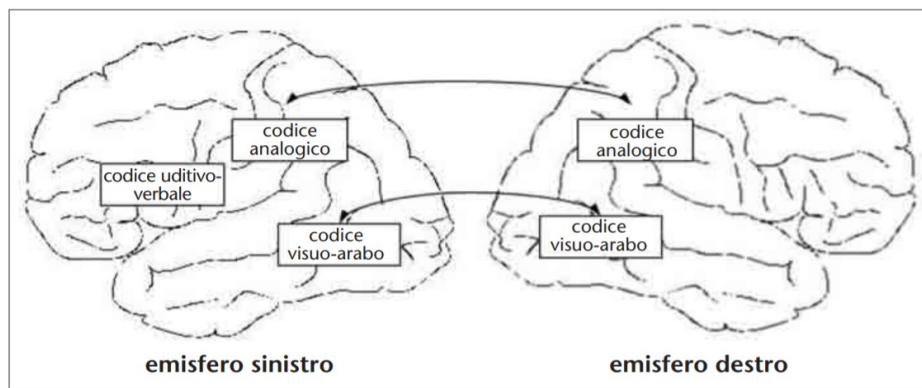
Nella seconda metà degli anni novanta, dopo diverse critiche al modello di McClosky, subentra il “*Modello del triplo codice*” creato da Dehaene (1992), costruito basandosi sull'approccio di diverse discipline, cioè la psicologia comparata, psicologia dello sviluppo, neuropsicologia e neuroscienza, il quale essendo molto trasversale ha avuto una forte influenza nel panorama scientifico per l'intero ventennio.

Nel modello del triplo codice si parte da un assunto secondo cui, i numeri vengono rappresentati nella nostra mente attraverso tre diversi codici (Fig. 2):

- Il codice visuo-arabico: rappresenta i numeri come stringhe di cifre (es. 235), con il compito specifico di reclutamento della soluzione dei calcoli scritti, o per recuperare informazioni riguardo alla parità di un numero;
- Il codice uditivo-verbale: rappresenta i numeri come sequenze sintatticamente organizzate di parole (es. duecentotrentacinque). Funzionale per il conteggio e per il recupero di fatti aritmetici;

- Il codice analogico di grandezza: in esso i numeri sono rappresentati come porzioni di attivazione lungo un'ipotetica linea numerica mentale, infatti svolge la sua funzione in compiti di comparazione di quantità, o stima di grandezza. Questo è l'unico, dei tre codici che veicola informazioni semantiche, cioè la quantità rappresentata da un numero. Per questa ragione le informazioni da esse prodotte risultano approssimative

Questa categorizzazione sarebbe alla base delle capacità innate legate alla numerosità, che ci guidano no verso l'apprendimento di quelle che è la matematica formale.



*Fig. 2 Rappresentazione schematica del Modello del triplo codice di Dehaene*

*(1992;2000)*

## 1.5 DISTURBO PRIMARIO DEL LINGUAGGIO: DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE

In questa sede risulta importante focalizzarci sul Disturbo Primario del Linguaggio (Developmental Language Disorder, DLD), precedentemente catalogato dal DSM-V come Disturbo Specifico del Linguaggio.

Quando ci si trova di fronte a parlatori tardivi, superata l'età di 3 anni, se quest'ultimi continuano a dimostrare delle difficoltà nell'esprimersi e un ritardo generale nelle capacità linguistiche in generale, molto probabilmente riceveranno una diagnosi di Disturbo Primario del linguaggio (DLD). Questa etichetta diagnostica è stata introdotta nel mondo scientifico a seguito della Catalize Consensus tenuta con i maggiori esperti dell'ambito del linguaggio tra cui D. V. M. Bishop nel 2016, durante la quale si è deciso di utilizzare tale etichetta diagnostica in riferimento a casi in cui ci si trova di fronte a bambini che hanno un disturbo del linguaggio che emerge durante il periodo dello sviluppo, è stato però specificato che tale difficoltà non deve essere riconducibile ad altre condizioni biomedicali preesistenti o acquisite come malattie cerebrali, malattie neurodegenerative ecc. (Bishop et al., 2016).

Durante la Catalize Consensus è stato inoltre concordato che tale diagnosi non è preclusa dalla presenza di fattori di rischio neurobiologici, ambientali o la compresenza di disturbi del neuro-sviluppo, senza necessariamente richiedere una discrepanza tra abilità verbali e non verbali.

Fondamentale è che queste difficoltà linguistiche possono coesistere con altre difficoltà cognitive, a livello di memoria procedurale, controllo motorio, memoria di lavoro fonologica, difficoltà nelle funzioni esecutive (Bishop et al., 2016).

Nella Consensus Conference relativa al DLD pubblicata, a maggio 2021, si è definito, di conseguenza ad una systematic review della letteratura in merito, che la DLD è una condizione fortemente eterogenea, che può andare ad influenzare sia la produzione che la comprensione del linguaggio con vari gradi di gravità nei diversi aspetti che compongono l'elaborazione del linguaggio, quindi lessicale, pragmatico, morfosintattico ecc. (Sansavini et al., 2021).

Si è oltre si constatato che questo è uno dei disturbi dello sviluppo con più frequenti sequele neuropsicologiche in circa il 40-50% dei casi, che possono diventare particolarmente evidenti durante il passaggio dal linguaggio orale a quello scritto, e i bambini colpiti possono inoltre mostrare problemi di apprendimento a lunga durata.

Questa condizione generale può portare all'insorgere di difficoltà anche a livello comportamentale, psichiatriche, emotive e di adattamento sociale che potrebbero influenzare la loro capacità di relazionarsi con gli adulti (Sansavini et al., 2021).

Tutte queste condizioni portano a evidenziare l'importanza di una diagnosi precoce, che potrebbe aiutare il bambino a recuperare le sue difficoltà entro il 5° anno di età, evitando così il rischio di future sequele, per tale ragione risulta fondamentale avere ben chiari quelli che sono i predittori precoci e i fattori di rischio che possono portare ad una diagnosi di DLD (Sansavini et al., 2021). In seno a quanto definito nella Consensus Conference si definiscono come possibili fattori di rischio una storia familiare di disturbi legati al linguaggio, un basso livello d'istruzione dei genitori e uno status socio-economico altrettanto basso, sesso maschile, fattori pre o peri-natali come la nascita pretermine o con basso peso alla nascita. Per quanto riguarda invece i predittori precoci del DLD, si fa riferimento ad un vocabolario espressivo limitato, assenza di combinazione di parole,

scarsa comprensione e assenza di gesti tra il secondo e il terzo anno di vita (Sansavini et al., 2021).

## 2. IL NUMERO ZERO

Lo zero è un numero che negli anni ha dimostrato di avere una storia differente, comparando molto in ritardo rispetto agli altri numeri, e di avere delle modalità di acquisizione altrettanto particolari, sin dai tempi più antichi partendo dagli egizi fino ad arrivare a noi. Essendo così particolare, in letteratura lo zero è stato definito “*ostacolo epistemologico*”, questa definizione in didattica della matematica va a indicare un “*concetto di carattere matematico che nella storia ha creato fratture e discussioni e che ha dovuto aspettare secoli per essere pienamente compreso dalla comunità scientifica*” (Vigna G., Benavides-Varela S, 2020).

In questo capitolo proviamo quindi a vedere come questo concetto si è evoluto nel tempo e come studi sempre più recenti, hanno saputo dimostrare la diversità di elaborazione di un concetto numerico sicuramente più astratto di tutti i numeri che fanno quotidianamente parte del nostro sistema numerico.

### 2.1 LO ZERO: EXCURSUS STORICO

Nel suo percorso molto controverso, lo zero apparve in ritardo rispetto alle altre cifre. Bisogna considerare che i primi sistemi di conteggio sono stati rilevati già durante l’Età della Pietra per poi evolversi e diventare sempre più complessi, nella civiltà Egizia e poi con i Greci, ma in nessuna di queste civiltà è stato mai dimostrato l’utilizzo del numero zero, nonostante quest’ultimi fossero arrivati a sviluppare ragionamenti aritmetici, geometrici e astrologici molto complessi.

La prima volta nella storia a comparire qualcosa di simile allo zero fu con il popolo Mesopotamico nel 300 a.C., i quali utilizzavano un sistema numerico che ricorreva allo stesso simbolo per indicare le unità come anche i multipli di 60, per questa ragione la posizione occupata dalle singole cifre era fondamentale per interpretare le cifre nel modo corretto, per questo nacque la necessità dell'utilizzo di un simbolo che andasse a indicare gli spazi vuoti tra esse, andando ad utilizzare per la prima volta lo zero. Importante però sottolineare che in questo caso lo zero non veniva ancora considerato come un numero, ma era piuttosto un segnaposto (Vigna G., Benavides-Varela S, 2020). Ci volle molto tempo prima che lo zero da tale funzione iniziasse ad essere considerato come tutti gli altri numeri, infatti bisogna aspettare che con l'invasione dell'India da parte dei macedoni nel 326 a.C., i matematici indiani entrati a contatto con una nuova cultura, compresero che lo zero potesse essere considerato come tutti gli altri numeri. Quest'intuizione portò alla nascita dell'algebra, che si diffuse sempre più in altri popoli come in quello musulmano durante la sua conquista della Cina, portando così ad una diffusione sempre più ampia e condivisa di questo nuovo concetto di zero.

Fu così che tra conflitti e scambi commerciali l'utilizzo dello zero nella matematica arrivò fino all'Occidente, così nei secoli successivi i banchieri e i mercanti italiani iniziarono ad utilizzare i numeri arabi per l'esecuzione di ogni tipo di calcolo, fino a che solo nel '500, dopo diversi scontri accademici, i numeri arabi e l'uso dello zero vennero definitivamente accettati ed utilizzati in tutta la loro potenzialità (Vigna G., Benavides-Varela S, 2020). Interessante sapere che, in modo completamente distaccato da tutte le altre civiltà, i Maya introdussero il concetto di zero, collegando la sua funzione ad un significato prettamente religioso, in particolare era strumento fondamentale per scandire il tempo che passava. I Maya strutturarono il loro calendario secondo l'idea che ogni mese era posto sotto il

controllo di un Dio in particolare e il mese non iniziava mai dal giorno uno ma dal giorno zero, in quanto sostenevano fosse necessario un giorno per il passaggio di potere da un Dio all'altro. In oltre il popolo dell'America centrale identificava il Dio della morte con il numero zero, il quale governava nove dei degli inferi, quest'ultimo era responsabile del giorno in cui il tempo si sarebbe fermato quindi se lui fosse stato sconfitto la morte stessa non sarebbe più esistita (Vigna G., Benavides-Varela S, 2020).

## 2.2 EVIDENZE SCIENTIFICHE DELL'ACQUISIZIONE E ELABORAZIONE DELLO ZERO

Entrando nel vivo di tale elaborato, andremo di seguito a trattare i vari studi e le diverse metodologie che hanno permesso di raggiungere un accordo comune, nella comunità scientifica, riguardo alle differenziazioni che caratterizzano l'elaborazione del numero zero rispetto a tutti gli altri numeri che ci troviamo quotidianamente ad utilizzare. Inoltre, proveremo a porre un particolare accento su quello che poi sarà il cuore della nostra sperimentazione, cioè il collegamento tra la cognizione numerica e linguaggio.

Sappiamo molto bene che esistono delle somiglianze tra questi due sistemi, ma soprattutto come molte loro funzioni siano ben intrecciate tra di loro, basti pensare al fatto che le quantità sono esprimibili attraverso il canale uditivo-vocale con il codice verbale, inoltre ogni segno linguistico relativo ai numeri va ad avere un rapporto convenzionale con il significato che quest'ultimi sottintendono, nonché la quantità. Anche nella modalità scritta, il linguaggio matematico può essere veicolato attraverso il codice verbale, tipicamente attraverso il codice arabo (Canton, 2008)<sup>12</sup>.

Alcune ricerche degli ultimi anni, in merito a tale correlazione hanno portato gli studiosi ad ipotizzare che "l'elaborazione del numero possa essere ricondotta non solo ed esclusivamente a operazioni di elaborazione linguistica/simbolica, ma anche a operazioni di quantificazione, cioè a operazioni cognitive mediate dall'attivazione di una rappresentazione mentale delle quantità numeriche di tipo analogico, non verbale (Dehane, 1992)."

Quanto detto finora è stato base di forte interesse riguardo al numero zero, il quale, si è visto, segue alcune traiettorie differenti.

---

<sup>12</sup> Canton, 2008, in "Psicologia della cognizione numerica" a cura di Lucangeli & Mammarella

### 2.2.1 PRIME EVIDENZE RIGUARDANTI LO ZERO

Alcuni dei primi ricercatori che hanno fatto dello zero fonte del loro particolare interesse sono stati Wellman e Miller, che con una delle loro principali ricerche nel 1986 hanno spiegato per la prima volta lo sviluppo del concetto dello zero come mai nessuno aveva fatto.

I due ricercatori hanno strutturato il loro studio cercando risposta a due ipotesi principali:

-1° ipotesi: in riferimento a bambini di età compresa tra i tre anni e mezzo e di sei anni e mezzo, l'ipotesi era che la comprensione dello zero dovrebbe essere possibile solo dopo la comprensione di altri piccoli numeri e dopo aver appreso le capacità di conteggio ad essi relative.

-2° ipotesi: relativamente ad un campione di bambini di età compresa tra i cinque anni e i dieci anni, l'ipotesi era che la conoscenza della matematica e la competenza riguardo all'uso dello zero dovrebbe essere coinvolta nella comprensione algebrica precoce dei bambini.

Wellman e Miller (1986), per trovare risposta a tali domande hanno utilizzato una serie di test ad hoc, che vedremo nei prossimi capitoli nel dettaglio, in quanto verranno ripresi nella sperimentazione di tale elaborato, portano al mondo scientifico importanti evidenze.

I due ricercatori hanno notato che durante l'età prescolare i bambini imparano molto più di quanto si possa immaginare sul conteggio dei numeri, formando anche le loro prime concezioni sul numero zero, che comunque si sviluppano in ritardo rispetto alle conoscenze relative ai numeri naturali. Più nello specifico i loro risultati hanno permesso di definire tre fasi attraverso le quali i bambini raggiungono la totale comprensione dello zero.

Prima di tutto avviene una familiarizzazione con il simbolo e il nome “zero”; infatti, dimostrano una precoce capacità di nominare e riconoscere quest’ultimo. Raggiunta questa prima fase si passa alla comprensione concettuale della quantità indicata dal numero zero, cioè capire che tale simbolo si riferisce ad una non quantità numerica, corrispondente a nulla, niente o nessuno.

Infine, nella terza ed ultima fase, i bambini iniziano a realizzare la relazione dello zero con gli altri piccoli numeri (da 1 a 9), e in particolar modo iniziano a capire che lo zero è il più piccolo di tutti i piccoli numeri interi e non negativi.

Importante specificare che in questa evoluzione a tre fasi, prima di raggiungere l’ultima ed acquisirla in modo chiaro, hanno una forte confusione su un aspetto in particolare, cioè, anche quando capiscono la quantità a cui il numero zero si va a riferire, cioè il nulla, e riescono a comprendere che quest’ultimo indichi una quantità molto più piccola di tutti gli altri numeri, comunque continuano a pensare che il numero più piccolo di tutti sia il numero uno (Wellman & Miller, 1986).

Nello studio si è visto che queste fasi si presentano, nello sviluppo del bambino a prescindere dal suo essere stato esposto preventivamente o meno a specifiche informazioni relative al numero zero, in quanto si è visto una dimostrazione di tale sviluppo in bambini provenienti da ambienti molto diversi, i bambini preventivamente esposti a informazioni riguardanti lo zero, sviluppavano tale capacità nello stesso modo, con la stessa sequenza di fasi di che veniva esposto in un secondo momento, ma solo con un anticipo sulla tabella di marcia.

Possiamo quindi concludere che secondo Wellman e Miller (1986), alla fine dell’età pre-scolare i bambini hanno una comprensione più o meno completa del numero zero come

uno dei numeri più piccoli tra i piccoli numeri, con una chiara comprensione della quantità nulla che quest'ultimo indica.

Partendo da questo studio si sono succedute una serie di ricerche che hanno indagato diverse sfaccettature di tale ambito, sia per quanto riguarda il suo sviluppo, che per quando riguarda gli altri ambiti che potrebbero influire nella sedimentazione della conoscenza del numero zero.

Pixner et al. nel 2018, ha provato a capire se ci sono dei predittori significativi della comprensione del concetto di cardinalità da parte dei bambini, notando che studi recenti hanno dimostrato che le abilità linguistiche possono giocare un ruolo molto importante. Negan J. e Sarnecka B. W. nel 2012 hanno scoperto un forte collegamento tra lo sviluppo del vocabolario dei bambini e la comprensione del significato cardinale delle prime parole numeriche, dimostrato dal fatto che maggiore era il vocabolario del bambino migliore è la loro conoscenza dei numeri cardinali.

Si è notato che questa associazione può essere influenzata dai marcatori linguistici di plurale e singolare che portano a sottolineare la differenza tra una parola che si rivolge a uno o più elementi, alcuni esempi li possiamo trovare nella lingua inglese in cui ogni numero più grande di uno è seguito da un sostantivo posto nella forma plurale. In una fase così precoce come può essere il periodo prescolare, questi marcatori possono essere degli utili indizi per capire meglio e approcciarsi più facilmente alla cardinalità e quindi capire la differenza tra una parola numero che si riferisce a uno o più oggetti; infatti, si è visto che in lingue che non hanno una chiara differenziazione in parole plurali o singolari come,

ad esempio, il giapponese (Sarnecka et al., 2007)<sup>13</sup> i bambini impiegano molto più tempo a capire la cardinalità del numero uno rispetto a bambini che parlano la lingua inglese.

Inoltre, nello studio sviluppato da Barner et al., (2007) è risultato che i bambini inglesi già all'età di più o meno due anni riuscivano a distinguere la differenza tra la quantità di uno e più di uno, interessante notare che tale risultato si è dimostrato in corrispondenza al periodo in cui i genitori hanno riferito che i loro figli hanno iniziato a utilizzare i sostantivi in forma plurale.

Questi risultati ci dimostrano quindi che la lingua gioca un ruolo fondamentale nell'acquisizione dei numeri e in particolare di questo concetto di cardinalità dei piccoli numeri, per di più il linguaggio, è stato definito da Spelke et al., (2003), come un vero e proprio collante che permette alla nostra mente di assemblare semplici concetti di base per raggiungerne di più complessi. portando quindi a chiedersi quanto e come questi due ambiti vanno ad intrecciarsi, e se quanto visto finora sia una regola ampliabile anche al numero zero, aspetto che indagheremo successivamente.

Per quanto riguarda lo zero in particolare, Pixner et al., (2018), ha sostenuto che le difficoltà di comprensione ad esso legate possono riferirsi al suo valore numerico, in quanto a differenza di tutti gli altri numeri che indicano una quantità, lo zero indica l'assenza di quantità e questo può risultare confusionario, come può anche porsi una difficoltà di comprensione del concetto di nulla.

Il ricercatore ha basato quest'affermazione partendo da evidenze poste in altre ricerche come quella precedentemente citata di Wellman e Miller (1986), per poi aggiungere che lo zero è un numero con delle regole differenti rispetto agli altri numeri; infatti, è

---

<sup>13</sup> Sarnecka et al., 2007 in "Differential Development of Children's Understanding of the Cardinality of Small Numbers and Zero" a cura di Pixner S, Dresen V, Moeller K.

interessante notare che da un punto di vista linguistico lo zero, in molte lingue, è associato alla forma plurale del sostantivo a cui si riferisce, anche se quest'ultimo rappresenta una quantità inferiore ad uno (Pixner et. al, 2018).

A questo aspetto si aggiunge un'osservazione molto importante secondo cui si può notare che quando viene insegnato il conteggio ai bambini non si è soliti partire dal numero zero, ma dal numero uno; tutti questi aspetti possono andare ad influenzare il significato cardinale dello zero nei bambini. Partendo da questi aspetti, Pixner e colleghi (2018) hanno esplorato il modo in cui il linguaggio influenza l'acquisizione della cardinalità dello zero in bambini in età prescolare. Di tutte le variabili indagate come possibili predittori dell'acquisizione della cardinalità dello zero (es. età, vocabolario, percezione visuo-spaziale, identificazione del numero, abilità di conteggio, conteggio digitale), esclusivamente il vocabolario è stato dimostrato essere un predittore significativo ( $p = 0.003$ ), per cui ad un miglior vocabolario era associata una migliore conoscenza dello zero.

Partendo da quanto detto finora è importante osservare alcune contraddizioni che si sono venute a presentare in particolare tra lo studio di Wellman e Miller (1986), sopra affrontato, e lo studio più recente di Bialystok & Codd, 2000, i quali avevano come obiettivo di ricerca quello di indagare la comprensione e la notazione spontanea dei numeri interi positivi e del numero zero nei bambini in età prescolare.

Uno dei primi risultati che va a contrapporsi a quanto espresso da Wellman e Miller (1986), è che secondo i loro risultati, la comprensione dello zero non sia più difficile rispetto a quella dei numeri interi.

Tale affermazione deriva dalla sperimentazione con bambini tra i 3 e i 7 anni ai quali veniva chiesto di svolgere un compito di Give-N task, che consisteva nel dare un certo quantitativo di biscotti a dei pupazzi, per poi prendere appunti di tali quantità.

Dopo di che, a distanza di 20 minuti e poi di due settimane veniva chiesto loro di ricordare la quantità richiesta usando comunque gli appunti presi in precedenza. I bambini sono riusciti a portare a termine il compito sia quando gli veniva richiesta un numero intero positivo, sia quando gli veniva richiesto una quantità nulla e a ricordarlo dopo 20 minuti. Invece nella condizione di richiesta dopo due settimane i bambini di 3-4 anni non riuscivano a ricordare il numero zero invece i bambini di 5 anni sì.

La contraddizione che si presenta tra i risultati delle due ricerche gira intorno a diversi punti, in quanto molto potrebbe dipendere dalla diversa tipologia di compiti che vengono proposti o anche da un differente approccio interpretativo dei risultati.

Infatti potrebbe essere che lo zero potrebbe essere gestito in maniera più semplice in una precisa tipologia di compiti rispetto ad altri portando dei risultati differenti (Krajcsi et al., 2021).

Altre precisazioni vanno ad essere ad un livello più complesso; quando Wellman e Miller (1986), nella loro ricerca definiscono tre fasi che portano all'acquisizione del numero zero da parte dei bambini, ci sarebbe da precisare che in realtà in esse ci sarebbe da aggiungere un ulteriore fase.

Infatti, tra la seconda e la terza fase, come abbiamo spiegato sopra, viene a crearsi un momento molto contraddittorio in cui gli autori sostengono che i bambini pur avendo acquisito la cardinalità dello zero, continuano a considerare il numero uno, il più piccolo di tutti, anche se sanno che lo zero è più piccolo del numero uno. Questa dissociazione nella loro conoscenza dello zero, è possibile che sia causata da un errata concezione dello zero, che non viene considerato come un numero (Krajcsi et al., 2021).

Un'ulteriore spiegazione potrebbe essere che il tutto sia dovuto dall'assenza del numero zero nella lista di conteggio, che causa quindi una diversa considerazione del numero zero rispetto agli altri numeri, come spiegato nello studio di Merritt & Brannon, 2013.

Queste due spiegazioni potrebbero far quindi pensare che la meta-cognizione dei bambini per quanto riguarda lo status di numero dello zero, potrebbe essere indipendente dalla corretta gestione del suo valore, portando quindi a concludere che i bambini possono capire lo zero quando lo riescono a comparare con gli altri numeri correttamente, ma non sapendo ancora che deve essere categorizzato come un numero (Krajcsi et al., 2021). Se queste spiegazioni fossero valide allora andrebbe a validarsi quanto sostenuto da Bialystok & Codd, (2000), in quanto i bambini sarebbero in grado di capire lo zero prima di quanto sostenuto da Wellman e Miller (1986).

A tutte queste critiche finora alzate, bisogna però affiancare alcune precisazioni metodologiche riguardo alla ricerca di Bialystok & Codd, (2000), che potrebbero andare a mettere in discussione parte dei loro risultati.

Per quanto riguarda la formulazione linguistica con cui i vari compiti sono stati proposti, la terminologia con cui ci si è rivolti al numero zero potrebbe aver influenzato la performance.

Per capire meglio a cosa ci si sta riferendo basta pensare che nel linguaggio naturale è difficile che ci si riferisca ad una quantità nulla utilizzando il termine matematico “zero” ma piuttosto viene usato il termine “nulla” o “niente”, per esempio usiamo dire “non dare nulla al cane, al posto di dire “non dare zero al cane”.

Nelle due ricerche di cui abbiamo parlato finora vediamo che nella ricerca di Bialystok & Codd, (2000) i task proposte ai bambini sono state fatte utilizzando il linguaggio

naturale invece in quelle di Wellman e Miller (1986), è stato utilizzato il linguaggio matematico.

Nella prima ricerca questo può aver facilitato la buona riuscita del compito richiesto anche a bambini con età inferiore alle aspettative, che invece erano stati definiti ancora troppo piccoli nella ricerca di Wellman e Miller (1986), facendo quindi presupporre che utilizzare il linguaggio matematico sia più difficile per i bambini rispetto ad utilizzare il linguaggio naturale, in quanto è usato meno frequentemente (Krajcsi et al., 2021).

Di conseguenza a tutte le contraddizioni che si sono venute a definire tra questi due studi, Krajcsi et al., (2021) hanno pensato di strutturare una ricerca che permettesse di avere ulteriori dati raccolti statisticamente sulla comprensione del numero zero nei bambini in età prescolare.

Per farlo hanno definito dei compiti che non si andassero a basare sui classici modelli teorici come l'ANS, o l'indice visivo, ma hanno strutturato tasks più completi basate su capacità di conteggio, confronto, addizione e sottrazione, sia in versione verbale che non verbale, in modo tale da capire se i bambini in età prescolare riescono a gestire compiti numerici contenenti lo zero.

A questi vengono aggiunti anche compiti che permettono di testare il potenziale dell'utilizzo del linguaggio in compiti numerici, contrapponendo compiti con linguaggio naturale e compiti con linguaggio numerico (Krajcsi et al., 2021).

Ad tali obiettivi principali della ricerca vengono affiancate altre indagini, infatti i ricercatori hanno provato a capire quanto la comprensione del concetto di cardinalità, porti il conoscitore ad un livello differente di comprensione dello zero, e se possa dimostrarsi già in bambini più piccoli; ultima domanda a cui tale ricerca cerca risposta è provare a capire se la fase extra da aggiungere alle 3 fasi proposte da Wellman e Miller (1986), sia

effettivamente osservabile e affidabile ad un certo punto della comprensione dello zero nel periodo prescolare (Krajcsi et al., 2021).

Nello studio sono stati strutturati compiti specifici che permettono di indagare gli aspetti sopra esposti. Andremo ora a vederli nello specifico in quanto molto utili per la nostra ricerca:

| <i>Nome del compito</i>           | <i>Breve descrizione del compito</i>               |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------|
| Misurare la conoscenza del numero |                                                    |
| Give-N                            | Dare N palle ad un soggetto                        |
| Operazioni con zero               |                                                    |
| Comparazione                      | Scegliere il set più grande                        |
| Somma                             | Sommare due valori                                 |
| Sottrazione                       | Sottrarre un valore all'altro                      |
| Meta-conoscenza dello zero        |                                                    |
| Numero più piccolo                | Dire il numero più piccolo                         |
| È un numero?                      | Specificare se i diversi elementi sono numeri o no |

*Tab 1. Sommario dei compiti proposti nella ricerca di Krajcsi et al., (2021)*

Proviamo a vedere i vari compiti nello specifico come sono stati sviluppati.

Nel Give-N task veniva richiesto ai bambini di dare delle precise quantità di palline ad un uccello a pupazzo, con lo scopo di indagare la comprensione della cardinalità da parte di quest'ultimo e per capire se il bambino reagisce nel modo corretto alle richieste contenenti la parola “zero” o “nulla” (Krajcsi et al., 2021).

Per questa ragione richieste relative a numeri interi positivi venivano intervallate da richieste contenente il numero zero, espresso sia in linguaggio naturale che in quello matematico in modo da poter ottenere un confronto oggettivo tra i vari risultati, al fine di una migliore interpretazione dei risultati è utile sapere che la sperimentazione è avvenuta in lingua ungherese, nella quale i sostantivi dove le quantità sono espresse sempre in forma singolare, evitando quindi di proporre dei facilitatori linguistici (Krajcsi et al., 2021).

Importante sottolineare che alla fine di ogni richiesta lo sperimentatore chiedeva al bambino se era pronto per la richiesta successiva, passaggio fondamentale soprattutto negli items dove il bambino non doveva dare nulla allo sperimentatore (Krajcsi et al., 2021).

Nel secondo gruppo di compiti sono stati proposti compiti di confronto tra quantità.

Il compito poteva essere proposto sia in forma verbale “qual è di più tra 5 e 3?”, oppure in forma visiva, disponendo i due gruppi di oggetti ai lati opposti del tavolo, per poi chiedere al bambino da che lato ne vedesse di più, senza dirgli quanti oggetti era presenti in ciascun gruppo.

In questa versione del compito nei tasks con zero veniva lasciato uno spazio vuoto; invece, nella versione verbale lo zero poteva essere etichettato sia come “zero” che come “niente” (Krajcsi et al., 2021).

Nei compiti successivi richiedevano capacità di addizione e sottrazione.

In questi compiti aritmetici veniva chiesto ai bambini di aggiungere o sottrarre due numeri e dare il risultato. Anche in questo caso il compito poteva essere proposto sia in forma verbale che spiegato mostrando degli oggetti fisici. Nella prima versione lo zero poteva essere espresso indistintamente sia in forma naturale che matematica, invece nella forma pratica, per lo zero non venivano posti oggetti sul tavolo, ma questa era pur sempre affiancata da una descrizione verbale che poteva esprimere lo zero in entrambe le forme.

Il compito veniva proposto inserito in una storia (Krajcsi et al., 2021).

Sia nella comparazione che nell'addizione e nella sottrazione i ricercatori hanno proposto due serie differenti di richieste numeriche a seconda se il bambino in questione, al compito precedente, avesse dimostrato di avere chiaro, o meno il concetto di cardinalità.

Nel gruppo di compiti successivo, veniva fatta una prima richiesta, cioè quale fosse il numero più piccolo tra quelli proposti.

Questa richiesta aveva lo scopo di capire se i bambini consideravano lo zero il numero più piccolo, posto come primo compito in modo da non essere influenzato dall'andamento delle altre prove, le quali avrebbero potuto insegnare al bambino il significato dello zero (Krajcsi et al., 2021).

Per l'esercizio successivo veniva richiesto al bambino, tra i vari elementi propostigli, quali fossero numeri. Questo compito veniva espresso verbalmente chiedendo al bambino "il fiore è un numero?", oppure "il tre è un numero?", utilizzando sia parole numeriche che no, in modo da poter validare il compito.

Gli ultimi due tasks sono stati proposti sin all'inizio della sperimentazione in modo tale da testare eventuali influenze da parte degli altri compiti proposti (Krajcsi et al., 2021).

Da tale sperimentazione Krajcsi et al., (2021) sono riusciti a ricavare delle informazioni molto interessanti sul modo dello zero e dei numeri.

Prima di tutto si è visto che i bambini in età prescolare riescono a capire la gestione degli insiemi vuoti in un contesto numerico, applicandolo in modo adeguato in diversi contesti numerici quali confronto, addizione e sottrazione. Questo discorso è estendibile anche a quei bambini che rientravano nella categoria di conoscitori di sottosistemi, cioè “ che possono dare soltanto 1, 2, 3, o 4 elementi e non usano il conteggio per generare gli insiemi o controllare le risposte, perché conoscono solo un sottoinsieme dei significati del nome del numero (per esempio, soltanto ‘uno’ o ‘due’) ma non usano ancora il conteggio per generare gli insiemi o controllare le risposte” (Sarnecka, et al., 2018), se nelle richieste dei compiti ci si riferiva allo zero utilizzando solamente il linguaggio naturale e non quello matematico (Krajcsi et al., 2021).

Questo risultato va a porsi in contrasto con quanto sostenuto da Wellman e Miller (1986) per quanto riguarda la gestione dello zero, ritenuta troppo difficile per i bambini in età prescolare, risultato presentatosi in quanto non era stata presa in considerazione l’aspetto linguistico; infatti, gran parte dei compiti venivano presentati utilizzando linguaggio matematico per loro poco comprensibile.

A questo aspetto si aggiunge un secondo punto di contraddizione in quanto i due ricercatori sostenevano che i bambini capiscono lo zero solo dopo aver bene chiaro il fatto che quest’ultimo è il numero più piccolo; Krajcsi et al., (2021) invece sostengono che quest’aspetto non sia fondamentale per definire la capacità o meno, da parte del bambino, di gestire lo zero, anzi credono che abbia più validità il dimostrare che loro siano in grado di gestire il numero zero in compiti numerici.

Un secondo risultato proposto da Krajcsi et al. (2021) è che i bambini in età prescolare pur sapendo gestire insiemi vuoti, non sono in grado di muoversi agilmente quando viene utilizzato il linguaggio matematico.

Secondo i ricercatori, una motivazione di tale difficoltà è l'assenza di conoscenza da parte dei soggetti del significato della parola "zero", infatti i bambini che non conoscevano la parola "zero" non erano in grado di risolvere compiti in cui ci si riferiva ad esso con un linguaggio matematico, finchè non gli veniva riproposto lo stesso compito sostituendo tale termine con altri, come "nulla" o "niente".

Un altro aspetto legato sempre al fattore linguistico, che si è presentato in questa ricerca, va a dimostrare che quando i compiti venivano proposti con termini matematici i bambini dimostravano di essere in maggiore difficoltà, dimostrando di riuscire a risolvere il compito se lo zero veniva presentato in fisicamente e non verbalmente e se la formula della frase era in linguaggio naturale (es. non dare nessun biscotto all'uccello) (Krajcsi et al., 2021).

Questo permette di dimostrare ancora che le difficoltà legate allo zero vanno ad essere tutte linguistiche e non concettuali, risultato spiegato dal fatto che per i bambini in età prescolare è più usuale sentire e utilizzare il concetto del nulla, piuttosto che quello di zero.

Inoltre, si è visto che per i bambini le maggiori difficoltà si sono palesate relativamente allo stato numerico dello zero, in quanto non erano sicuri che fosse un numero e mostravano la contraddizione notata anche da Wellman e Miller (1986), secondo cui i bambini considerano l'uno il numero più piccolo di tutti, sostenendo però che lo zero sia più piccolo di uno.

Tale contraddizione può essere legata ancora una volta al fatto, che in questa fase i bambini non sono ancora sicuri che lo zero sia un numero, per questo nella loro mente l'ultimo numero più piccolo che conoscono risulta essere il numero uno (Krajcsi et al., 2021).

Krajcsi et al. (2021), hanno concluso, provando a dare motivazioni dell'unicità dello zero, partendo da due precise prospettive.

Da un lato hanno provato a capire se fosse riconducibile ad un aspetto più linguistico e culturale, giungendo alla conclusione, che sicuramente è un aspetto fondamentale ma non basta a spiegare la complessità di tale numero.

Come seconda ipotesi, ci si è chiesti se quest'unicità potesse essere meglio motivata con un approccio rappresentazionale, secondo cui, (Carey 2004, 2009), i bambini riescono a capire la cardinalità dei numeri attraverso un processo di memorizzazione a lungo termine di set visivi in cui vengo rappresentate le quantità corrispondenti al simbolo o al termine di riferimento, per poi generalizzare tale corrispondenza a ogni volta che si trovano di fronte a tale numero, sapendo per esempio qual è la quantità che corrisponde al numero tre.

Il problema di questo sistema sovviene quando si parla dello zero, in quanto non è possibile raffigurare visivamente una non quantità, rendendo quindi difficile la possibilità di riconoscimento della corrispondenza della cardinalità del termine e simbolo "zero" (Carey 2004, 2009).

### 2.3 LE BASI NEUROANATOMICHE DELLA COMPETENZA DELLO ZERO

Nell'ultima decade, alcuni gruppi di ricerca si sono dedicati a definire e/o ricercare le aree cerebrali coinvolte nell'elaborazione del concetto di zero e del suo utilizzo nelle abilità di calcolo (Ramirez-Cardenas et al., 2016; Benavides-Varela et al., 2016; Harvey, 2016; Rinaldi e Girelli, 2016). Si è discussa la possibilità che l'apparizione tardiva dello 0 nell'evoluzione umana e nel nostro sviluppo, probabilmente riflette il fatto che i sistemi responsabili per processare le numerosità non-verbali non hanno la necessità di processare insiemi vuoti (Mou e vanMarle, 2014).

Secondo questi autori, gli organi di senso sono evoluti principalmente per processare la presenza di qualcosa senza essere necessariamente pronti a processare l'assenza di qualcosa. Uno studio, discusso in due commenti (Harvey, 2016; Rinaldi e Girelli, 2016), ha cercato di esaminare l'attività cerebrale legata all'elaborazione dello 0 per derivarne dei moduli dedicati nel cervello dei macachi (Ramirez-Cardenas et al., 2016).

I risultati, ottenuti attraverso la registrazione dell'attività a livello dei singoli neuroni, ha evidenziato che, posteriormente, nei neuroni del solco intraparietale lo 0 è rappresentato come un'assenza di quantità, suggerendo un modulo per la rappresentazione delle quantità fisiche, mentre nei neuroni della corteccia pre-frontale lo 0 viene rappresentato come un numero, iscritto dentro un continuum (es. 012345). Questo suggerisce una gerarchia di rappresentazione dello 0, per cui il cervello tramuta la non quantità fisica a livello posteriore in una rappresentazione numerica astratta utile per i processi di calcolo a livello anteriore (Ramirez-Cardenas et al., 2016).

Uno studio italo-inglese (Benavides-Varela et al., 2016) su pazienti con lesioni dovute a eventi cerebrovascolari (es. ictus) nell'emisfero di destra, ha indagato la loro competenza

del numero 0 in confronto ad un gruppo di controllo sano. I risultati hanno confermato che i pazienti con lesione emisferica destra avevano difficoltà statisticamente significative nell'utilizzo, nella scrittura e nell'elaborazione del numero 0 rispetto al gruppo di controllo, suggerendo una lateralizzazione a destra delle funzioni specifiche alla sua elaborazione (Benavides-Varela et al., 2016).

### 3. MATERIALI E METODI

Partendo dalla letteratura e dalle osservazioni fatte finora, si è deciso di indagare in questo elaborato la domanda comune sul tema dell'acquisizione dello zero, provando a fornire una risposta.

Per farlo ci si è basati sulle ipotesi, le procedure e la testistica, che vedremo di seguito, le quali sono state create da me partendo dai tasks presenti in letteratura.

#### 3.1 OBIETTIVI ED IPOTESI DELLA RICERCA

Le ricerche presenti in letteratura che abbiamo citato finora (Krajcsi et al., 2021; Bialystok & Codd, 2000; Pixner et al., 2018, Wellman & Miller, 1986), hanno studiato il tema del numero zero provando a rispondere a varie domande tra cui, come venisse acquisito questo numero, se ci fossero delle differenze nella sua acquisizione rispetto agli altri numeri e se la comprensione, l'elaborazione e l'acquisizione di tale "non quantità" fosse da imputare maggiormente ai meccanismi che interessano il calcolo o il linguaggio, o ancora cercare di capire quanto le caratteristiche e le peculiarità linguistiche ad esso associate potessero essere fonte di disparità nell'acquisizione dello stesso.

Nelle ricerche sopramenzionate sono state poste queste domande in riferimento a campioni di bambini a sviluppo tipico in un'età compresa tra la fine della scuola dell'infanzia e la prima classe della scuola primaria.

Partendo da tali conoscenze preesistenti in letteratura, si è deciso di analizzare lo stesso argomento da un'angolazione diversa, in un single-case study relativo ad un bambino di 6 anni bilingue con un ritardo del linguaggio, presunto disturbo primario del linguaggio

(DPL), con l'obiettivo di indagare l'acquisizione del numero zero in presenza di un deficit a livello linguistico.

Questa condizione permetterebbe di capire se la componente linguistica abbia un ruolo preponderante nei processi di acquisizione dello zero.

L'ipotesi di partenza è che un disturbo primario del linguaggio (DPL) non semplifichi tale compito, in quanto ricerche come quella di Krajcsi et al. (2021) hanno portato evidenze di maggiore disparità nei punteggi in presenza di peculiarità linguistiche, come abbiamo visto nei paragrafi precedenti.

Se ad esse si vanno a sommare difficoltà di elaborazione del semplice processo linguistico, per di più in un soggetto bilingue, ci si aspetta, quindi, una maggiore problematicità. Tutto questo ci porta ad aspettarci che il linguaggio rappresenti un fattore consistente nell'acquisizione dello zero.

L'obiettivo che ci si pone in questa sede è quello di validare l'ipotesi per cui l'aspetto linguistico abbia un peso ed un'influenza importanti nella sua acquisizione.

Per tale ragione risulterebbe corretto porre attenzione a tutto ciò ad esso collegato, soprattutto nei periodi di apprendimento.

Questo permetterebbe di affrontare l'acquisizione dei numeri con una maggiore attenzione all'aspetto linguistico con cui si fa riferimento ad essi, aiutando quindi ad avere un apprendimento più semplice e lineare dello zero, come per tutti gli altri numeri.

Un secondo obiettivo sarà riuscire a capire quanto la batteria testistica adottata in tale ricerca, replicata da quanto somministrato nelle ricerche di Wellman & Miller (1986) e Krajcsi et al. (2021), sia effettivamente efficace nell'indagare i domini coinvolti nell'acquisizione dello zero.

### 3.2 PARTECIPANTE

Il partecipante preso in esame, al momento della somministrazione testistica relativa a tale elaborato aveva 6 anni e 7 mesi e frequentava il primo anno della scuola primaria di primo grado nella città di Padova. Per motivi di privacy ci riferiremo a lui con la sigla SI.

SI è un bambino bilingue, secondogenito di madre e padre bielorusi. La mamma riferisce di aver parlato in casa tendenzialmente russo e solo ultimamente ha iniziato a parlare in italiano. Riguardo al papà non si hanno molte notizie in quanto la mamma ha evitato più volete domande ad esso riferite.

La mamma ha una buona padronanza della lingua italiana in quanto ha frequentato l'Italia per soggiorni annuali, imparando a parlare fluentemente italiano dall'età di 8 anni, per poi essere stata adottata da una famiglia italiana all'età di 22 anni.

Su consiglio delle insegnanti della scuola dell'infanzia, i genitori hanno richiesto una valutazione logopedica relativa al linguaggio orale.

Dopo il primo colloquio, come riportato nella relazione logopedica del 11.05.2021, sono ottenute diverse informazioni, tra le quali una *“gravidanza normodecorsa [...]. Allattamento naturale per un mese e successivamente artificiale esclusivo con suzione valida fino ai 6 mesi e svezzamento regolare per tutte le consistenze”*.

Dopo lo svezzamento non si sono presentate difficoltà a livello di masticazione o deglutizione. La mamma riporta un regolare accrescimento staturo-ponderale, con un regolare ritmo sonno-veglia durante il primo anno di vita e ritmi circadiani attualmente mantenuti. Per quanto riguarda il controllo sfinterico, la mamma riferisce che sia stato raggiunto solo intorno all'età di tre anni a causa del suo rifiuto di utilizzare il vasino.

Per l'aspetto alimentare, SI ha utilizzato il biberon fino ai due anni. Adesso, il suo rapporto con il cibo è selettivo e con uno scarso appetito; a scuola assaggia più cibi ma mangia solo quello che gli piace.

Nello sviluppo motorio, c'è stata una tendenza a camminare sulle punte durante il secondo anno di vita, poi rientrato. Per il resto, risulta tutto nella norma.

Per lo sviluppo linguistico si può fare riferimento solo alla sua L1 nonché il russo. SI ha iniziato a sviluppare le sue prime parole intorno ai due anni, con un eloquio caratterizzato soprattutto da onomatopee. Solo verso i tre anni e mezzo ha iniziato a sviluppare le prime frasi, con un successivo discreto uso della morfosintassi.

Successivamente, è riuscito ad apprendere abbastanza velocemente entrambe le lingue e la mamma riferisce che abbia lo stesso livello di comprensione in entrambe.

Per quanto riguarda il profilo psico-sociale di SI, è importante sottolineare che ha iniziato il suo percorso di scolarizzazione in Bielorussia, dove ha frequentato la scuola dell'infanzia a partire dai tre anni di età, durante la quale si sono presentate difficoltà nell'inserimento e ripetute assenze a causa di problemi di salute. Attualmente, però, la mamma riporta un adeguato grado di separazione dalle figure di riferimento.

Le autonomie vengono riferite adeguate per la sua età, anche se viene definito "pigro" dalla mamma e viene aiutato nella routine di vestizione. Dorme da solo, ma raramente può cercare la mamma. Per tutto ciò che riguarda le autonomie scolastiche, viene riportato un adeguato grado di autonomia.

Per tutto ciò che riguarda l'aspetto della socializzazione, ha attualmente un adeguato rapporto con i coetanei, ma sia nel periodo di adattamento alla scuola dell'infanzia in Italia che nel periodo di scolarizzazione in Bielorussia, ha avuto iniziali difficoltà di regolazione

del comportamento. In particolar modo, prima di arrivare in Italia, si sono palesati episodi di reazioni aggressive a scuola dovute alla rigidità dell'ambiente e degli insegnanti.

Di conseguenza a tali aspetti, sono stati indagati i suoi tratti caratteriali. La mamma descrive SI come un bambino disponibile e piuttosto attivo, anche se ultimamente sembra esserlo di meno. Succede che possa avere momenti di scatti di rabbia, attualmente in netta diminuzione. Viene confermato, nella sua totalità, come un bambino molto socievole.

La mamma non descrive indici di disattenzione a casa, ma specifica che SI ha spesso la necessità di alzarsi dal posto o muoversi. Ha un buon grado di tolleranza di fronte alla frustrazione e alla negazione, con una buona tendenza a riprovarci quando non riesce.

Partendo dal quadro generale appena descritto, la logopedista Lara Abram ha eseguito una valutazione rispetto ad alcune aree del linguaggio orale.

Durante la valutazione, a livello comportamentale e comunicativo, la logopedista descrive SI come un bambino collaborante anche se con tempi di attenzione brevi, facile distraibilità e importante irrequietezza. Tale osservazione è supportata anche dalla psicologa che segue il caso, la quale nel periodo di stesura di tale elaborato stava provvedendo a svolgere alcune valutazioni in merito. Si è notata anche una tendenza a distogliere l'attenzione dal test nel momento in cui iniziava a percepirlo maggiormente difficoltoso. Il contatto oculare e il rispetto dei turni di comunicazione sono stati ritenuti adeguati, con atti comunicativi principalmente responsivi.

Dalla valutazione delle aree del linguaggio orale, la Dottoressa Abram ha riscontrato una competenza linguistica ai limiti di norma e non adeguate competenza morfosintattica e competenza predicato-narrativa, pianificazione fonetico-fonologica, pianificazione lessicale-semantica, pianificazione morfosintattica e pianificazione predicativa-narrativa.

Tuttavia, per quanto riguarda i processori complementari, in particolare la matematica delle protoquantità, SI risulta avere una adeguata competenza per la comprensione degli aggettivi, degli avverbi e dei verbi legati alle quantità, anche per quanto riguarda le sotto categorie legate al conteggio (corrispondenza biunivoca, principio di cardinalità, transcodifica numerica multimodale [rappresentazione delle quantità su dita in comprensione e in produzione possibile con *subitizing* fino a 5], conta progressiva stabile fino a 10, conta regressiva stabile da 5 a 0). L'unico sottosistema ancora assente legato al conteggio risulta essere la conta progressiva stabile.

Per quanto riguarda, invece, la memoria di sequenze verbali, SI dimostra di saper contare da 1 a 10, ma non ricorda in sequenza i giorni della settimana e i mesi dell'anno. Inoltre, non sa il suo indirizzo di casa.

In base a tali risultati generali, la logopedista conclude delineando una difficoltà a carico del linguaggio orale sia in comprensione che in produzione, presupponendo delle difficoltà lessicali sia a carico di L1 che di L2, manifestando una comprensione narrativa inficiata in L1 a causa della bassa capacità attentiva.

Per tali ragioni, la logopedista consiglia di intraprendere un percorso logopedico e consiglia anche una valutazione da parte di una psicologa per le competenze linguistiche e cognitive acquisite.

A distanza di quasi un anno dalla valutazione, la Dottoressa Abram mi informa che dalla valutazione psicologica eseguita come richiesto, è emerso un ritardo del linguaggio e sono state confermate le osservazioni logopediche sopra menzionate.

Visto le caratteristiche del caso, ci si aspetterebbe una diagnosi di disturbo primario del linguaggio (DPL), da confermare dalla prossima valutazione psicologica entro i 12 mesi, suggerita dalla Dottoressa Abram.

Il trattamento consigliato è orientato al potenziamento di tutte le aree risultate inadeguate alla valutazione e SI lo ha da poco iniziato.

Si sottolinea, al di là della presa in carico da parte della Dottoressa Abram, come attualmente SI parli italiano in tutte le sue cerchie sociali (a casa, a scuola e con i coetanei).

Questo rappresenta un cambiamento in positivo e avvenuto in autonomia come naturale e sano adattamento al contesto.

### 3.3 MATERIALE TESTISTICO

La testistica utilizzata in tale ricerca è stata costruita replicando quanto proposto in due delle principali ricerche consultate finora (Wellman & Miller, 1986; Krajcsi et al., 2021).

I tasks sono suddivisi in due gruppi, a loro volta suddivisi in quattro sotto prove.

Il primo gruppo di prove, ottenuto replicando i test proposti nella ricerca di Wellman & Miller (1986), hanno come scopo quello di andare a verificare se sono avvenute tutte le fasi di acquisizione specifiche del numero zero da parte del bambino, ritenute dei ricercatori una *consecutio* tipica solo del numero zero.

Le sotto prove sono le seguenti:

- *Conteggio all'indietro fino a zero*: utilizzando quattro cubetti di legno che vengono posti di fronte al bambino, gli si chiede di contarli ad alta voce e dire quanti ne sono in totale.

Dopo di che gli si chiede di contarli all'indietro, man mano che lo sperimentatore toglie un cubetto per volta. Il compito viene portato a termine correttamente, con punteggio 2, solo se nel conteggio all'indietro, quando non restano cubi sul tavolo il bambino dice zero.

Nel caso questo non accadesse, o il bambino dicesse “niente” lo sperimentatore può dare un aiuto chiedendo al bambino il “nome speciale”. Se il bambino risponde “zero” allora gli verrà dato il punteggio di 1, ma se ancora non riesce a dare la risposta corretta gli viene presentata una lista di parole (casa, tre, zero, albero, dieci), tra cui scegliere la risposta esatta. Se viene individuata la parola “zero” allora verrà dato punteggio 1, altrimenti 0.

La funzione che verrà indagata attraverso questo test sarà relativa alla capacità del bambino di contare in avanti e all'indietro, provando a valutare la sua consapevolezza della posizione del numero zero rispetto agli altri numeri sulla linea numerica;

- *Gruppo meno numeroso e numero più piccolo in assoluto:* vengono presentate quattro coppie di famiglie con diverso numero di componenti, e per ogni coppia viene chiesto al bambino quale famiglia presenta meno componenti.

Verrà assegnato punteggio 1 se verrà indicata la famiglia corretta al contrario verrà assegnato punteggio 0. Questo permetterà allo sperimentatore di capire se il bambino è in grado di compiere un confronto autonomo tra quantità.

Dopo di che viene chiesto al bambino, tra tutti i numeri che conosce, qual è il più piccolo in assoluto. Se la risposta sarà “zero” allora verrà assegnato un punteggio di due, se invece non è così gli viene chiesto se ne è sicuro e se conosce un “numero speciale”, se qui la risposta sarà zero, allora verrà assegnato un punteggio di uno.

Se invece ancora non riesce gli si pone la domanda in modo figurato mostrandogli due gruppi di cubetti di legno, chiedendo di dire dove ce ne sono di meno dicendo ad alta voce la quantità, fino ad arrivare alla condizione in cui una dei due gruppi non ha alcun cubetto. Se in questo caso la risposta sarà niente o nessuno, seguito da “zero” allora verrà assegnato punteggio uno, altrimenti zero.

Questa seconda richiesta serve allo sperimentatore per capire se il bambino ha chiara la quantità rappresentata dal numero zero e se per questo riesce a confrontarlo correttamente con le altre quantità considerandolo più piccolo del numero uno;

- *Denominazione del simbolo scritto*: utilizzando undici carte sulle quali sono raffigurati i numeri da zero a dieci, dopo aver specificato al bambino che sulle carte ci sono raffigurati solo i numeri, gli verrà chiesto di nominare il numero scritto sulla carta mostratagli. Alla risposta corretta viene dato punteggio uno, mentre a quella scorretta punteggio zero. Questa task permette di indagare la corrispondenza grafema-fonema per tutti i numeri compreso lo zero;
- *Confronti tra grandezze*: in questo esercizio lo sperimentatore utilizzerà carte raffiguranti numeri da zero a cinque. Vengono proposte 10 coppie formate con i numeri da uno a cinque e altre cinque coppie formate dal numero zero e i numeri da uno a cinque. Per ogni coppia mostrata, verrà chiesto al bambino di dire quale carta raffigura il numero più grande.

Per il gruppo di coppie contenenti il numero zero verrà assegnato punteggio uno se verranno dati quattro giudizi corretti su cinque, invece per l'altro gruppo di coppie si darà punteggio uno se verranno date otto o più risposte esatte su 10. Lo sperimentatore da tale compito potrà capire se il bambino ha acquisito il concetto di zero in modo da poterlo confrontare correttamente con le altre grandezze.

Il secondo gruppo di compiti che verranno somministrati sono stati replicati in parte partendo dalla ricerca di Krajcsi et al. (2021), i quali a loro volta hanno strutturato alcuni compiti partendo da altre ricerche (Wynn, 1990) con lo scopo di proporre compiti di gestione di quantità in cui lo zero viene proposto prima in linguaggio naturale (niente, nulla) e poi in linguaggio matematico (zero), in modo da poter verificare se queste diverse modalità di somministrazione portano ad una performance diversa da parte del bambino e in quale delle due va a dimostrare più difficoltà.

Importante specificare che alcune delle prove proposte sono state adattate alla singolarità di questa ricerca e alcune prove proposte nella ricerca di Krajcsi et al. (2021) non sono state somministrate in quanto non inerenti all'obiettivo d'interesse della nostra indagine.

Le sotto prove del secondo gruppo sono le seguenti:

- *Give-N task*: lo sperimentatore chiede al bambino di dare una quantità di cubetti di legno, da un minimo di zero ad un massimo di cinque, ad un pupazzo. Le richieste che contengono la quantità zero verranno proposte prima con linguaggio naturale (non dare nulla) e poi con linguaggio matematico (dai zero cubi). Se il bambino darà la giusta quantità di oggetti gli verrà assegnato punteggio uno, altrimenti zero; Con questo compito si ha lo scopo di indagare come la risposta alla richiesta fatta varia in base al linguaggio che viene utilizzato e quindi quanto questo vada ad influire sul riconoscimento della quantità a cui si riferisce la parola “zero”;
- *Quale numero è più grande?*: in questo compito viene richiesto al bambino di dire quali tra due numeri, che verranno solo nominati, è il più grande. Nei quesiti che includono lo zero verranno proposti prima nominandolo con linguaggio naturale (nulla, niente) e poi con linguaggio matematico (zero). A risposta esatta corrisponde l'assegnazione di un punto, altrimenti zero. Anche qui lo scopo va ad essere quello di vedere quanto la performance cambia in base al linguaggio utilizzato e che peso esso ha nella giusta comprensione della richiesta.
- *Quale numero è più piccolo?*: qui ci si muoverà come nel precedente esercizio chiedendo però quali tra i due numeri proposti è il più piccolo;
- *È un numero?*: in questa task vengono presentate verbalmente una serie di parole e numeri (tre, albero, zero, sette, pop (suono)) e per ognuno gli si chiede se è un

numero o meno. Per ogni risposta esatta viene attribuito un punto altrimenti zero. Con questa richiesta si ha lo scopo di indagare se il bambino ha acquisito il concetto di zero come numero quindi, se lo ritiene parte della linea numerica.

### 3.4 PROCEDURA SPERIMENTALE

La procedura adottata per svolgere l'aspetto sperimentale di questo elaborato è iniziata con la ricerca del caso da studiare.

Come elementi discriminanti nella scelta del caso ci si è posti di trovare un bambino che avesse un'età compresa tra i 4-6 anni, in modo da poter rientrare nella fascia di età analizzata nelle ricerche presenti in letteratura e che avesse un adeguato livello di scolarizzazione per affrontare le richieste postegli durante l'esperimento.

Discriminante fondamentale è stata la presenza di un deficit a livello linguistico, più precisamente un disturbo primario del linguaggio (DPL).

Nella ricerca del caso ci si è rivolti ad uno studio di Psicologia e Logopedia con sede presso la città di Padova, che dopo diverse valutazioni ha proposto il caso.

La sperimentazione è stata svolta di mattina, presso lo studio della logopedista di riferimento di SI, dopo aver ottenuto il consenso di entrambi i genitori e dopo averli messi al corrente dei test che sarebbero stati somministrati a SI.

La durata della somministrazione è stata di 30-40 minuti, svolta in un'unica sessione somministrata da me sotto supervisione della dottoressa Chiara Marchi e della dottoressa Lara Abram logopediste di SI.

Nella somministrazione di ogni singola prova sono state utilizzate delle schede riepilogative in cui sono indicate le descrizioni di ogni prova, le istruzioni per la somministrazione, e una griglia su cui poter annotare il punteggio in base alla risposta data, eventuali annotazioni e osservazioni relative alle risposte ottenute, costruita appositamente prima della sperimentazione in modo da poter essere fruibile e adatto ad ogni richiesta specifica della ricerca. La griglia è visionabile all'appendice del presente elaborato.

Per le prove, i materiali utilizzati sono stati dei cubetti di legno, le carte del gioco “Uno”, liste di parole stampate su un foglio A4 e delle immagini raffiguranti disegni di famiglie di animali composte da un numero differente di componenti stampate su un foglio A4.

Nella prima prova del primo gruppo, sono stati utilizzati i cubetti di legno. Sono stati posti sul tavolo tra lo sperimentatore e il bambino in una linea orizzontale sia nel conteggio in avanti che all’indietro.

La differenza tra i due è che nel conteggio in avanti il bambino doveva solamente contare i cubi di fronte a sé e poi dire ad alta voce il numero totale, mentre nel conteggio all’indietro veniva eliminato un cubo per volta mentre lui contava ad alta voce.

Nel caso si fosse presentata la necessità di ricorrere alla lista di parole, queste, stampate su un foglio A4, sarebbero state poste di fronte al bambino in modo che lui potesse leggerle e scegliere quella giusta che identificava il numero zero.

Nella seconda prova sono state utilizzate le quattro immagini raffiguranti famiglie di animali presentate su un foglio A4 e, a seconda di quale confronto venisse richiesto, lo sperimentatore copriva la coppia di immagini rimanenti con un foglio bianco, in modo da non lasciare distrattori durante il compito.

Nella seconda parte del compito, in caso di necessità, si sarebbero creati due gruppi di cubi di legno, posti ai lati opposti del tavolo, tra cui il bambino avrebbe dovuto scegliere il più piccolo dicendo a voce alta la quantità rappresentata.

Per quanto riguarda l’esercizio di riconoscimento del simbolo scritto e i confronti di grandezze sono state utilizzate le carte del gioco “uno” poste sul tavolo di fronte al bambino.

Nel riconoscimento del simbolo scritto, le carte sono state poste in ordine non-numerico una per volta sul tavolo e, dopo aver ricevuto la risposta, sono state messe da parte.

Nel caso del confronto tra grandezze, le carte sono state poste sul tavolo in coppie, per poi essere spostate una volta che si passava alla coppia successiva.

Nel secondo gruppo di tasks, nel primo compito, sono stati dati al bambino 5 cubi di legno e, postogli di fronte il pupazzo di un polipo, lo sperimentatore dava delle istruzioni sia in linguaggio matematico (es. “dai tre cubi al polipetto”), che in linguaggio naturale (es. “non dare nulla/niente al polipetto”).

I restanti compiti sono stati svolti solo in forma orale, ponendo i quesiti in modo differente a seconda del linguaggio che si stava sperimentando in quel preciso compito.

In linguaggio matematico (es. “qual è il numero più grande tra cinque e zero?”) o in linguaggio naturale (es. “qual è più grande tra nulla/niente e tre?”).

Nell’ultimo compito sono stati proposti parole e suoni esclusivamente in forma orale (es. “albero è un numero?”; “\*suono del bacio\* è un numero”).

#### 4. RISULTATI DELLA VALUTAZIONE TESTISTICA

I risultati ottenuti dalla somministrazione delle diverse prove descritte hanno portato ad interessanti risultati che discuteremo nel prossimo capitolo. Qui di seguito verranno riportati i risultati ottenuti per ogni prova.

Nella prima task del primo gruppo di compiti, “contare all’indietro fino a zero”, SI ha soddisfatto correttamente la richiesta del conteggio in avanti i cubi di legno presentatigli, e altrettanto è stato fatto con il conteggio all’indietro, nominando il numero zero nel momento in cui è stato eliminato l’ultimo cubo.

Per tale ragione non è stato necessario sottoporgli le successive domande per agevolare la risposta corretta. Ad entrambi i compiti è stato assegnato punteggio massimo (2) per il giusto svolgimento.

Per quanto riguarda il compito successivo “gruppo meno numeroso e numero più piccolo in assoluto”, SI alla richiesta di indicare l’immagine con il gruppo meno numeroso, ha dato tre risposte corrette su quattro confronti propostigli, ottenendo un punto per ogni risposta corretta.

Alla domanda successiva relativa al numero più piccolo da lui conosciuto ha risposto prima indicando i numeri 1 e 2; quando è stata richiesta maggiore precisione nella risposta ha riportato ancora una volta il numero 2.

Per aiutarlo gli è stato chiesto se gli venisse in mente un numero speciale, senza aver ottenuto risposta. Si è quindi ricorso all’aiuto dei cubi ottenendo tutte risposte corrette nei confronti proposti. Per tale ragione, a questo compito è stato assegnato il punteggio intermedio di 1, in quanto ha avuto bisogno di un supporto in più.

Nel compito di “denominazione del simbolo scritto”, ha ottenuto punteggio massimo per ogni richiesta, in quanto è stato in grado di nominare correttamente ogni simbolo numerico propostogli, nominando correttamente anche il numero zero.

Il compito successivo ha richiesto una maggiore concentrazione da parte di SI, il quale alla richiesta di svolgere il compito di “confronto tra grandezze”, in cui veniva chiesto di nominare il numero più grande tra quelli presentatigli attraverso due carte del gioco “uno”, è riuscito nel compito per tutti gli items presentatigli, sia per quanto riguarda le coppie contenenti il numero zero, che per quelle formate solo dalla restante parte dei numeri da 1 a 10.

In tutti questi compiti, facenti parte del primo gruppo, i quali avevano lo scopo di verificare la conoscenza numerica di SI, lui si è riferito al numero zero sempre in linguaggio matematico, dimostrando di riuscire ad avere una buona capacità di maneggiare le quantità numeriche e i numeri stessi fino al 10.

Per quanto riguarda il secondo gruppo di compiti, si è iniziato con l’esercizio del “Given task” nel quale SI ha portato a termine correttamente tutte le richieste, dimostrando come, con agilità e naturalezza, era in grado di alternare il linguaggio matematico e naturale anche quando questo non era richiesto dal compito.

Per esempio, quando gli veniva richiesto “dai zero cubetti al polipo”, lui, senza muovere i cubetti, riferiva: “Va bene, non do nulla al polipo”, e viceversa tra i due linguaggi.

Negli esercizi di confronto tra grandezze, con entrambi i linguaggi, sia nella richiesta di indicare il numero più grande che quello più piccolo, SI è riuscito a portare a termine gli esercizi correttamente, se non per qualche incertezza, che poi auto-correggeva. Interessante notare che in questi esercizi, nella maggior parte degli items contenenti il numero

zero, proposti in linguaggio naturale, SI formulava le risposte riferendosi allo zero in linguaggio matematico.

Nell'ultimo compito "è un numero?", è stato evidenziato il successo in tutti gli items, compreso quello relativo allo zero, item di principale interesse nel compito.

## 5. DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Prima di interpretare i risultati può essere importante osservare le differenze tra i tasks somministrati e quelli delle ricerche da cui si è partiti per crearli.

### 5.1 CONFRONTO CON I GRUPPI DI TASKS IN LETTERATURA

Lo studio di Wellman e Miller (1986) si è dimostrato, sin dall'inizio di questo elaborato, una colonna portante delle teorie di apprendimento del numero zero, in quanto gli autori hanno individuato le fasi che vengono percorse dai bambini a sviluppo tipico per apprenderne il concetto. Nel loro lavoro, sono stati proposti dei tasks ad una popolazione di bambini compresi tra i 3 e i 7 anni di ambo i sessi, esposti o meno al numero zero. Diversamente da Wellman e Miller, nel presente elaborato sono stati riprodotti gli stessi tasks (corrispondenti, tuttavia, al solo primo gruppo) e somministrati ad un bambino rientrante nel range di età del loro lavoro, ma con difficoltà linguistiche e bilinguismo.

I tasks ricreati sono stati riprodotti in modo del tutto fedele al lavoro originale, utilizzando materiali a disposizione che più si avvicinassero alle caratteristiche di quelli descritti da Wellman e Miller (1986). Tuttavia, non essendoci indicazioni chiare in merito alle modalità di assegnazione di punteggi per ogni prova, è stata costruita una griglia di correzione *ad hoc* per registrare i punteggi in maniera più semplice.

Un'ulteriore differenza tra il presente elaborato e il lavoro di Wellman e Miller, è rappresentato dal campione di riferimento. Essi hanno somministrato i tasks ad un campione di 57 soggetti, suddividendolo ulteriormente in sottogruppi per alcuni tasks, guadagnando così una maggiore possibilità di confronto dei punteggi. Questo non è stato eseguito per il presente elaborato essendo un single-case study.

Per quanto riguarda il secondo gruppo di tasks, che avevano lo scopo di indagare le risposte di SI in base al linguaggio utilizzato (matematico o naturale), essi sono stati costruiti partendo da quelli proposti da Krajcsi et al. (2021), apportandovi dovute modifiche e non utilizzando alcune delle prove da loro proposte. Esse sono state escluse perché ritenute troppo complesse per SI e/o in quanto superflue poiché il dominio d'interesse era già esaminato con un task precedente (es. la capacità di SI di maneggiare lo zero come quantità indagata nei compiti di confronto).

Nello specifico, sono state omesse le prove che richiedevano lo svolgimento di operazioni matematiche, quali addizioni e sottrazioni con numeri da zero a quattro. Esse venivano somministrate sia verbalmente che tramite una rappresentazione visiva delle quantità al bambino e, inoltre, l'operazione veniva integrata in una storia.

Un secondo aspetto che differenzia le prove del presente elaborato da quelle proposte da Krajcsi e colleghi è la proposta dei tasks di confronto in linguaggio matematico, in linguaggio naturale e in linguaggio non verbale. Diversamente, in questo elaborato si è preferito somministrare tutti i tasks del secondo gruppo in forma orale, prima in linguaggio naturale e poi matematico relativamente allo zero (nulla/niente/zero). A SI non venivano mostrate le rappresentazioni visive delle quantità, in quanto avrebbero funto da supporto che avrebbe potuto inficiare il risultato ottenuto, con la conseguenza di non essere più esclusivamente riferibile alla sola comprensione del linguaggio.

## 5.2 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Andando ora a discutere i risultati descritti nel paragrafo precedente è necessario interpretati, leggendo oltre al dato oggettivo, quello che è il quadro generale che viene presentato in relazione alla singolarità del caso.

I vari punteggi per prova raggiunti da SI ci permettono di asserire due punti fondamentali. In primo luogo, l'esatta esecuzione dei compiti del primo gruppo ci permette di dire che SI dimostra di aver raggiunto e acquisito le diverse fasi che portano al corretto processamento del numero zero, secondo la teoria proposta da Wellman e Miller (1986).

Si segnala, tuttavia, che SI sbaglia alla richiesta esplicita di indicare il numero più piccolo in assoluto, non riportando la risposta esatta anche alla luce di un aiuto. Conseguentemente, però, posto di fronte al task dei confronti, riesce perfettamente a definire il numero zero come più piccolo del numero uno e di tutti gli altri numeri.

Questa discrepanza può avere due possibili interpretazioni. Una è rappresentata dalla bassa tenuta attentiva di SI durante la prova, tipica del suo profilo e, probabilmente, dovuta al fatto che la somministrazione è avvenuta successivamente alla sua seduta di trattamento settimanale.

La seconda interpretazione si basa su alcune evidenze in letteratura. Nello sviluppo tipico, può succedere che sebbene siano chiari il concetto di zero, la sua corrispondenza simbolo-quantità e la sua posizione rispetto agli altri piccoli numeri in un confronto a due, la relazione tra lo zero con tutti i piccoli numeri (non in un confronto a due) possa rappresentare una criticità (Wellman e Miller, 1986). Questo motiverebbe l'errore osservato, interpretabile dunque non come un indice di difficoltà nell'apprendimento dello zero, ma come una sotto-fase di quelle proposte da Wellman e Miller (1986).

Inoltre, nell'esercizio del conteggio all'indietro si è evidenziato che, nel momento in cui sono stati tolti tutti i cubetti dal tavolo, SI ha nominato l'assenza di oggetti con la parola zero. La naturalezza nella sua risposta porta ad ipotizzare l'acquisizione di tale non quantità, tanto da usarla agevolmente in diversi contesti e secondo richieste differenti. Possiamo asserire ciò in quanto questo rientra in una delle fasi proposte da Wellman e Miller (1986), che indicano la corretta acquisizione del numero zero da parte del bambino, il quale dimostra di aver acquisito la competenza relativa al conteggio, includendo lo zero in maniera naturale.

Per quanto riguarda il secondo gruppo di tasks, che avevano lo scopo di capire quanto il linguaggio utilizzato potesse influenzare la comprensione e la corretta esecuzione della richiesta, la prestazione di SI è stata una vera sorpresa, soprattutto alla luce delle sue difficoltà linguistiche e del suo bilinguismo.

SI ha risolto tutti i compiti correttamente con richieste in linguaggio matematico e in linguaggio naturale, mostrando un utilizzo spontaneo di entrambi i linguaggi in modo intercambiabile.

Infatti, nel Give-N task, alla richiesta “dai zero cubetti al polipetto”, SI ha più volte accompagnato al gesto di trattenere i cubetti a sé l'espressione “va bene non gli do niente”. Oppure, nelle richieste di confronto verbale tra numeri, alla richiesta “qual è più piccolo tra nulla e 3” lui rispondeva “zero”.

Tale capacità dimostra che SI ha acquisito in maniera molto chiara il concetto di zero, nonostante l'errore notato nella prima parte della sperimentazione, tanto da riuscire a muoversi con agilità tra linguaggio matematico e naturale. Infatti, come dimostrato nella ricerca di Krajcsi et al. (2021), spesso succede che i bambini incontrano difficoltà a svolgere tali compiti in quanto non sono a conoscenza dell'etichetta linguistica “zero”

ammettendolo autonomamente durante l'esercizio, episodio non presentatosi con SI. Quindi, nel nostro caso possiamo confermare che SI fosse ben consapevole di ciò che gli è stato richiesto.

Interessante notare che durante l'esercizio di confronto tra quantità, più di una volta, non essendo i numeri rappresentati né graficamente né come quantità, SI è ricorso all'aiuto delle dita per visualizzare le quantità richiestegli.

Durante le prove, è stato spesso necessario richiamare l'attenzione di SI, soprattutto durante le ultime prove. Frequentemente, è stato necessario ripetergli la consegna più volte e chiedergli di pensare attentamente alla risposta definitiva. Nonostante questo, comunque, i risultati ottenuti sono stati ottimi.

Per quanto riguarda le ipotesi di questa ricerca, la performance di SI ha disconfermato le previsioni precedentemente argomentate. Infatti, pare che il suo attuale ritardo linguistico/disturbo primario del linguaggio, non sia andato ad inficiare in alcun modo la sua prestazione, sia a livello di comprensione delle consegne, sia nell'elaborazione e scelta della risposta giusta da dare. Dunque, sembra che l'acquisizione corretta del concetto di zero non sia stata inficiata dalla componente linguistica.

Un'altra ipotesi riguardava il possibile ostacolo rappresentato dal bilinguismo nella comprensione dei compiti e del concetto di zero, ma SI è riuscito a comunicare e comprendere tutto in un italiano corretto senza evidenti difficoltà. Considerato quanto riportato dai colloqui con la sua logopedista, ci si sarebbe aspettato un peso maggiore sia della componente di ritardo/DPL, che in quella di bilinguismo.

Ovviamente, quanto detto finora ci porta a disconfermare tutte le ipotesi di partenza di tale ricerca, portandoci quindi a dire che di fatto non si è dimostrato un impatto così forte della componente linguistica nella comprensione e nell'utilizzo della non quantità zero.

Naturalmente, questo risultato non è generalizzabile a causa della tipologia di studio che abbiamo utilizzato. Questo esperimento ha, piuttosto, lo scopo di dare uno spunto di ricerca futura.

In ogni caso, possiamo dire che i tasks proposti si sono dimostrati adeguati a quelli che sono gli obiettivi di lavoro, dando una risposta agli aspetti centrali della ricerca.

### 5.3 LIMITI E PROPOSTE FUTURE

Per essere coerenti in relazione a tutti i risultati ottenuti, è necessario evidenziare i limiti che questa ricerca presenta.

Prima di tutto, parliamo di un single-case study; ciò implica che i risultati ottenuti sono strettamente legati al soggetto preso in esame e non possono essere in alcun modo generalizzati ad una popolazione più ampia, in quanto la ricerca non si basa su un campione formato da un numero di partecipanti statisticamente significativo.

Questo porta, quindi, a lasciare ampio spazio all'analisi delle ipotesi solo in relazione al profilo di SI, senza poter affermare con sicurezza che i risultati da esso ottenuti siano ottenibili anche da altri soggetti.

In letteratura, questo tipo di ricerca ha lo scopo principale di offrire uno spunto per nuove sperimentazioni più complesse e su campioni più ampi.

Un secondo limite riguarda la diagnosi di SI. Come spiegato in precedenza, al momento attuale gli specialisti (logopedista e psicologa) che lavorano con SI, ipotizzano che le sue difficoltà linguistiche siano ascrivibili ad una diagnosi di disturbo primario del linguaggio. In merito a questo, SI verrà rivalutato entro i 12 mesi dall'ultima valutazione (11.05.2021) per confermare o disconfermare l'ipotesi di DPL. Per gli obiettivi della ricerca, questo rappresenta un punto debole, in quanto a livello ufficiale SI non riporta una diagnosi di DPL.

Un altro limite da sottolineare è il fatto che i tasks somministrati a SI hanno permesso di avere risposte molto specifiche per quelli che sono gli obiettivi della ricerca, ma, in un'ottica di miglioramento del design sperimentale, si sarebbero potuti approfondire maggiormente alcuni aspetti.

Un ulteriore limite riguarda la presenza di poca letteratura nell'ambito dell'acquisizione del concetto di zero, e ancora di meno riguardo la possibile correlazione tra quest'ultimo e le competenze linguistiche. Nonostante ciò, tutti gli studi citati dimostrano una buona validità dei risultati e design sperimentali riproducibili.

Infine, un ulteriore limite è rappresentato dal fatto che i tasks proposti e la griglia di annotazione delle risposte con relative istruzioni di scoring dei punteggi, non sono state validate e non presentano qualità psicometriche. Eventuali futuri studi sull'acquisizione del numero zero potrebbero avere l'intento di validare tali prove al fine di standardizzare uno strumento testistico che permetta dei risultati riproducibili in altri soggetti.

## 5.4 CONCLUSIONI

Il presente single-case study ha come soggetto sperimentale SI, un bimbo bilingue con presunto DPL. L'ipotesi di partenza era valutare l'impatto della componente linguistica nei processi di acquisizione del numero zero. Dai risultati al trial sperimentale, è possibile affermare che le difficoltà linguistiche di SI non sembrano aver inficiato in alcun modo l'apprendimento e la capacità di svolgere qualsiasi genere di compito collegato per cui è richiesta la competenza del numero zero e del suo concetto.

Perciò, nel contesto del presente single-case study, è possibile affermare che il linguaggio non rappresenti una *conditio sine qua non* per i processi acquisizione dello zero.

Le future ricerche sull'acquisizione del numero zero dovrebbero includere casistiche più ampie e, possibilmente, un maggior numero di prove atte ad indagare i sotto-processi verbali e del calcolo sottesi alla competenza dello zero.

# Bibliografia

1. Belsky, J., 2009. *Psicologia dello sviluppo*. Bologna: Zanichelli.
2. American Psychiatric Association (APA) (2013), Manuale diagnostico e statistico dei disturbi Mentali, Quinta edizione (DSM-5), trad. it. Raffaello Cortina, Milano 2014.
3. Bishop, D. V., Snowling, M. J., Thompson, P. A., & Greenhalgh, T. (2016). *Catalise: A multinational and multidisciplinary Delphi consensus study. identifying language impairments in children*. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.1986v1>
4. D'Amico, S., Devescovi A., 2013. *Psicologia dello sviluppo del linguaggio*. Bologna: Il Mulino.
5. Girelli, L. (2014). Evoluzione dei modelli interpretativi dello sviluppo atipico delle abilità di calcolo. In Biancardi, Andrea., Mariani, Enrica. e Pieretti, Manuela (A cura di), *Intervento logopedico nei DSA- La discalculia* (pp. 49-54). Erikson.
6. Lucangeli, D. and Mammarella, I., 2010. *Psicologia della cognizione numerica*. Milano: Angeli.
7. Macchi Cassia, V., Valenza, E., & Simion, F. (2012). *Lo sviluppo della mente umana*. Bologna: Il mulino.
8. Sansavini A, Favilla ME, Guasti MT, Marini A, Millepiedi S, Di Martino MV, Vecchi S, Battajon N, Bertolo L, Capirci O, Carretti B, Colatei MP, Frioni C, Marotta L, Massa S, Michelazzo L, Pecini C, Piazzalunga S, Pieretti M, Rinaldi P, Salvadorini R, Termine C, Zuccarini M, D'Amico S, De Cagno AG, Levorato

- MC, Rossetto T, Lorusso ML. Developmental Language Disorder: Early Predictors, Age for the Diagnosis, and Diagnostic Tools. A Scoping Review. *Brain Sci.* 2021 May 17;11(5):654. doi: 10.3390/brainsci11050654. PMID: 34067874; PMCID: PMC8156743.
9. Vigna G., Benavides-Varela S. 2020, *Una revisione della letteratura sulla comprensione del concetto di zero e dei suoi precursori durante l'infanzia*. DOI: 10.14605/DIS132003
  10. Wellman, H. M.; Miller, K. F. (1986). Thinking about nothing: Development of concepts of Zero. *British Journal of Developmental Psychology*, 4(1), <https://doi.org/10.1111/j.2044-835x.1986.tb00995.x>
  11. Pixner S, Dresen V, Moeller K. Differential Development of Children's Understanding of the Cardinality of Small Numbers and Zero. *Front Psychol.* 2018 Sep 25;9:1636. doi: 10.3389/fpsyg.2018.01636. PMID: 30319475; PMCID: PMC6167490.
  12. Negen, J., and Sarnecka, B. W. (2012). Number-concept acquisition and general vocabulary development. *Child Dev.* 83, 2019–2027. doi: 10.1111/j.1467-8624.2012.01815.x
  13. Barner, D., Thalwitz, D., Wood, J., Yang, S.-J., and Carey, S. (2007). On the relation between the acquisition of singular-plural morpho-syntax and the conceptual distinction between one and more than one. *Dev. Sci.* 10, 365–373. doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00591.x
  14. Spelke, E. S. (2003). “What makes us smart? Core knowledge and natural language,” in *Language in Mind*, eds D. Genter and S. Goldin-Meadow (Cambridge, MA: MIT Press), 277–311.

15. Bialystok, E., & Codd, J. (2000). Representing quantity beyond whole numbers: Some, none, and part. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Experimentale*, 54(2), 117–128. <https://doi.org/10.1037/h0087334>
16. Krajcsi A, Kojouharova P, Lengyel G. Development of Preschoolers' Understanding of Zero. *Front Psychol*. 2021 Jul 27;12:583734. doi: 10.3389/fpsyg.2021.583734. PMID: 34385941; PMCID: PMC8353124.
17. Carey, S. (2004). Bootstrapping and the origin of concepts. *Daedalus*, 59–68.
18. Carey, S. (2009). *The Origin of Concepts* (1st ed.). Oxford University Press, USA.
19. Merritt, D. J., and Brannon, E. M. (2013). Nothing to it: precursors to a zero concept in preschoolers. *Behav. Proc.* 93, 91–97. doi: 10.1016/j.beproc.2012.11.001
20. Sarnecka BW, Lee MD. Levels of number knowledge during early childhood. *J Exp Child Psychol*. 2009 Jul;103(3):325-37. doi: 10.1016/j.jecp.2009.02.007. Epub 2009 Apr 5. PMID: 19345956; PMCID: PMC3127737.
21. Nieder, A., Freedman, D.J., and Miller, E.K. (2002). Representation of the quantity of visual items in the primate prefrontal cortex. *Science* 297, 1708–1711.
22. Ramirez-Cardenas, A., Moskaleva, M., & Nieder, A. (2016). Neuronal Representation of Numerosity Zero in the Primate Parieto-Frontal Number Network. *Current biology : CB*, 26(10), 1285–1294. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.03.052>
23. Benavides-Varela, S., Passarini, L., Butterworth, B., Rolma, G., Burgio, F., Pitteri, M., Meneghello, F., Shallice, T., & Semenza, C. (2016). Zero in the brain:

- A voxel-based lesion-symptom mapping study in right hemisphere damaged patients. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 77, 38–53. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.01.011>
25. Harvey B. M. (2016). Quantity Cognition: Numbers, Numerosity, Zero and Mathematics. *Current biology: CB*, 26(10), R419–R421. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.03.059>
26. Rinaldi, L., & Girelli, L. (2016). A Place for Zero in the Brain. *Trends in cognitive sciences*, 20(8), 563–564. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.06.006>
27. Mou, Y., & vanMarle, K. (2014). Two core systems of numerical representation in infants. *Developmental Review*, 34(1), 1–25. doi: 10.1016/j.dr.2013.11.001
28. Wynn, K. (1990). Children’s understanding of counting. *Cognition*, 36(2), 155–193. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(90\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(90)90003-3)

# APPENDICE- GRIGLIA DI VALUTAZIONE DEI TASKS

| TITOLO DEL COMPITO                 | 0 (compito scorretto) | 1 (compito parzialmente corretto)               | 2 (compito corretto) | NOTE                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1° gruppo di compiti               |                       |                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| *CONTARE INDIETRO FINO A ZERO      |                       |                                                 |                      | N.B.<br>SUCCESSO→ ARRIVATI ALLA FINE DEL CONTEGGIO<br>ALL'INDIETRO DICE "ZERO";<br>PARZIALMENTE CORRETTO→ DICE ZERO DOPO AIUTO DELL'ESAMINATORE;<br>SCORRETTO→ NON DICE ZERO.                                                                                                          |
| *FAMIGLIA MENO NUMEROSA            | 0                     |                                                 | 1                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| *NUMERO PIU' PICCOLO CONOSCIUTO    |                       | /                                               |                      | N.B.<br>Il compito si divide in due parti, confronto tra gruppi (solo 0 o 1), nella seconda parte viene chiesto al bambino qual è il numero più piccolo che conosce→SUCCESSO→ SE DICE "ZERO"<br>PARZIALEMENTE CORRETTO→ SE RIESCE CON L'AUTO DEI CUBI.<br>SCORRETTO→ SE NON DICE ZERO. |
|                                    |                       | Più 0 con "numero sociale"<br>Più 0 con cubetti |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| *DENOMINAZIONE DEL SIMBOLO SCRITTO | 0                     | /                                               | 1                    | N.B.<br>SUCCESSO→ PER LE CARTE CON LO ZERO QUANTO VIENE DETTO "ZERO"→ PER GLI ALTRI NUMERI DENOMINAZIONE CORRETTA DEI NUMERI DA 1 A 5<br>SCORRETTI→ ASSENZA DEI DUE CRITERI PRECEDENTI                                                                                                 |
| *CONFRONTO TRA GRANDEZZE           | 0                     | /                                               | 1                    | N.B.<br>SUCCESSO→ NELLE COPPIE CON LO ZERO ALMENO 4 SU 5 RISP CORRETTE<br>NELLE COPPIE CON GLI ALTRI NUMERI ALMENO 8 RISP CORRETTE SU 10                                                                                                                                               |
| 2,1                                |                       |                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3,4                                |                       |                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5,1                                |                       |                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3,0                                |                       |                                                 |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                  |   |  |  |   |  |  |  |
|----------------------------------|---|--|--|---|--|--|--|
| 4,5                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 3,2                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 4,2                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 0,1                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 2,5                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 2,0                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 4,1                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 5,0                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 3,1                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 5,3                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 0,4                              |   |  |  |   |  |  |  |
| 2° gruppo di compiti             |   |  |  |   |  |  |  |
| *GIVE-N TASK<br>(Ling. Naturale) | 0 |  |  | 1 |  |  |  |
| 3                                |   |  |  | / |  |  |  |
| Non dare nulla                   |   |  |  |   |  |  |  |
| 5                                |   |  |  |   |  |  |  |
| 4                                |   |  |  |   |  |  |  |
| Non dare nulla                   |   |  |  |   |  |  |  |
| 2                                |   |  |  |   |  |  |  |
| Non dare nulla                   |   |  |  |   |  |  |  |
| 1                                |   |  |  |   |  |  |  |
| (Ling. Matematico)               |   |  |  | / |  |  |  |
| 4                                |   |  |  |   |  |  |  |
| 0 (dammi zero)                   |   |  |  |   |  |  |  |
| 2                                |   |  |  |   |  |  |  |
| 3                                |   |  |  |   |  |  |  |
| 0 (dammi zero)                   |   |  |  |   |  |  |  |
| 5                                |   |  |  |   |  |  |  |
| 1                                |   |  |  |   |  |  |  |
| 0 (dammi zero)                   |   |  |  |   |  |  |  |

| *CONFRONTO (numero più grande)    | 0 |   | 1 |  |
|-----------------------------------|---|---|---|--|
| (Ling. Naturale)                  |   | / |   |  |
| 2,5                               |   |   |   |  |
| Nulla e 3                         |   |   |   |  |
| 4,2                               |   |   |   |  |
| Nulla e 1                         |   |   |   |  |
| 5 e nulla                         |   |   |   |  |
| (Ling. Matematico)                |   | / |   |  |
| 2,5                               |   |   |   |  |
| 0,3                               |   |   |   |  |
| 4,2                               |   |   |   |  |
| 0,1                               |   |   |   |  |
| 5,0                               |   |   |   |  |
| *CONFRONTO – (numero più piccolo) | 0 |   | 1 |  |
| (Ling. Naturale)                  |   | / |   |  |
|                                   |   |   |   |  |
|                                   |   |   |   |  |
|                                   |   |   |   |  |
|                                   |   |   |   |  |
|                                   |   |   |   |  |
| (Ling. Matematico)                |   | / |   |  |
|                                   |   |   |   |  |
|                                   |   |   |   |  |
|                                   |   |   |   |  |
|                                   |   |   |   |  |
|                                   |   |   |   |  |
| *E' UN NUMERO?                    | 0 |   | 1 |  |
| 3                                 |   | / |   |  |
| Albero                            |   | / |   |  |
| 0                                 |   |   |   |  |
| 7                                 |   |   |   |  |
| Pop (suono)                       |   |   |   |  |

## APPENDICE- MATERIALI UTILIZZATI



1) Immagini per confronto tra gruppi nel task “Gruppo meno numeroso e numero più piccolo in assoluto”.

Casa

Tre

Zero

Albero

Dieci

Auto

2) Lista di parole di supporto nel task “Conteggio all’indietro fino a zero”.



3) Carte del gioco “UNO”, polipo di peluche e cubi di legno utilizzati in gran parte dei tasks.