



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Corso di Laurea in Scienze e Tecniche Psicologiche

Tesi di Laurea Triennale

***Memoria a breve termine infantile: fattori che influenzano la preferenza
nel dominio uditivo***

Infancy short-term memory: factors affecting the preference in the auditory domain

Relatore:

Prof.ssa Silvia Benavides Varela

Laureanda:

Paola Tracuzzi

1192287

Anno accademico 2021/2022

Abstract:

In questo elaborato viene trattata la memoria a breve termine uditiva nell'infanzia, in particolare dei bambini di qualche mese di vita. Attraverso la consultazione di varie recenti ricerche, con annessi esperimenti, si cerca di individuare i fattori che portano gli infanti a mostrare preferenze per stimoli uditivi. Nello specifico ci soffermeremo sulle preferenze per stimoli familiari e nuovi e vedremo come tali preferenze siano legate ai tempi di familiarizzazione e alla difficoltà dei compiti. Inoltre, rifletteremo su quali elementi potrebbero influire sulla preferenza per suoni linguistici e non linguistici. Ci soffermeremo anche sui ruoli della numerosità e della prosodia nel dirigere le preferenze. Tutti questi argomenti saranno esplorati a partire da una breve presentazione di studi e teorie preesistenti, si procederà poi con l'analisi degli stimoli e delle procedure utilizzate negli esperimenti e, infine, con delle riflessioni sulle implicazioni teoriche e metodologiche per studi futuri. Sono presenti, inoltre, riferimenti ad ulteriori ricerche e modelli associati agli argomenti sopracitati. In conclusione, si cerca qui di fare chiarezza sui fattori che rendono i bambini di pochi mesi pronti per imparare in modo preferenziale alcuni suoni nel loro ambiente.

Indice

<i>Introduzione</i>	4
1. Fattori che determinano le preferenze per la familiarità e la novità durante l'infanzia	8
1.1 Modello Multifattoriale di Hunter e Ames (1988)	8
1.2 Preferenza per stimoli nuovi o familiari nel contesto del lessico	11
2. Differenze nella memoria uditiva per i suoni linguistici e non linguistici	15
2.1 Memoria uditiva per suoni non linguistici	15
2.2 Rappresentazione mentale negativa nell'infanzia	18
2.3 Suoni linguistici e numerosità	21
3. Influenza della prosodia sulla preferenza per i suoni	26
<i>Conclusioni</i>	30
<i>Bibliografia</i>	33

Introduzione

Gli psicologi hanno iniziato a distinguere la memoria a lungo termine da quella a breve termine già dal 1890 (James, 1890). La memoria a breve termine permette di creare rappresentazioni mnestiche in modo rapido. Le informazioni in essa contenute possono essere archiviate solo temporaneamente e, se vogliono essere mantenute per più di pochi secondi, devono essere attivamente elaborate. Inoltre, la quantità di informazioni che possono essere ritenute nella memoria a breve termine è estremamente limitata. In passato, molti studiosi si erano chiesti se la memoria a breve termine potesse essere una memoria di lavoro, che permette di ritenere le informazioni per un tempo limitato con il fine di svolgere diversi compiti. Si è concluso che la memoria di lavoro è effettivamente parte della memoria a breve termine. La memoria di lavoro è, inoltre, importante per diversi compiti quali il *problem solving* e l'acquisizione di nuove conoscenze (Ross-Sheehy, Oakes, e Luck, 2003).

La memoria di lavoro e i suoi limiti sono stati ampiamente studiati negli adulti, ma molte meno ricerche sono state fatte riguardo i processi a breve termine nei bambini di qualche mese. È bene esplicitare che indagare la memoria a breve termine degli infanti è particolarmente difficile. Dal momento che non possono dare risposte comportamentali complesse per esprimere le preferenze (e.g. schiacciare un pulsante), hanno bisogno di stimoli, procedure e modalità di analisi differenti rispetto a quelle degli adulti. In particolare, richiedono delle fasi di familiarizzazione più lunghe per apprendere e le procedure si servono spesso di luci lampeggianti (o altri elementi) per attirare l'attenzione degli infanti. Inoltre, per analizzare i risultati si usano degli indici comportamentali più semplici, come ad esempio la direzione della testa, dello sguardo o la dilatazione pupillare. Tutte queste risposte comportamentali possono essere utilizzate per capire le preferenze dei bambini nei confronti degli elementi presentati.

Alcuni studi di questo tipo sono interessati alla preferenza per la familiarità o novità. Si ipotizza che, quando ai bambini viene presentato uno stimolo durante la fase di familiarizzazione e, successivamente, vengono esposti ad uno stimolo nuovo, la memoria si sarà formata se il bambino guarderà più a lungo il nuovo stimolo. Nel corso del presente elaborato si cercherà di dare una spiegazione del perché questo avviene e di quali sono i fattori che guidano il comportamento di preferenza per stimoli uditivi.

La maggior parte delle ricerche esistenti in letteratura sulla memoria a breve termine negli infanti, riguarda compiti che prevedono l'utilizzo di stimoli visivi. Viene spontaneo chiedersi se queste modalità possano essere interpretate in chiave acustica. Molti dei compiti che riguardano la rappresentazione di stimoli di tipo visivo coinvolgono una serie di oggetti presentati simultaneamente e disposti nello spazio. Tuttavia, adattare questi studi in chiave acustica è difficile, a causa del numero limitato di posizioni spaziali che possono essere percepite simultaneamente nel dominio uditivo. In più, l'abilità di localizzazione spaziale uditiva nei bambini di qualche mese non è ancora ben sviluppata. Ad ogni modo, ci sono studi con stimoli visivi che permettono di essere adattati alla dimensione acustica, grazie al particolare e accurato disegno di paradigmi sperimentali e per la presentazione degli stimoli. Un classico studio di memoria a breve termine dei bambini nel dominio visivo è "Rapid development of Feature Binding in Visual Short-Term Memory" (Oakes, Ross-Sheehy, e Luck, 2006). In tale studio, ai bambini di qualche mese di vita venivano presentati in modo sequenziale e per 500 ms ciascuno delle matrici con quadrati colorati, seguite da un intervallo di ritenzione di 300 ms. Tali sequenze venivano ripetute fino a creare flussi di 20 s. I quadrati contenuti in ogni matrice potevano cambiare colore ad ogni presentazione (e.g. blu-verde, blu-rosso, giallo-rosso) o rimanere gli stessi (e.g. giallo-rosso, giallo-rosso, giallo-rosso). I risultati di questo studio hanno dimostrato che i bambini di 10 mesi, ma non di 5, rispondono con una significativa preferenza per i flussi che subivano un cambiamento. Questo risultato suggerisce che i bambini possono codificare le sequenze presentate nella memoria a breve termine. Più avanti, in questo elaborato sarà presentato l'esperimento citato sopra, ma adattato alla dimensione acustica.

Come accennato prima, gli studi che hanno utilizzato stimoli di tipo uditivo sono in quantità nettamente minore. Inoltre, la capacità della memoria di lavoro uditiva negli infanti è stata principalmente studiata attraverso compiti di tipo verbali, che implicavano l'utilizzo di sillabe. Questo perché l'interesse degli sperimentatori era rivolto al processo di acquisizione del linguaggio e alle funzioni cognitive implicate nello sviluppo. In particolare, si era interessati a capire come abilità quali prestare attenzione a specifici stimoli acustici e la tendenza a generalizzare si sviluppassero dall'infanzia all'età adulta. Molti studi di questo tipo hanno riscontrato che le preferenze linguistiche e le abilità di discriminazione sono guidate da proprietà ritmiche e prosodiche del linguaggio (Bion, Benavides-Varela, e Nespors, 2010). In altre ricerche, sempre nel contesto della memoria

a breve termine uditiva, l'interesse era rivolto alla sensibilità nei confronti della numerosità degli elementi ricordati, oltre che al processo di acquisizione del linguaggio. Gli esperimenti di questo tipo sono volti a ricercare la capacità degli infanti di discriminare diverse numerosità di suoni linguistici (i.e. sillabe) o non linguistici (i.e. toni) (Benavides-Varela e Reoyo-Serrano, 2021).

Anche la memoria a breve termine uditiva, legata alla prosodia e alla numerosità, sarà ampiamente trattata nei paragrafi successivi.

Uno dei paradigmi più utilizzati, nel contesto di compiti che prevedono l'uso di stimoli uditivi, è l'AHPP (*Auditory Headturn Preference Paradigm*), in cui l'infante si trova in una cabina composta da tre pannelli (Fig. 1).

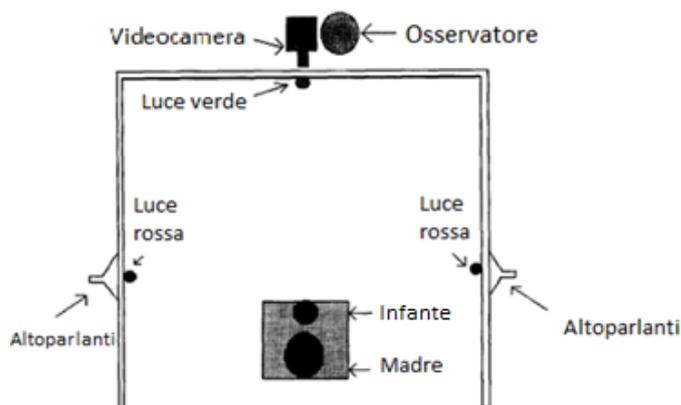


FIGURA 1 SCHEMA DELLA PROCEDURA HEAD-TURN. IMMAGINE ADATTATA E MODIFICATA DA "THE HEAD-TURN PREFERENCE PROCEDURE FOR TESTING AUDITORY PERCEPTION" KEMLER NELSON ET AL.

Nel pannello centrale, di fronte al bambino, si trova una luce che lampeggia per attirare l'attenzione e una telecamera che riprende i movimenti. Quando il bambino guarda la luce centrale, essa smette di lampeggiare ed inizia una delle due poste ai lati della cabina. Quando l'infante guarda la luce posta al suo lato, gli stimoli uditivi, prodotti attraverso altoparlanti nascosti dietro i due pannelli, vengono riprodotti. Quello che si analizza è il tempo che il bambino spende a guardare nella direzione di uno dei due pannelli laterali (Ross-Sheehy e Newman, 2015).

In questo elaborato si cercherà dunque di esplorare gli argomenti sopracitati, con particolare attenzione ai fattori che guidano bambini di qualche mese a mostrare determinate preferenze. Il primo capitolo tratterà della preferenza per la familiarità o la novità. Per iniziare sarà descritto un modello molto influente nell'ambito della preferenza per

stimoli nuovi o familiari. Sempre nello stesso capitolo vedremo come lo sviluppo del lessico sia collegato alle preferenze. Nel secondo capitolo verrà trattata la preferenza per il linguaggio o i toni, è possibile infatti che gli stimoli linguistici rappresentino uno stimolo privilegiato, e quindi preferito, rispetto a suoni non linguistici. Inoltre, vedremo uno studio sulle rappresentazioni mentali negative. Sarà anche brevemente trattata in questo capitolo la discriminazione della numerosità. Infine, verrà analizzato il ruolo della prosodia nell'influenzare la preferenza. Per finire, si concluderà brevemente con un riassunto di quanto descritto e delle riflessioni sui risultati ottenuti nelle varie ricerche.

Capitolo 1: Fattori che determinano le preferenze per la familiarità e la novità durante l'infanzia

1.1 Modello Multifattoriale di Hunter e Ames (1988)

Il Modello multifattoriale proposto da Hunter ed Ames nel 1988 cerca di descrivere i fattori che determinano la preferenza degli infanti per la familiarità e la novità. Sembra che l'attenzione per la novità giochi un ruolo importante nell'apprendimento e nello sviluppo, indirizzando i bambini di pochi mesi verso stimoli nuovi. Ma ciò non spiega perché a volte gli infanti mostrano interesse per oggetti familiari¹. Molte ricerche in questo campo, suggerivano che la preferenza potesse essere guidata dall'età dei bambini. Tuttavia, il modello sostiene che l'età non è il fattore centrale, ma piuttosto lo sono il tempo di familiarizzazione e la difficoltà del compito. Importante in questo ambito è il concetto di novità. Essa è concepita come collocabile in un continuum temporale lungo il quale un oggetto che prima era nuovo diventa con il tempo familiare. Gli effetti del

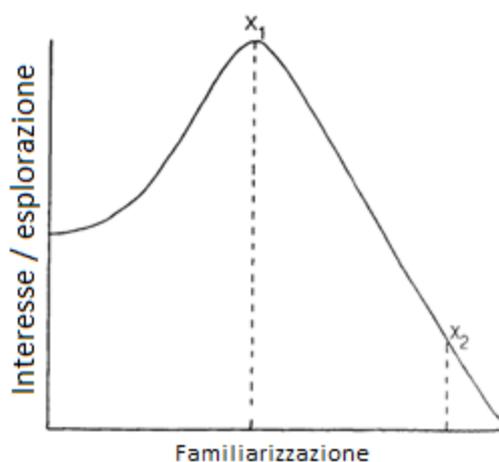


FIGURA 1.1 FUNZIONE IPOTETICA. IMMAGINE ADATTATA E MODIFICATA DA "A MULTIFACTOR MODEL OF INFANT PREFERENCE FOR NOVEL AND FAMILIAR STIMULI" HUNTER E AMES (1988).

tempo di familiarizzazione sulle preferenze per la novità e familiarità sono rintracciabili in una funzione che assume la forma di una U rovesciata (Figura 1.1). L'ascissa rappresenta il tempo, mentre l'ordinata può essere vista come misura del comportamento esplorativo o di interesse. Queste ultime due, nella funzione, subiscono inizialmente un

¹ Cfr. E. Mather; (2013); "Novelty, Attention, and challenges for developmental psychology"; *frontiers in Psychology*.

incremento con l'assimilazione di nuove informazioni, e poi diminuiscono quando le informazioni acquisite iniziano a diventare sempre più ridondanti. Durante la familiarizzazione, quindi, l'interesse nei confronti dello stimolo familiare cresce (in fig. 1.1: X_1). A questo punto si dovrebbe osservare una preferenza nei confronti dello stimolo familiare. Quando quest'ultimo non produce più interesse, la preferenza dovrebbe essere rivolta per lo stimolo nuovo (in fig. 1.1: X_2).

Nella figura 1.2 si trova una trasformazione della funzione in una curva base. Dati due stimoli, gli infanti inizieranno esplorando entrambi. Ciò forse perché i bambini di qualche mese non possono discriminare gli stimoli o perché attirano l'attenzione in modo uguale. Continuando ad esplorare, inizia a familiarizzare con uno dei due stimoli e la tendenza a preferirlo rispetto all'altro aumenta. L'ulteriore esposizione dovrebbe portare poi all'abituazione e alla tendenza a preferire il nuovo stimolo. Quindi, l'infante passa da una fase iniziale in cui non mostra alcuna preferenza, per poi spostarla nei confronti

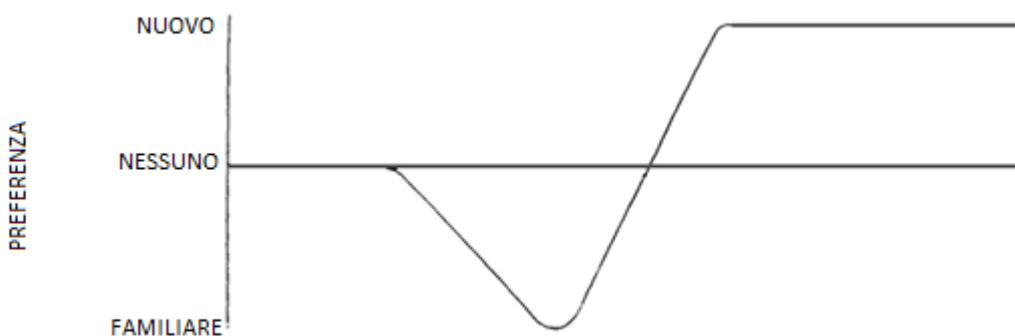


FIGURA 1.2 TRASFORMAZIONE DELLA FUNZIONE. IMMAGINE MODIFICATA E ADATTATA DA HUNTER E AMES (1988).

dello stimolo familiare e, successivamente, passa nuovamente per una fase in cui non vi è preferenza. Per finire inizia a prediligere lo stimolo nuovo.

Come accennato prima, l'età ha un effetto sulla curva base. I bambini con più mesi sembrano progredire più velocemente nella preferenza da familiarità a novità, rispetto agli infanti più piccoli. Ciò perché si presume che i bambini con un'età più avanzata abbiano più esperienza con gli stimoli e quindi conoscenze maggiori che consentono loro di impegnarsi in nuovi stimoli. Inoltre, i bambini più grandi riescono a elaborare cognitivamente gli stimoli in modo più efficiente. Quindi, anche stimoli che sono al di fuori delle conoscenze, vengono elaborati più velocemente dagli infanti più grandi.

Come l'età, anche la difficoltà del compito non modifica la forma della curva di preferenza, ma influisce sulla velocità con cui viene completata la sequenza (da stimolo familiare a nuovo). Quindi, compiti più difficili, che richiedono più informazioni da processare, producono una progressione più lenta della sequenza, rispetto a compiti meno difficili. In quest'ottica è facile supporre che la preferenza per la novità sarà maggiore nei compiti più facili, diminuendo progressivamente nei compiti più difficili. Al contrario, ci si può aspettare che i compiti più difficili producano una maggiore preferenza per gli stimoli familiari.

Prendiamo adesso in considerazione gli effetti combinati del tempo di familiarizzazione, dell'età e della difficoltà del compito sulle preferenze per la familiarità e novità (Figura 1.3). La figura mostra le risposte di due gruppi di infanti più giovani e più vecchi. Per ogni gruppo, l'asse verticale rappresenta le preferenze, mentre quella orizzontale rappresenta il tempo di familiarizzazione e la difficoltà del compito. La forma base della curva

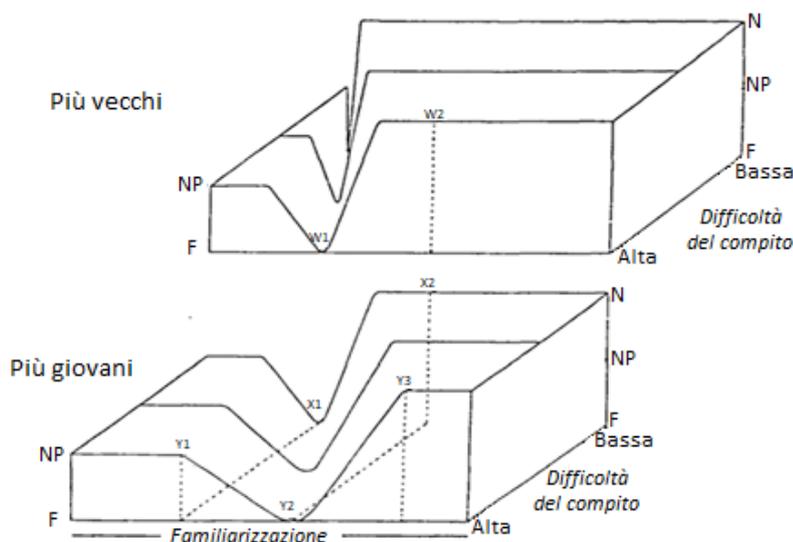


FIGURA 1.3 GLI EFFETTI COMBINATI DEL TEMPO DI FAMILIARIZZAZIONE, DELL'ETÀ E DELLA DIFFICOLTÀ DEL COMPITO. IMMAGINE ADATTATA DA HUNTER E AMES (1988).

rimane comunque invariata, ma si allunga o contrae a seconda della difficoltà del compito a qualsiasi età e dell'età ad ogni livello di difficoltà del compito. Ci si aspetta che i bambini più grandi, che familiarizzano con compiti più facili, progrediscano più velocemente nella curva, mentre gli infanti più giovani nei compiti più difficili abbiano bisogno di più tempo. Osservando i bambini del gruppo più grande si nota che mostrano una preferenza per la familiarità dopo una breve familiarizzazione (in fig. 1.3: W1) e una preferenza per la novità dopo una maggiore familiarizzazione (W2). Usando gli stessi

tempi di familiarizzazione, è possibile che gli infanti più giovani abbiano gli stessi risultati nella sequenza di preferenza, ma è necessario che il livello di difficoltà del compito sia più basso (in fig. 1.3: X1 e X2). Infatti, se i tempi di familiarizzazione e la difficoltà del compito sono gli stessi per entrambi i gruppi i risultati saranno differenti. Quindi, nel complesso possiamo dire che i bambini più giovani non mostrano preferenza o preferiscono la familiarità, mentre infanti con età maggiore mostrano per lo più preferenza per la novità. Tuttavia, è bene specificare che sia gli infanti più giovani che quelli più vecchi mostrano preferenza per la novità e per la familiarità, date però condizioni appropriate riguardo la difficoltà del compito e il tempo di familiarizzazione. Quindi, il modello rintraccia nel tempo di familiarizzazione e nella difficoltà del compito i fattori che determinano le preferenze per stimoli nuovi o familiari (Hunter e Ames, 1988). A questo punto viene spontaneo chiedersi se questo modello si adatti perfettamente a tutti i tipi di studi che riguardano la familiarità e novità.

1.2 Preferenza per stimoli nuovi o familiari nel contesto del lessico

Uno studio che cerca di mettere in relazione le risposte di familiarità e novità con la rappresentazione lessicale è “*Making Sense of Infant Familiarity and Novelty Responses to Words at Lexical Onset*” di DePaolis, Keren-Portnoy e Vihman (2016). Si tratta di uno studio longitudinale su bambini dai 9 mesi in poi, in cui si stimavano: l’anticipo fonetico e l’anticipo lessicale. Inoltre, veniva impiegato il paradigma headturn. La variabile scelta per stimare l’anticipo fonetico era l’età in cui due schemi motori vocali (VMS) venivano raggiunti. Gli schemi vocali venivano misurati tramite la ripetizione di specifiche consonanti e indicavano il grado con cui l’infante usa una consonante ripetutamente durante la lallazione. Nello specifico, i due schemi motori vocali erano valutati attraverso degli audio di trenta minuti a settimana e delle registrazioni video fatte in casa. Iniziavano quando il bambino aveva 9 mesi e duravano fino a quando raggiungeva un alto utilizzo dei due VMS. Per valutare se una consonante raggiungeva gli schemi motori vocali almeno uno dei seguenti criteri doveva essere soddisfatto: almeno 10 segni della consonante data erano prodotti in almeno tre sessioni consecutive di mezz’ora su quattro; un totale di 50 o più segni della consonante data erano prodotti in una o tre sessioni registrate. L’anticipo lessicale veniva misurato a partire dal numero di parole che il bambino era abile a comprendere secondo il rapporto dei genitori. Veniva usato il *MacArthur Communicative Developmental Inventory* (CDI), che permetteva di stimare il

List A		List B	
Familiar	Rare	Familiar	Rare
Baby	Pauper	Birdie	Beadle
Biscuit	Tendon	Bottle	Blotter
Breakfast	Brindle	Clever	Dapper
Careful	Geezer	Dolly	Gully
Cuddle	Dabble	Gentle	Tendril
Mummy	Deacon	Grandad	Plunder
Dinner	Berber	Daddy	Gecko
Dirty	Turbo	Nappy	Netter
Dummy	Tinny	Naughty	Doughty
Granma	Crofter	Teddy	Tatty
Telly	Demi	Tickle	Kindle
Tired	Mired	Toothbrush	Tangram

FIGURA 1.4 PAROLE USATE NELL'ESPERIMENTO HEADTURN. IMMAGINE ADATTATA DA "MAKING SENSE OF INFANT FAMILIARITY AND NOVELTY RESPONSES TO WORDS AT LEXICAL ONSET" DE PAOLIS ET AL. (2016).

livello di rappresentazione del lessico del bambino. In particolare, l'inventario era compilato dai genitori a partire dai 9 mesi in poi. Per l'AHPP (*Auditory Headturn Preference Procedure*) si usavano come stimoli liste di parole (Fig. 1.4), metà delle quali erano 12 parole pensate per essere familiari ai bambini, l'altra metà era invece composta da 12 parole rare, che difficilmente potevano essere familiari. Le parole rare erano simili a quelle familiari in termini di segmenti (consonanti e vocali) e fonotattica. Ogni sessione sperimentale consisteva in una fase di familiarizzazione e una fase test. Nella fase di familiarizzazione venivano presentate 12 parole random dalle 2 liste, controbilanciate in modo che metà delle parole sentite dal bambino fossero familiari e l'altra metà rare. La fase test consisteva di 12 prove, sei per ognuna delle due condizioni (Familiari e Rare). Importante da specificare è che i bambini venivano poi divisi in tre gruppi in base alle risposte date all'AHPP: due più avanzati (che dimostravano Familiarità e Novità) e uno meno avanzato (Nessuna preferenza). Inoltre, a supporto di questa divisione venivano usate le misure di anticipo fonetico (VMS) e lessicale (CDI). I risultati di questo esperimento, in particolare riguardo all'anticipo fonetico (VMS) e alle prestazioni nell'AHPP, hanno messo in luce che i bambini che hanno mostrato una forte preferenza nei confronti della novità e della familiarità costituiscono il gruppo linguisticamente più avanzato. Infatti, i bambini che hanno mostrato risposte per entrambi i tipi di stimoli erano anche quelli che avevano già raggiunto i due schemi motori vocali. L'anticipo fonetico, tuttavia non è necessariamente legato all'età, ma piuttosto al

percorso individuale di ogni bambino. Inoltre, per analizzare meglio come le risposte alla novità e alla familiarità sono legate a un maggiore anticipo linguistico, sono state prese in considerazione le prestazioni nell'AHPP in relazione alla dimensione del lessico (CDI) (Fig. 1.5). La crescita, per quanto riguarda il lessico, è iniziata prima per il

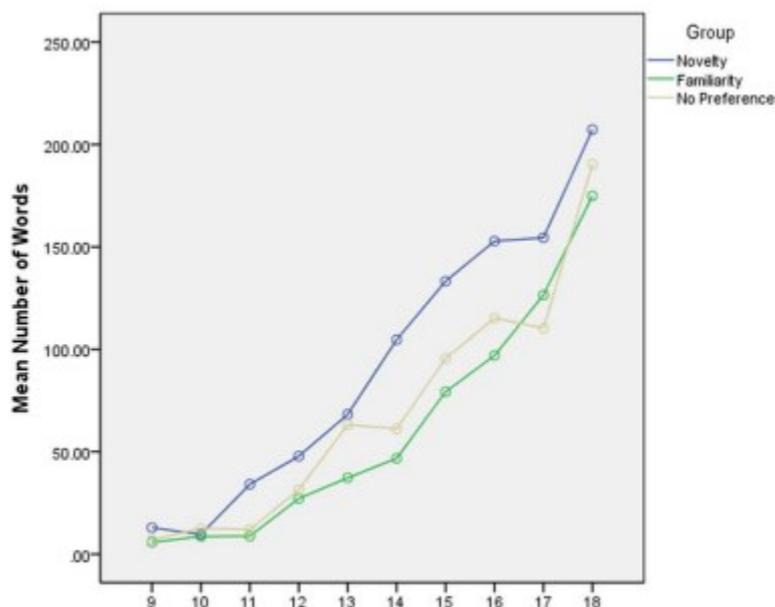


FIGURA 1.5 CRESCITA MEDIA DEL LESSICO IN BASE AL CDI E PRESTAZIONE NELL'AHPP. IMMAGINE ADATTATA DA "MAKING SENSE OF INFANT FAMILIARITY AND NOVELTY RESPONSES TO WORDS AT LEXICAL ONSET"; DE-PAOLIS ET AL., (2016).

gruppo di bambini che avevano preferito la "Novità", ma non sono state riscontrate differenze tra i gruppi di bambini che avevano preferito "Familiarità" e "Nessuna-preferenza". Tale riscontro non sembra essere in linea con il modello di Hunter e Ames. Infatti, il modello sostiene che vi è una differenza nel tempo di fissazione tra i gruppi che preferiscono la "Familiarità" e "Nessuna-preferenza", ma la differenza nei due gruppi non sembra tradursi in uno sviluppo di tipo lessico. Quindi, mentre il gruppo che ha preferito "Novità" può essere avanzato, i gruppi con maggiore preferenza per "Familiarità" e "Nessuna-preferenza" possono essere più simili tra loro.

In sintesi, possiamo dire che l'età sembra essere importante nel determinare le risposte dal momento che si osserva una certa progressione nel lessico con l'età (Fig. 1.5), ma bisogna sempre tener conto delle differenze individuali. La conoscenza lessicale sembra invece legata alle preferenze per familiarità e novità. Infatti, i gruppi più avanzati nel lessico sembrano essere proprio quelli che preferiscono le parole rare rispetto alle familiari. Quindi, anche la conoscenza lessicale sembra assumere una certa importanza nel guidare la preferenza.

Una risposta alla familiarità o alla novità indica che il bambino ha mantenuto il ricordo dello stimolo presentato in precedenza e poi ripresentato nell'esperimento. Inoltre, le risposte alla familiarità indicano l'inizio del riconoscimento della forma della parola, mentre la risposta alla novità suggerisce che i bambini hanno rappresentato le parole rare in modo stabile nella memoria. Questa è un'ulteriore prova che la preferenza per la novità riflette un livello più avanzato dello sviluppo del linguaggio (DePaolis, Portnoy, e Vihman 2016).

Quindi questo studio è congruente con il Modello Multifattoriale, ma solo per quanto riguarda il fatto che l'età non è il vincolo primario che guida la preferenza. Un altro aspetto in linea con il modello di Hunter e Ames è che il gruppo che preferisce stimoli nuovi è maggiormente avanzato nel lessico, mentre chi preferisce stimoli familiari inizia solo a riconoscere la forma della parola, ma non riesce ancora a rappresentarla in modo stabile. Questa ricerca, inoltre, mette in luce un limite nel Modello Multifattoriale, che è proprio quello relativo alle differenze individuali.

Capitolo 2. Differenze nella memoria uditiva per i suoni linguistici e non linguistici

2.1 Memoria uditiva per suoni non linguistici

“*Infant auditory short-term memory for non-linguistic sounds*” è un articolo di ricerca di Ross-Sheehy e Newman del 2015. Esso mira ad esplorare, attraverso tre esperimenti, la memoria uditiva per suoni non linguistici. Gli esperimenti sono improntati sullo studio condotto nel 2006 da Oakes et al.², che prevedeva dei compiti di riconoscimento del cambiamento di stimoli visivi. Tali esperimenti sono stati replicati, ma adattati alla dimensione acustica. Nello specifico, lo scopo dello studio era quello di esaminare i limiti nella capacità di ritenere numeri di elementi individuali e i limiti rispetto alla durata della sequenza, utilizzando il paradigma di rilevamento del cambiamento (*change-detection paradigm*) e l’AHPP.

Nel primo esperimento, agli infanti venivano presentati flussi creati con sequenze contenenti 2 o 4 strumenti musicali, ogni sequenza era seguita da intervalli di ritenzione di 500 ms. Le sequenze potevano essere costanti (e.g. per sequenze di 2 strumenti: flauto-arpa, flauto-arpa, flauto-arpa; per sequenze di 4 strumenti: sax-violoncello-arpa-pianoforte, sax-violoncello-arpa-pianoforte, sax-violoncello-arpa-pianoforte) o variabili, cioè veniva cambiato uno strumento ad ogni ripetizione (e.g. per sequenze di 2 strumenti: piano-sax, piano-violino, arpa-violino; per sequenze di 4 strumenti: basso-arco-arpa-sax, basso-arco-pianoforte-sax, flauto-arco-pianoforte-sax). Inoltre, le proprietà del suono venivano appositamente variate per massimizzare la discriminabilità. I partecipanti erano 16 bambini con età media di 10.5 mesi. Gli stimoli sono stati creati selezionando 8 strumenti. Ogni nota durava 350 ms e quindi la durata totale delle sequenze era di 700 ms (per 2 strumenti) e 1400 ms (per 4 strumenti). I flussi erano composti combinando tali sequenze, fino a raggiungere la durata di 20.4 s. Metà di questi flussi era composta da sequenze di 4 strumenti, l’altra metà era invece composta da sequenze di 2 strumenti. Anche la variabilità dei flussi era stata manipolata, infatti, metà erano costanti e l’altra metà variabili. Quindi, sono stati creati 4 tipi di flussi: 2-strumenti costanti; 2-strumenti variabili; 4-strumenti costanti; 4-strumenti variabili. La procedura si serviva della *Head-turn preference* (spiegata nell’Introduzione). L’esperimento iniziava

² Vedi Introd. pp. 4.

sempre con una fase di familiarizzazione, che aveva lo scopo di far apprendere al bambino la contingenza tra guardare e ascoltare (i.e. guardare la luce ai lati produce il suono). Durante tale fase gli infanti ascoltavano quattro prove con musica classica quando guardavano la luce rossa ai lati, per un massimo di 14.9 s. A questa fase seguiva la fase test, in cui il bambino ascoltava 16 prove organizzate in blocchi. Ogni blocco conteneva un trial di ogni tipo: 2-strumenti variabili; 2-strumenti costanti; 4-strumenti variabili; 4-strumenti costanti. Il lato della cabina usato per la presentazione era scelto random, ma non più di tre prove di fila avvenivano nello stesso lato della cabina. In questo modo sono stati creati 8 ordini di prove random. Quello che veniva registrato era il tempo totale speso a guardare ogni *trial*, escluso il tempo in cui l'infante distoglieva lo sguardo. L'analisi è stata condotta col fine di esaminare l'effetto della lunghezza della sequenza (2 vs. 4 strumenti) e del tipo di sequenza (variabile vs. costante) sulla durata dell'ascolto. L'effetto della lunghezza della sequenza non è stato significativo. Per quanto invece riguarda il tipo di sequenza, dall'analisi è emerso che i neonati ascoltavano significativamente più a lungo i flussi variabili, rispetto a quelli costanti. Però, tale risultato, era limitato alle sequenze di 2 strumenti, non a quelle di 4. Tuttavia, in questo esperimento i flussi si differenziano non solo per il numero di strumenti, ma anche per la durata totale di ogni sequenza. Infatti, la sequenza con 2 strumenti ha una durata totale di 700 ms (350 ms a nota), mentre quella con 4 strumenti ha una durata totale di 1400 ms. È possibile, dunque, che la durata totale delle sequenze abbia influito sui risultati. L'esperimento 1 richiede, infatti, un notevole sforzo di mantenimento: 1900 ms per 2 strumenti (700 ms + 500 ms + 700 ms); 3300 ms per 4 strumenti (1400 ms + 500 ms + 1400 ms).

Nel secondo esperimento, al fine di aggirare questi vincoli, la durata delle sequenze è stata mantenuta costante, proprio per poter meglio analizzare l'effetto della dimensione (sequenze di 2 o 4 strumenti). Se la capacità della memoria a breve termine uditiva degli infanti è limitata al numero di elementi che possono essere immagazzinati nella memoria, allora la performance dovrebbe variare in funzione del numero di strumenti in una sequenza, senza riguardo della durata della sequenza. Se, però, la capacità è limitata dalla durata globale della sequenza di strumenti, allora i bambini dovrebbero essere abili nel ricordare un gran numero di strumenti con minore durata rispetto a quelli con durata più lunga. Gli stimoli sono simili a quelli dell'esperimento 1, con la differenza che entrambe le sequenze di 2 e 4 strumenti sono state calibrate sulla stessa durata totale (1400

ms). Quindi, per le sequenze di 2 strumenti ogni nota era di 700 ms, mentre per le sequenze con 4 strumenti ogni nota era di 350 ms. Stavolta i risultati non hanno mostrato nessun significativo effetto per quanto riguarda il tipo di sequenze o la lunghezza delle sequenze. I risultati suggeriscono che la performance nell'esperimento 1 potrebbe essere stata guidata dalla differente durata delle sequenze, piuttosto che dal numero di *item* nella sequenza. Resta ancora da chiarire se durata e numero di item interagiscano nell'influencare la capacità o se la durata è il vincolo primario sul rilevamento del cambiamento.

Nell'esperimento 3, per meglio testare l'influenza della durata sulla preferenza per i flussi variabili, viene manipolata la durata individuale di ogni strumento (e di conseguenza anche la durata totale di ogni sequenza) mentre la dimensione degli item è mantenuta costante a sequenze di 2 strumenti. L'esperimento 3, inoltre, fornisce un test critico degli effetti della durata sulla preferenza per i flussi variabili. Ogni nota poteva durare 350 ms (sequenza di 700 ms) o 700 ms (sequenza di 1400 ms). In questo esperimento si analizzavano quindi gli effetti della durata della sequenza (cioè 1400 ms vs 700 ms) e del tipo di sequenza (variabile o costante). I risultati suggeriscono che la memoria dei bambini di circa 10 mesi, per sequenze di 2 strumenti, era influenzata dalla durata della sequenza; infatti, i bambini hanno mostrato una significativa preferenza per il flusso variabile, ma solo per le sequenze di 700 ms (non 1400 ms). Questi risultati dimostrano che la capacità della memoria a breve termine per 2 sequenze di strumenti non può eccedere una durata di 700 ms. In altre parole, gli infanti possono codificare e ricordare sequenze di strumenti distinti, ma solo se queste sequenze non eccedono i 700 ms di durata totale. Inoltre, questi risultati replicano quelli dell'esperimento 2 (risultati nulli), e suggeriscono che gli effetti nell'esperimento 1 non erano causati dalla variazione di 2 e 4 sequenze di strumenti.

I risultati di questi tre esperimenti dimostrano che bambini di 10 mesi possiedono una memoria a breve termine uditiva per suoni non-linguistici. In particolare, i risultati dimostrano chiari effetti di questa capacità riguardo alla durata totale di una sequenza. I bambini ascoltano più a lungo flussi variabili, rispetto ai costanti, ma solo quando la durata totale delle sequenze è minore di 1400 ms. Inoltre, gli infanti sono riusciti a rilevare con successo flussi di sequenze variabili con 2 strumenti, ma non con 4 strumenti. I risultati, quindi, suggeriscono che gli effetti della durata (piuttosto che il numero di item),

siano centrali quando vengono usati flussi sonori più naturali (Ross-Sheehy e Newman, 2015).

Sarebbe interessante capire se, usando queste procedure con stimoli di tipo linguistico (come le sillabe) piuttosto che non linguistico, si otterrebbero gli stessi risultati. Questo perché molte ricerche presenti in letteratura hanno ipotizzato e, in parte, anche confermato che gli stimoli linguistici sono privilegiati rispetto a quelli non linguistici. Inoltre, viene spontaneo chiedersi qual è il fattore che permette al bambino di rilevare il cambiamento nelle sequenze variabili. Il Modello Multifattoriale potrebbe essere in grado di spiegare in modo parziale il perché della preferenza per le sequenze Variabili. Infatti, è possibile che lo strumento che viene cambiato in queste sequenze, sia percepito come stimolo nuovo e quindi preferito. Anche per quanto riguarda la difficoltà del compito, i risultati sono parzialmente in linea con il Modello Multifattoriale. Infatti, solo le sequenze di 2 strumenti Variabili con durata non superiore a 1400 ms erano guardate significativamente più a lungo e secondo il Modello i compiti più facili guidano la preferenza per la novità. Quindi la durata delle sequenze è l'elemento critico che ha definito la difficoltà del compito e portato il bambino a preferire i flussi variabili. Per concludere con lo studio di Ross-Sheehy e Newman, è possibile che la variabilità dei flussi sia preferita perché i neonati hanno rappresentato in negativo le sequenze. In altre parole, è possibile che gli infanti abbiano codificato il fatto che si tratti di una serie di strumenti non uguali ai precedenti? Nelle sequenze variabili, il cambiamento degli strumenti viene rappresentato dai bambini come “non uguale agli strumenti precedenti”?

2.2 Rappresentazione mentale negativa nell'infanzia

Un esperimento che può aiutarci a capire meglio lo studio di Ross-Sheehy e Newman è l'articolo di ricerca “*Negative mental representations in infancy*” di Hochmann e Toro (2021). Questa ricerca si serve di quattro esperimenti per capire se è possibile che bambini di qualche mese mettano in atto delle rappresentazioni mentali negative³ (e.g. “non blu” o “non qui”). Considerando lo studio precedente di Ross-Sheehy e Newman, la sequenza variabile potrebbe essere stata rappresentata in negativo. Ciò significa che i bambini potrebbero aver considerato gli strumenti utilizzati in queste sequenze come

³ Rappresentare mentalmente gli stimoli può essere fatto attraverso relazioni di identità, in cui uno stimolo è quello che è, o di negazione, che implica quello che lo stimolo non è. Ad esempio, data una sequenza di elementi AAB, possiamo riconoscere B=B (identità), ma anche B=non A (negazione).

“non uguali” agli strumenti precedenti. Ad esempio, in una sequenza variabile pianoforte-flauto + pianoforte-violino + chitarra-violino, il violino nella seconda sequenza potrebbe essere stato rappresentato mentalmente come “non flauto”, lo stesso vale per la chitarra che potrebbe essere stata codificata come “non pianoforte”. Torniamo adesso a focalizzarci sugli esperimenti dello studio di Hochmann e Toro. Per questi esperimenti è stata utilizzata la pupillometria e i partecipanti erano bambini di 11 mesi. Quello che veniva analizzato era la capacità di rilevare e rappresentare sequenze di sillabe in termini di relazione di “identità” o “negazione”.

Nel primo esperimento si è analizzata l’abilità nella rappresentazione di una struttura AAAA, che si basava su relazioni di identità. Se questa relazione fosse stata rappresen-

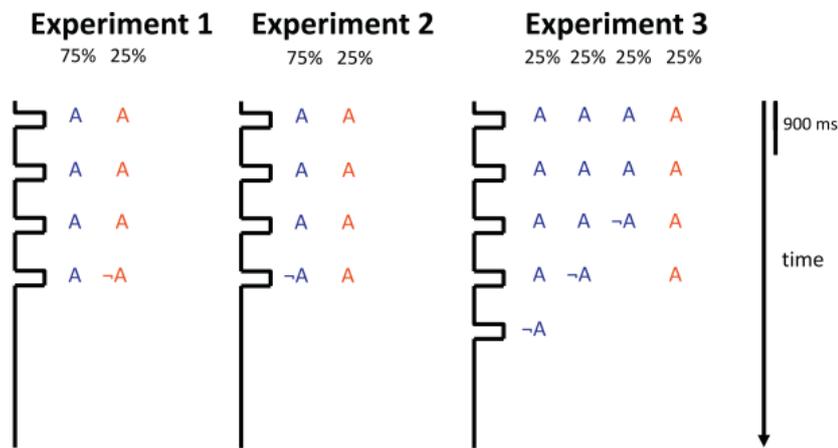


FIGURA 2.1 DISEGNO DEGLI ESPERIMENTI. IMMAGINE ADATTATA DA “NEGATIVE MENTAL REPRESENTATIONS IN INFANCY” HOCHMANN E TORO (2021).

tata correttamente, allora si sarebbe osservata una dilatazione pupillare in risposta ad una sequenza deviante AAAB. Questo primo esperimento serviva solo per validare il metodo. Gli stimoli erano composti da 48 sillabe con durata di 120 ms, che potevano essere formate a partire da 12 consonanti e 4 vocali. Le sillabe erano usate per creare sequenze di quattro sillabe identiche (e.g. AAAA; ba ba ba ba; di di di di; etc.) o sequenze devianti composte da tre sillabe uguali e l’ultima differente (e.g. AAA-A; fi fi fi lo). Il bambino era seduto sulle gambe di un genitore, di fronte ad uno schermo con l’*eyetracker*. Ogni prova iniziava nel momento in cui i bambini fissavano una croce centrale che lampeggiava nello schermo. Quando la croce scompariva, un personaggio animato appariva al centro dello schermo. Dietro lo schermo era posizionato un altoparlante da cui proveniva la sequenza standard AAAA (per il 75% dei trials) o la sequenza deviante AAA-A (25 %). Nei primi 8 trials venivano presentate solo sequenze standard

(AAAA). L'esperimento durava fino a 96 prove aggiuntive (72 standard, 24 devianti), o fino a quando il bambino si stancava oppure il genitore chiedeva di interrompere. I risultati di questo primo esperimento hanno mostrato una dilatazione pupillare significativa in risposta alle sequenze devianti AAA¬A rispetto alle sequenze standard. Ciò dimostra che i bambini si aspettavano che l'ultima sillaba fosse identica alle precedenti e rilevavano la violazione della regola.

Il secondo esperimento era volto ad indagare l'abilità nel rappresentare una struttura di tipo AAA¬A (cioè 3 volte la sillaba A e la sillaba finale che non è A) basandosi su relazioni di identità e negazione. Se il bambino fosse riuscito a rappresentare tale sequenza standard, allora si sarebbe osservata una dilatazione pupillare per la sequenza deviante AAAA. La procedura era uguale a quella del primo esperimento, ma stavolta la sequenza standard AAA¬A ricopriva il 75% dei trials, mentre la sequenza con struttura AAAA era presentata per il 25 % dei trials. I risultati del secondo esperimento non hanno evidenziato nessuna dilatazione pupillare in risposta alla sequenza deviante e alla sequenza standard. Questi risultati, quindi, indicano che dopo aver ascoltato ba ba ba, i bambini non sono sorpresi di sentire ba di nuovo. Ciò significa che non hanno codificato la negazione. Tuttavia, tale fallimento potrebbe essere circostanziale, perché la struttura AAA¬A richiede la rappresentazione di 3 elementi identici più la relazione negativa finale, ciò potrebbe gravare sulla limitata capacità della memoria di lavoro degli infanti. In altre parole, i bambini potrebbero non avere sufficienti risorse cognitive per rappresentare ¬A. Nell'esperimento 3a e 3b (replica) gli infanti venivano esposti ad una struttura standard simile a quella dell'esperimento 2, con l'eccezione che il numero di sillabe identiche che precedono quella finale diversa varia da 2 a 4 (AA¬A per il 25%; AAA¬A per il 25%; AAAA¬A per il 25%). La sequenza deviante, presente anch'essa nel 25% dei trials, era formata da 4 sillabe identiche. Dal momento che i bambini non potevano anticipare la posizione della sillaba finale differente, ci si aspettava un ritardo nella risposta pupillare quando nella sequenza finale mancava l'ultima sillaba diversa. I risultati hanno mostrato una dilatazione pupillare in risposta alla sequenza deviante AAAA rispetto alla sequenza standard della stessa lunghezza (AAA¬A). Ciò dimostra che il bambino, dopo aver ascoltato la stessa sillaba A ripetuta un certo numero di volte, non si aspettavano che l'ultima sillaba fosse A. Quindi, gli infanti possono rappresentare la struttura negativa AA(A)(A) ¬A (Hochmann e Toro, 2021).

In conclusione, dai risultati emersi da questi esperimenti, bambini di qualche mese sono capaci di rappresentarsi delle strutture basate sull'identità e iniziano a utilizzare anche strutture definite da una relazione di negazione. I risultati che sono emersi in questa ricerca potrebbero essere in linea con quelli degli esperimenti di Ross-Sheehy e Newman presentati sopra. Infatti, è possibile che la sequenza variabile sia rilevata dai bambini partendo proprio da una rappresentazione negativa delle sequenze (strumento non uguale ai precedenti). Quindi, il rilevamento del cambiamento potrebbe essere dato proprio dal fatto che il bambino riesce a trovare la relazione di negazione delle sequenze variabili, andando a preferire queste ultime. Tuttavia, è bene specificare che i due studi si differenziano non solo negli stimoli, ma anche nelle procedure e nelle ipotesi e potrebbero per questo essere circostanziali. Infatti, lo studio di Ross-Sheehy e Newman utilizza suoni strumentali, mentre quello di Hochmann e Toro utilizza suoni linguistici. Sarebbe interessante sapere che risultati si otterrebbero se venissero usati gli stimoli del primo studio di Ross-Sheehy e Newman con il disegno di questo studio. Infatti, i bambini riescono a rappresentare in negativo sequenze di sillabe (o almeno iniziano a farlo), ma non sappiamo se effettivamente possano fare lo stesso con sequenze di strumenti. Se riusciranno a codificare la relazione di negazione persino con strumenti musicali si potrebbe concludere che si tratti di un'operazione astratta che può essere messa in atto nel dominio uditivo e che non è limitata a soli stimoli linguistici, ma anche a suoni strumentali. Al contrario, se non riusciranno a trovare tale relazione allora nell'ambito delle rappresentazioni in negativo gli stimoli linguistici saranno privilegiati. Inoltre, potrebbe anche darsi che le relazioni di identità e negazione abbiano un ruolo nell'influenzare la preferenza, ed è anche per questo motivo che sarebbe interessante ampliare la ricerca.

2.3 Suoni linguistici e numerosità

Una domanda ulteriore, nell'ambito delle preferenze, è se bambini di qualche mese preferiscono stimoli di tipo linguistico o non linguistico. Il linguaggio potrebbe infatti essere preferito dai bambini, rispetto ad altri suoni. Nello studio di DePaolis et al.⁴, abbiamo riscontrato che gli infanti che preferiscono parole nuove o familiari sono anche quelli più sviluppati da un punto di vista lessico, rispetto ai bambini che non hanno mostrato nessuna preferenza. Abbiamo anche trattato la preferenza nell'ambito dei suoni

⁴ Vedi paragrafo 1.2

non linguistici⁵, in particolare però ci siamo soffermati sul numero di *item*, sulla variabilità e la durata degli stimoli. Tuttavia, non possiamo ancora sapere se i bambini preferiscono stimoli formati a partire dal linguaggio o stimoli composti da suoni non linguistici. Uno studio che potrebbe essere preso come esempio è “*Small-range numerical representations of linguistic sounds in 9- to 10-month-old infants*” (2021) condotto da Benavides-Varela e Reoyo-Serrano. Specifichiamo che si tratta di uno studio rivolto non solo al processo di acquisizione del linguaggio, ma anche alla sensibilità nei confronti della numerosità. Attraverso quattro esperimenti, si cercava di analizzare l’abilità di discriminazione di stimoli uditivi linguistici (i.e. sillabe) e non linguistici (onde sonore pure) nei bambini di circa dieci mesi. In tre esperimenti di questo studio venivano fatte

Experiment	Stimuli properties							Graphical Example	
	Tokens (see Supplementar y Materials for details)	Number of elements	Token pitch	Token duration	Token intensity	ISI duration	Sequence duration		
1	20 different syllables	2-Syllables	240Hz	200ms	70dB	250ms	650ms		
		3-Syllables	240Hz	200ms	70dB	250ms	1100ms		
2-Syllables		240Hz	269ms	70dB	337ms	875ms			
3-Syllables		240Hz	159ms	70dB	199ms	875ms			
3		3-Syllables	240Hz	200ms	70dB	250ms	1100ms		
		4-Syllables	240Hz	200ms	70dB	250ms	1500ms		
4		20 different pure sine waves	2-Tones	Range: 250-1300 Hz	200ms	70dB	250ms	650ms	
			3-Tones	Range: 250-1300 Hz	200ms	70dB	250ms	1100ms	

FIGURA 2.2 PROPRIETÀ SONORE DEGLI STIMOLI UTILIZZATI NELLO STUDIO. IMMAGINE ADATTATA DA “SMALL-RANGE NUMERICAL REPRESENTATIONS OF LINGUISTIC SOUNDS IN 9- TO 10-MONTH-OLD INFANTS” BENAVIDES-VARELA E REYOY-SERRANO (2021).

ascoltare delle sillabe ai partecipanti.

Nei primi due esperimenti si analizzava l’abilità di discriminare sequenze di 2 e di 3 sillabe, controllando alcuni variabili della proprietà del suono e prendendo in considerazione il primo sguardo nella fase test. I bambini, seduti sul *caregiver*, erano esposti a una fase di familiarizzazione (20 prove) e una fase test (8 prove). La fase di familiarizzazione iniziava con la presentazione di un elemento visivo centrale, che aveva lo scopo di attirare l’attenzione del bambino. Ai lati di questo elemento erano presenti due quadrati bianchi. Quando l’infante guardava in centro, una sequenza di sillabe veniva riprodotta. Dopo un secondo dalla fine della sequenza appariva in uno dei quadrati bianchi un pupazzo per 2 secondi. Il lato della presentazione era contingente al numero di

⁵ Vedi paragrafo 2.1.

sillabe nella sequenza. Ad esempio, con 2 sillabe il pupazzo sarebbe comparso nel quadrato a destra, mentre con 3 sillabe nel quadrato a sinistra. La fase test rimaneva uguale a quella di familiarizzazione, con l'eccezione che i pupazzi non comparivano e venivano mostrati solo i quadrati bianchi. Se il bambino, nella fase test, dopo aver sentito 2 sillabe guardava ad esempio il quadrato destro e con 3 sillabe il sinistro, allora riusciva a rappresentare numericamente i due suoni, mostrandosi abile nel ricordare il lato dove il pupazzo veniva presentato durante la familiarizzazione. (Figura 2.3).

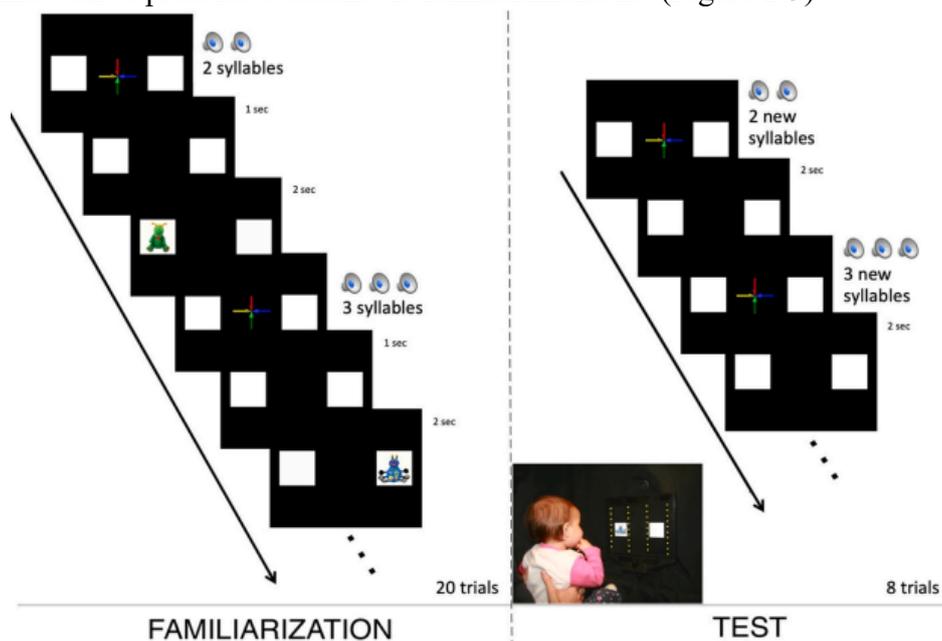


FIGURA 2.3 DISEGNO DELLA PROCEDURA. IMMAGINE ADATTATA DA "SMALL-RANGE NUMERICAL REPRESENTATIONS OF LINGUISTIC SOUNDS IN 9- TO 10-MONTH-OLD INFANTS" BENAVIDES-VARELA E REYO-SERRANO (2021).

I risultati dei due esperimenti mostrano che i bambini dai 9 ai 10 mesi sono in grado di discriminare sequenze di sillabe formate con gli stessi suoni ma che differiscono nel numero di sillabe (i.e. 2 da 3). Anche il terzo esperimento cerca di trovare il limite nell'abilità di discriminare sequenze uditive composte da stimoli linguistici. In questo caso, però, venivano fatte ascoltare 3 e 4 sillabe. I risultati mostrano che i bambini non erano invece in grado di discriminare sequenze di 3 e 4 sillabe, trovando un limite nell'abilità di discriminazione e rappresentazione della memoria a breve termine. Nell'ultimo esperimento, invece delle sillabe, venivano fatti ascoltare dei suoni di tipo non linguistico (i.e. onde sonore pure). Questo esperimento non mostra alcuna evidenza della capacità dei bambini di discriminare 2 toni da 3. In altre parole, bambini di 10 mesi riescono a discriminare sequenze di 2 da sequenze di 3 sillabe, ma non riescono a fare lo stesso quando ascoltano il medesimo numero di sequenze ma con suoni non

linguistici. Tali risultati suggeriscono che gli infanti possiedano una certa sensibilità nei confronti dei suoni linguistici e siano più abili nel discriminarli. Ma viene spontaneo chiedersi da dove derivi la difficoltà del bambino nel discriminare questi suoni. Se torniamo allo studio di Ross-Sheehy e Newman⁶, i bambini mostrano una preferenza per i suoni di 2 strumenti e minori di 1400 ms, confermando una memoria di lavoro uditiva per suoni non linguistici. Dal momento che sia il quarto esperimento appena presentato e lo studio di Ross-Sheehy e Newman presentano entrambi stimoli uditivi non linguistici, perché nel primo caso non si sono ottenuti risultati, mentre nel secondo sì⁷? Sarebbe interessante utilizzare gli stimoli dell'esperimento di Ross-Sheehy e Newman, cioè suoni composti da strumenti musicali, inserendoli nel disegno procedurale dello studio di Benavides-Varela e Reoyo-Serrano, per vedere se le differenze nei risultati erano guidate dalle proprietà degli stimoli (strumenti musicali vs. onde sonore pure). Tuttavia, i risultati dello studio di Benavides-Varela e Reoyo-Serrano sono sufficienti per poter suggerire che i bambini hanno mostrato differenti abilità nella rappresentazione di stimoli non linguistici (con onde sonore) e linguistici (con sillabe) andando a preferire questi ultimi. Gli stimoli linguistici sono, infatti, migliori nell'influenzare meccanismi percettivi e cognitivi come l'attenzione, la categorizzazione e la memoria (Benavides-Varela e Reoyo-Serrano, 2021).

Andiamo adesso ad aprire una parentesi per quanto riguarda la preferenza nella numerosità. Nei primi due esperimenti dello studio di Benavides-Varela e Reoyo-Serrano, bambini di 10 mesi sono stati capaci di discriminare 2 sillabe da 3, tuttavia nel terzo esperimento (3 vs. 4 sillabe) non hanno mostrato tale capacità. È molto probabile che i bambini nell'esperimento tre abbiano risentito del limite nella capacità di ritenere elementi superiori a tre e ciò ha guidato i risultati. Tuttavia, analizzando i punteggi del primo sguardo, è da notare che nel primo, nel secondo e nel terzo esperimento le sequenze di sillabe maggiormente preferite erano quelle più piccole, rispetto a quelle più grandi. Questo risultato dovrebbe essere stato guidato dal numero di sillabe, piuttosto che dalla loro durata. Ciò è evidente perché nel secondo esperimento la durata delle sequenze con 2 sillabe e 3 sillabe era la stessa (i.e. 875 ms) e i risultati erano molto simili a quelli del

⁶ Vedi paragrafo 2.1

⁷ N.B. I due studi utilizzano procedure diverse per analizzare il mantenimento nella memoria a breve termine: negli esperimenti Ross-Sheehy e Newman viene usato l'AHPP che si concentra proprio sulla preferenza, mentre nell'altro esperimento viene usata una procedura di discriminazione.

primo esperimento. Tuttavia, questo non spiega perché in un altro studio (Lipton e Spelke, 2003) infanti di 6 mesi riescono a discriminare sequenze di 8 suoni da 16, ma non sequenze di 8 suoni da 12. Inoltre, sempre nello stesso studio, bambini di 9 mesi riuscivano invece a discriminare 8 suoni da 12. Questi risultati indicano che non è tanto il numero di elementi in una data sequenza a guidare la preferenza, quanto il rapporto tra gli elementi. Ad esempio, la sequenza 8 vs 16 suoni ha un rapporto di 2.0 che, seguendo la letteratura, è congruente con il rapporto che i bambini di 6 mesi riescono a discriminare. Ulteriormente, gli infanti di 6 mesi, ma non quelli di 9 mesi, non riescono a discriminare le sequenze di 8 vs 12 suoni, che in rapporto è 1.5. Questi limiti nel rapporto sono presenti anche in studi che riguardano stimoli di tipo visivo. Quindi, la discriminazione numerica dipende dai rapporti tra gli elementi e, inoltre, è una capacità che incrementa gradualmente durante l'età.

Capitolo 3: Influenza della prosodia sulla preferenza per i suoni

Parliamo adesso di quali sono gli elementi del linguaggio parlato che influenzano la preferenza nei bambini di qualche mese di vita. In particolare, analizziamo quali sono i fattori che influenzano la preferenza nell'ambito delle unità linguistiche congruenti (o meno) con la legge giambo-trocaica⁸. Nell'articolo di ricerca *"Acoustic Markers of Prominence Influence Infants' and Adults' Segmentation of Speech Sequences"* (Bion et al.; 2010), attraverso due esperimenti, si cerca di spiegare il modo con cui i marcatori acustici influenzano il raggruppamento di sequenze vocali in adulti e neonati di 7 mesi. Nel primo esperimento i partecipanti erano 45 adulti italiani, divisi in 3 condizioni sperimentali. Nella prima condizione (condizione tonalità), durante il flusso di familiarizzazione le sillabe erano alternate in toni. Nella seconda condizione (condizione durata), le

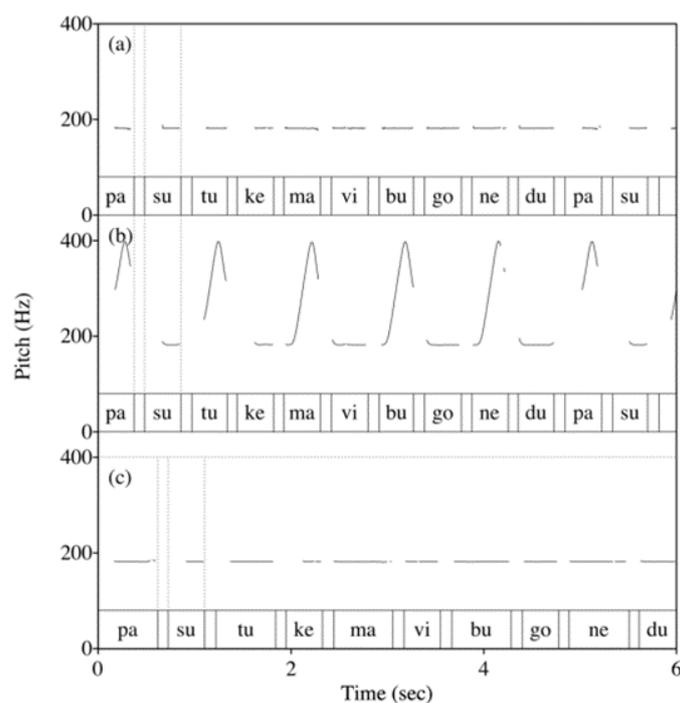


FIGURA 3.1 SEGMENTO DEL FLUSSO DI FAMILIARIZZAZIONE NELLE DIVERSE CONDIZIONI. (A) CONDIZIONE DI CONTROLLO; (B) CONDIZIONE TONALITÀ; (C) CONDIZIONE DURATA. IMMAGINE ADATTATA DA "ACOUSTIC MARKERS OF PROMINENCE INFLUENCE INFANTS' AND ADULTS' SEGMENTATION OF SPEECH SEQUENCES"; BION, BENAVIDES-VARELA, NESPOR; (2010).

⁸ Tendenza a legare due suoni di diversa intensità o frequenza sonora in trochei (prima il più intenso o acuto e dopo il meno intenso o grave) e due suoni di diversa durata in giambi (prima il più corto e poi il più lungo).

sillabe erano alternate in durata. Nella terza condizione (condizione di controllo), tutte le sillabe mantenevano la stessa tonalità e la stessa durata.

Nella condizione tonalità (in figura 3.1: (b)), 10 sillabe erano ripetute 20 volte, separate da intervalli di 100 ms. La tonalità, come si può vedere nella figura, veniva alternata in sillabe che rimanevano a 180 Hz e sillabe con toni che venivano aumentati gradualmente di 20 Hz fino a raggiungere i 400 Hz. (e.g. 180 Hz; 200Hz; 180 Hz; 220 Hz).

Nella condizione durata (in figura 3.1: (c)), invece dell'incremento della tonalità, vi era un aumento graduale di 20 ms nella durata delle sillabe dispari, fino a raggiungere i 400 ms. Nella condizione di controllo (in figura 3.1: (a)), nessun marcatore di rilievo era aggiunto. Le sillabe erano di stessa durata e tonalità. Per la fase test gli stimoli utilizzati erano estrapolati accoppiando le sillabe utilizzate nella fase di familiarizzazione. Sono stati creati tre insiemi di stimoli differenti: nel primo venivano accoppiate le sillabe adiacenti che avevano la prominente nella prima sillaba (i.e. pa-su, tu-ke, ma-vi); nel secondo insieme venivano nuovamente usate sillabe adiacenti, con la differenza che la prominente era presente nella seconda sillaba (i.e. su-tu, ke-ma, vi-bu); nel terzo venivano accoppiate sillabe non adiacenti (i.e. pa-vi, vi-pa, su-bu, bu-su). Nella fase test le sillabe avevano tutte tonalità di 180 Hz e durata di 180 ms ed erano le stesse per tutti i partecipanti. Questi stimoli venivano ascoltati attraverso delle cuffie. Dopo aver ascoltato uno dei tre possibili flussi di familiarizzazione, ai partecipanti venivano presentati gli stimoli della fase test. Il loro compito era quello di indicare se avevano sentito o meno le coppie di sillabe adiacenti durante la fase di familiarizzazione. I partecipanti del gruppo nella condizione tono erano più abili nel ricordare le coppie di sillabe che avevano la prominente nella prima sillaba, durante la familiarizzazione, rispetto a quelle che avevano la prominente nella seconda. Per quanto riguarda i partecipanti nella condizione durata, essi ricordavano meglio le coppie di sillabe con la prominente nella seconda sillaba. Per confermare questi risultati, sono stati analizzati anche i partecipanti del gruppo di controllo e, in questo caso, non è stata osservata preferenza per nessuno degli stimoli. Infine, per tutti e tre i gruppi, le coppie di sillabe adiacenti presentate nella fase di familiarizzazione erano richiamate significativamente più spesso rispetto alle sillabe non adiacenti. Questi risultati indicano dunque che le coppie di sillabe alternate nella tonalità saranno raggruppate con la prominente iniziale (trochei), mentre le sequenze che si alternano in durata saranno raggruppate con la prominente finale (giambi).

Nel secondo esperimento, i partecipanti erano 48 bambini di qualche mese di vita, anch'essi divisi in tre condizioni uguali a quelle del primo esperimento. Gli stimoli e i marcatori acustici di prominenza sono gli stessi utilizzati nel primo esperimento, con l'eccezione che invece di 10 sillabe ne sono state utilizzate 6 per la fase di familiarizzazione. La fase test prevedeva l'utilizzo di 6 coppie di sillabe adiacenti, che comprendevano 2 insiemi di stimoli diversi. Nel primo insieme vi erano coppie di sillabe che avevano la prominenza nella prima sillaba durante la fase di familiarizzazione (i.e. pa-su, tu-ke, ma-vi), mentre il secondo insieme conteneva coppie di sillabe con la prominenza nella seconda sillaba (i.e. vi-pa, su-tu, ke-ma). Le sillabe venivano ripetute per 14 s, intervallate da 200 ms. In questo esperimento, non sono state utilizzate coppie di sillabe non adiacenti, proprio per rafforzare il confronto tra le due condizioni principali (i.e. giambi e trochei). Importante specificare che la prominenza (durata e tonalità) non era presente durante la fase test, ma solo durante la fase di familiarizzazione. L'esperimento si serviva dell'AHPP. Durante la fase di familiarizzazione il bambino ascoltava uno dei tre flussi di familiarizzazione. Mentre l'infante ascoltava il flusso, le luci ai lati o al centro della cabina lampeggiavano, in base a dove guardava il bambino, ma indipendentemente dal suono prodotto. Durante la fase test il bambino era esposto a 12 trials, ognuno dei quali iniziava quando la luce centrale iniziava a lampeggiare, ciò serviva ad attirare l'attenzione del bambino. Quando l'infante la guardava la luce si spegneva e una delle luci laterali iniziava a lampeggiare. Il suono dall'altoparlante (nascosto in corrispondenza delle luci) partiva quando il bambino guardava la luce. Il trial veniva interrotto se il bambino distoglieva lo sguardo per più di 2 s, e ne partiva un altro. L'esperimento durava circa 4 minuti. Per analizzare i risultati venivano calcolati i tempi che i bambini spendevano a guardare le parole con la prominenza iniziale e finale. Gli infanti che, durante la fase di familiarizzazione, venivano esposti al flusso che variava nella tonalità mostravano, nella fase test una preferenza per le coppie di sillabe che durante la familiarizzazione avevano un tono più acuto nella prima sillaba. Quando invece i bambini erano esposti, durante la familiarizzazione, al flusso che variava in durata, nessuna preferenza era stata trovata. Anche nel gruppo di controllo, non era stata riscontrata nessuna preferenza. Questi risultati hanno messo in evidenza che il raggruppamento degli stimoli trochei, quando la prominenza è marcata dalla tonalità, è presente già negli infanti preverbal. I risultati sono parzialmente coerenti con la legge "giambo-trocaica".

Quindi, il primo esperimento supporta la legge giambo-trocaica, per cui le unità linguistiche meglio ricordate sono quelle che iniziano con elementi acuti o che finiscono con elementi lunghi. Così come le persone che parlano inglese e francese, anche chi parla italiano segue la legge giambo-trocaica. Tuttavia, il secondo esperimento non è d'accordo con la legge giambo-trocaica. Infatti, i bambini hanno mostrato preferenza per i flussi che variavano nella tonalità, ma non per i flussi che variavano nella durata. I risultati mostrano che le distorsioni trocaiche e giambiche sono dipendenti dagli indizi presenti nel flusso, in particolare le distorsioni giambiche emergono dalla prominente marcata dalla durata, mentre quelle trocaiche dalla prominente marcata dalla tonalità. Inoltre, le due distorsioni seguono percorsi di sviluppo differenti. Infatti, il raggruppamento basato sulla tonalità sembra emergere prima rispetto a quello basato sulla durata. È possibile che quest'ultimo emerga con il linguaggio o con la maturazione percettiva (Bion et al., 2010).

Viene spontaneo chiedersi se, negli esperimenti che abbiamo affrontato finora, i risultati in termini di preferenza siano stati guidati anche dalle proprietà ritmiche e prosodiche degli stimoli presentati. Ad esempio, considerando la ricerca di Ross-Sheehy e Newman e il quarto esperimento della ricerca di Benavides-Varela e Reoyo-Serrano, il motivo per cui in quest'ultima non si è ottenuta una discriminazione potrebbe essere stato guidato dalle proprietà del suono. Ulteriormente, nello studio di De Paolis, la preferenza per la novità o familiarità può essere stata in qualche modo influenzata dalle proprietà ritmiche e prosodiche delle parole? Le stesse domande possono anche essere poste per lo studio sulle rappresentazioni mentali negative di Hochmann e Toro. Se si manipolassero le variabili sonore, ritmiche e prosodiche in questi esperimenti si otterrebbero i medesimi risultati?

Conclusioni

Lo scopo di questo elaborato era quello di rintracciare gli elementi che guidano la preferenza uditiva nei bambini di qualche mese di vita. Prima di tutto abbiamo presentato il Modello Multifattoriale, secondo cui i fattori che incidono sulla preferenza per la familiarità o novità sono principalmente il tempo di familiarizzazione e la difficoltà del compito. Sempre secondo il modello, l'età non è un fattore critico, poiché anche bambini più giovani riescono a percorrere la curva base, date però condizioni appropriate nella difficoltà del compito e nel tempo di familiarizzazione. Successivamente, abbiamo visto come nel contesto del lessico i bambini più avanzati preferiscono stimoli nuovi. I bambini che invece iniziano a riconoscere solo la forma della parola ma non a rappresentarla stabilmente in memoria, preferiscono stimoli familiari. Quindi, nel caso del lessico, la preferenza per stimoli nuovi o familiari è data proprio dal livello individuale di sviluppo lessicale dei bambini. Con l'esperimento di Ross-Sheehy, abbiamo visto come le sequenze maggiormente preferite erano quelle composte da 2 strumenti variabili, che non superano i 1400 ms. In questo caso, la durata assume un ruolo centrale rispetto al numero di *item*. Ci siamo poi chiesti se i flussi variabili potessero essere stati rappresentati in termini di negazione e abbiamo visto che i bambini di qualche mese in realtà preferiscono le relazioni identitarie tra gli elementi, ma iniziano già a utilizzare le relazioni negative. Tuttavia, è possibile che nell'esperimento di Ross-Sheehy gli infanti abbiano rappresentato in negativo i flussi variabili. In altre parole, dal momento che nei flussi variabili ogni sequenza cambiava uno strumento, tali sequenze possono essere state codificate come "non uguali" alle precedenti. Abbiamo poi confrontato gli esperimenti di Ross-Sheehy e Newman con quelli della ricerca di Benavides-Varela e Reoyo-Serrano, per comprendere se gli infanti sono più accurati nel rappresentare stimoli uditivi linguistici o non-linguistici in memoria. Secondo i risultati, i bambini di qualche mese di vita effettivamente sono più competenti con i primi. Questo, presumibilmente perché le unità linguistiche sono migliori nell'attivare meccanismi percettivi e cognitivi come l'attenzione, la categorizzazione e la memoria. Parlando della numerosità abbiamo riscontrato come i bambini di 10 mesi preferiscono sequenze più piccole in termini di elementi. Tuttavia, bisogna sempre tener conto che oltre al numero di elementi potrebbe essere il rapporto tra questi elementi che guida la discriminazione. Nello specifico i bambini di 10 mesi riescono a discriminare elementi in rapporto 1.5. Mentre i bambini

di 6 mesi riescono a discriminare elementi in rapporto 2.0 ma non 1.5. Questi risultati suggeriscono che la discriminazione numerica migliora con l'avanzare dell'età. Infine, abbiamo discusso su come gli elementi del linguaggio parlato influenzano la prosodia. In particolare, abbiamo visto come gli adulti ricordano meglio le unità linguistiche che iniziano con elementi acuti o finiscono con elementi lunghi. Nei bambini, invece, la legge giambo-trocaica è solo parzialmente confermata. Infatti, i neonati sembrano preferire i flussi che variano nella tonalità, ma non i flussi che variano nella durata.

Per concludere, dai risultati delle ricerche presentate in questo elaborato emerge che la memoria a breve termine uditiva potrebbe essere simile a quella visiva. Infatti, abbiamo visto come il limite nella capacità di ritenere suoni linguistici per gli infanti è intorno a tre elementi e tale limite sembra essere presente anche negli studi che si sono occupati della memoria a breve termine visiva. Tuttavia, nel dominio uditivo possono essere percepiti simultaneamente un numero limitato di oggetti presentati nello spazio. Questo, oltre ad essere la differenza principale con la dimensione visiva, rende difficile adattare in chiave acustica gli esperimenti che utilizzano stimoli visivi. Questo è anche uno dei motivi per cui bisognerebbe approfondire gli studi sulle preferenze e, più in generale, sulla memoria a breve termine degli infanti. Infatti, avere una conoscenza più approfondita riguardo questi argomenti potrebbe venire in nostro aiuto negli esperimenti futuri. Inoltre, anche metodi di neurofisiologia e neuroimaging possono essere usati per avere un quadro più completo in quest'ambito di ricerche. Ricordiamo che gli esperimenti di neuroimaging forniscono informazioni attendibili sull'attività delle regioni neuronali quando vengono svolti compiti che riguardano processi cognitivi (e.g. linguaggio, memoria, apprendimento). Nelle ricerche che abbiamo presentato finora ciò potrebbe essere particolarmente importante, poiché potrebbero indicarci non solo quali regioni neuronali sono attive durante un determinato compito sperimentale, ma possono anche mettere in evidenza quali differenze di attività ci sono tra due compiti. In altre parole, dati due compiti, possono indicarci in quale l'infante è più attivo a livello neuronale. Ad esempio, potrebbe essere interessante vedere quali differenze di attivazione ci siano tra compiti che utilizzano stimoli linguistici e non linguistici, familiari e nuovi, nella prosodia e nella numerosità, ma anche, più in generale, tra stimoli visivi e uditivi. Come abbiamo suggerito nell'elaborato, sarebbe interessante usare le procedure di alcuni degli esperimenti che abbiamo visto con gli stimoli di altri, anche per vedere come il bambino si comporta e per testare meglio il ruolo che stimoli e metodo hanno sulla

memoria a breve termine. Inoltre, sarebbe utile approfondire se gli stimoli linguistici sono privilegiati rispetto ad altri suoni. Questo perché tale preferenza potrebbe essere innata e riflettere le traiettorie dello sviluppo del linguaggio, che porterà poi presumibilmente ad esiti positivi, soprattutto in termini di adattamento sociale. Inoltre, non dimentichiamo anche che conoscere la memoria a breve termine dei bambini potrebbe essere utile anche dal punto di vista delle disabilità. In altre parole, estendere questi studi proprio col fine di avere diagnosi precoci riguardo alle disabilità sensoriali e cognitive dei bambini. Le ricerche sulle preferenze potrebbero assumere una certa rilevanza anche da un punto di vista linguistico. Infatti, è possibile che gli studi sulle preferenze mettano in luce eventuali difficoltà nell'apprendimento del linguaggio, anche in bambini che non mostrano disabilità sensoriali. Quindi, in tale prospettiva, sarebbe possibile svelare le deviazioni dei percorsi tipici di sviluppo, prima ancora che la fase di produzione linguistica inizi.

Bibliografia

- Benavides-Varela, S., Reoyo-Serrano, N., (2021); Small-range numerical representations of linguistic sounds in 9- to 10-month-old infants; *Elsevier – Cognition* 213.
- Bion, R. A. H., Benavides-Varela, S., Nespor, M.; (2010); Acoustic Markers of Prominence Influence Infants' and Adults' Segmentation of Speech Sequences; *Language and Speech* 54(1) 123–140.
- DePaolis, R. A., Keren-Portnoy, T., Vihman, M.; (2016); Making Sense of Infant Familiarity and Novelty Responses to Words at Lexical Onset; *frontiers in Psychology* Volume 7, articolo 715.
- Hochmann J-R., Toro J. M.; (2021); Negative mental representations in infancy; *Elsevier – Cognition* 213.
- Hunter, M. A., Ames, E. W.; (1988); A MULTIFACTOR MODEL OF INFANT PREFERENCES FOR NOVEL AND FAMILIAR STIMULI; *Advances in infancy research* 69-95.
- James, W.; (1890); The principles of psychology; *New York: Henry Holt and Company*.
- Kemler Nelson, D. G., Jusczyk, P. W. & Mandel, D. R., Myers, J., Turk, A., Gerken, L.; (1995); The Head-Turn Preference Procedure for Testing Auditory Perception; *Infant behavior and development* 18,111-116.
- Lipton, J. S., Spelke, E. S.; (2003); ORIGINS OF NUMBER SENSE: Large-Number Discrimination in Human Infants; *Massachusetts Institute of Technology*, 396-401.
- Mather, E.; (2013); Novelty, attention, and challenges for developmental psychology; *frontiers in Psychology* Volume 4 articolo 491.
- Oakes, L. M., Ross-Sheehy, S., Luck, S. G.; (2006); Rapid development of Feature Binding in Visual Short-Term Memory; *SAGE journals*.
- Ross-Sheehy, S., Oakes, L. M., Luck, S. J.; (2003); The Development of Visual Short-Term Memory Capacity in Infants; *Child Development*, Volume 74, Number 6, Pages 1807 – 1822.

- Ross-Sheehy, S., Newman R. S.; (2015); Infant auditory short-term memory for non-linguistic sounds; *Elsevier - Journal of Experimental Child Psychology* 132 (2015) 51–64.