



Università degli Studi di Messina  
Dottorato di Ricerca in Scienze Cognitive  
XXIX Ciclo

*Coordinatore: Prof. A. Pennisi*

Tesi di Dottorato

**Imitazione di atti motori ed attenzione sociale:  
il caso dell'Autismo**

Supervisore  
Prof.ssa Amelia Gangemi

Candidata  
Dott.ssa Letteria Spadaro

Anno accademico 2015-2016

## Indice

<i>Introduzione</i>	pag. 3
<b>Capitolo 1 Modelli di studio dell'imitazione motoria</b>	
1.1 Una introduzione allo studio dell'imitazione	pag. 7
1.2 Modelli cognitivi dell'imitazione	pag. 9
1.3 Il modello neuropsicologico a due vie dell'imitazione	pag. 13
1.4 Imitazione nella prospettiva della psicologia dello sviluppo	pag. 16
1.5 Neurofisiologia dell'imitazione	pag. 21
<b>Capitolo 2 L'imitazione motoria nel disturbo dello spettro dell'autismo</b>	
2.1 Il disturbo dello spettro dell'autismo	pag. 24
2.1.1 Criteri diagnostici	pag. 25
2.1.2 Eziopatogenesi dell'autismo	pag. 29
2.2 Imitazione e Autismo	pag. 31
2.2.1 Il deficit di imitazione nell'autismo: i processi di selezione e corrispondenza	pag. 33
2.2.2 La propensione all'imitazione nell'autismo tra rispecchiamento e motivazione	pag. 39
<b>Capitolo 3 L'imitazione motoria nei bambini affetti da disturbo dello spettro dell'autismo: uno studio pilota con la Motor Imitation Scale - Versione Italiana</b>	
3.1 Introduzione	pag. 44
3.1.1 Obiettivi	pag. 49
3.2 Metodo	pag. 49
3.3.1 Soggetti e procedura	pag. 49
3.2.2 Strumenti di valutazione	pag. 51
3.3 Risultati	pag. 53
3.4 Discussione	pag. 58

## **Capitolo 4 Attenzione sociale ed imitazione nei bambini con disturbo dello spettro dell'autismo: uno studio con eye-tracker**

4.1 Introduzione	pag. 63
4.1.1 Obiettivi	pag. 67
4.2 Metodo	pag. 68
4.2.1 Soggetti e procedura	pag. 68
4.2.2 Strumenti di valutazione	pag. 69
4.2.3 Descrizione dell'eye-tracker e degli stimoli	pag. 71
4.3 Risultati	pag. 75
4.3.1 Analisi dei pattern di attenzione visiva verso l'area di interazione sociale e verso lo sfondo	pag. 75
4.3.2 Analisi dei pattern di attenzione visiva verso il volto e le attività	pag. 78
4.3.3 Analisi dei pattern di attenzione visiva verso gli attori	pag. 85
4.3.4 Correlazione tra i pattern di attenzione visiva e il profilo cognitivo dei bambini	pag. 88
4.4 Discussione	pag. 89
<b>Conclusioni</b>	pag. 95
<b><i>Bibliografia</i></b>	pag. 98

## Introduzione

L'imitazione motoria è la capacità di copiare un movimento, più o meno complesso, prima osservato (Prinz, 2002). È una abilità che emerge precocemente ed ha un ruolo chiave nello sviluppo cognitivo, emotivo e relazionale dell'uomo per tutto il corso di vita. Già osservata nel neonato, infatti, l'imitazione è alla base della costruzione della reciprocità emotiva, dell'intersoggettività e della cooperazione, dell'apprendimento nelle interazioni sociali, della costruzione della teoria della mente, della trasmissione culturale di comportamenti e credenze (Bandura, 1977; Rogers & Pennington, 1991; Baron-Cohen et al., 1995; Meltzoff, 2002; Colombi et al., 2008; Tomasello, 2014). Molteplici discipline contribuiscono allo studio di questo argomento, con apporti specifici legati alla prospettiva culturale di riferimento e, al momento, non esiste un modello interpretativo unitario.

Il tema di questa tesi, in particolare, è l'imitazione di atti motori come processo complesso che implica la capacità di percepire e prestare attenzione all'altro, di tenere a mente ciò che si è osservato, di organizzare un programma motorio, di comprendere l'obiettivo, quindi l'inizio e la fine dell'azione osservata. Le teorie cognitive principali si sono interrogate su un aspetto specifico del processo di imitazione: la corrispondenza tra l'immagine osservata e l'atto motorio prodotto. Brass e Hayes (2005) distinguono, quindi, le teorie *specialist*, fondate sull'idea che il comportamento di imitazione afferisca ad uno specifico meccanismo addetto all'imitazione, e *generalist*, che guardano al comportamento di imitazione come ad una azione mediata da più generali meccanismi motori e di apprendimento. L'Active Intermodal Matching Model (AIM), *teoria specialist*, postula l'esistenza di un sistema rappresentazionale sovra-modale specifico per l'imitazione (Meltzoff & Moore, 1997). Questo approccio teorico, fondato sull'osservazione delle abilità imitative del neonato fin dalle prime

ore dopo il parto, considera l'imitazione un meccanismo specifico di relazione tra individuo e ambiente. Tra le teorie *generalist*, la teoria Ideomotoria (IM) presuppone che ci sia un medesimo format rappresentazionale tra percezione e azione (Masse & Prinz, 2009). Prendendo spunto dal modello ideomotorio, enfatizza il legame tra il sistema percettivo motorio, riprendendo il concetto di compatibilità ideomotoria (Greenswald e Priz, 2002). In conformità con questo approccio teorico, la Goal Directed Theory of Imitation (GOADI) enfatizza, inoltre, il ruolo degli obiettivi nella rappresentazione e quindi nell'imitazione dell'azione (Wohlschla"ger, Gattis & Bekkering, 2003). La riflessione fondata sull'Associative Sequence Learning Model (ASL) postula, invece, che l'imitazione è un apprendimento sensori-motorio che si fonda sull'integrazione, modulata dall'esperienza, tra rappresentazioni sensoriali e motorie dell'azione stessa (Brass & Heyes, 2000).

In ambito neuropsicologico, il "modello a due vie" dell'imitazione motoria postula che i processi sottesi all'imitazione variano a seconda delle caratteristiche dell'azione osservata. Si distinguono la "via semantica", che riguarda l'imitazione di azioni note, e la "via lessicale", implicata nell'imitazione di azioni motorie nuove oppure senza un particolare significato per l'imitatore, per cui è necessaria una mappatura visiva e motoria specifica del comportamento osservato (Rumiati & Tessari, 2002). In quest'ultimo modello di studio si arguisce un aspetto cruciale nell'imitazione, ovvero la necessità di selezionare le informazioni utili per imitare in modo appropriato un comportamento. Il processo di selezione correla con l'attenzione visiva, l'attenzione e motivazione sociale, la preferenza per il movimento biologico, l'abilità di comprendere le intenzioni dell'altro (Vanvuchelen et al., 2013). Questi aspetti non sono richiesti specificatamente nei compiti di imitazione ma, più in generale, sono alla base delle interazioni sociali.

Corrispondenza e selezione sono parole chiave nell'ampissima letteratura scientifica sull'imitazione. Eppure rimane ancora aperta la riflessione su come l'individuo sceglie di

imitare uno specificodato comportamento piuttosto che un altro. Bandura (1971, 1977) evidenzia il ruolo della motivazione e gli studi di neuroimaging approfondiscono i processi neurofisiologici sottesi all'imitazione, correlandoli proprio ai *network* cerebrali del rispecchiamento e del piacere

Alla luce di queste considerazioni è particolarmente interessante il filone di studi che si occupa proprio dell'imitazione nell' autismo (*Autism, Spectrum Disorders, ASD*): esiste un'anomalia nei comportamenti di copia specifica e caratteristica di questa condizione clinica, la cui natura è ancora poco chiara (Edwards, 2014; Vivanti, 2014). Infatti, le persone con ASD, in diverse fasce di età e con differenti profili di sviluppo, manifestano difficoltà nell'imitazione spontanea e su richiesta (Rogers et al., 2003; Ingersoll & Gergans, 2007; McDuffie et al., 2007; Ingersoll, 2008; Colombi et al., 2009), sono meno propensi all'imitazione e tendono ad emulare più frequentemente rispetto ai coetanei (Vivanti, 2014). Inoltre, i bambini piccoli con autismo mostrano minore attenzione nei confronti della persona che lo imita, rispetto ai soggetti con sviluppo tipico (Contaldo et al., 2016). Si annoverano molteplici modelli neurofisiologici che spiegano il deficit di imitazione nell'ASD. Molto dibattuto è il ruolo del sistema dei neuroni mirror (Iacoboni & Dapretto, 2006; Iacoboni & Mazziotta, 2007). Di recente è stato osservato un deficit nel sistema di ricompensa correlato agli stimoli di natura sociale proprio nei soggetti con ASD (Chevallier et al., 2012; Sims et al., 2014). Numerosi sono anche i modelli psicologici che approfondiscono i processi di corrispondenza e selezione, implicati nell'imitazione, correlandoli ai modelli eziopatogenetici specifici dell'autismo (Vanvuchelen et al., 2013). La condizione descritta con il termine autismo però accomuna persone che hanno profili cognitivi, affettivi e relazionali, simili negli aspetti caratteristici della condizione clinica, ma contraddistinti da traiettorie di sviluppo specifiche con una grande variabilità nella qualità della vita percepita. Anche in questa prospettiva di indagine le conclusioni non sono univoche.

A fronte di una letteratura ampia ma con risultati controversi, questa tesi approfondisce il tema dell'imitazione motoria nella prospettiva della psicologia cognitiva. Nel primo capitolo sono descritti i principali modelli cognitivi dell'imitazione. Nel secondo capitolo, è argomentata la scelta dell'ASD come paradigma di studio dell'imitazione. Il terzo capitolo descrive uno studio pilota sull'imitazione motoria nei bambini con ASD utilizzando la Motor Imitation Scale – Versione Italiana, traduzione dall'originale in lingua inglese (Stone et al., 1997). Il quarto capitolo approfondisce lo studio dei processi neuropsicologici, implicati nella fase iniziale dell'imitazione ovvero l'attenzione selettiva e sostenuta verso stimoli sociali. È stato realizzato uno studio originale di *free viewing* di scene sociali con *eye-tracker* con bambini affetti da ASD di età prescolare. La prospettiva di indagine scelta enfatizza il ruolo dei processi di selezione nell'imitazione, ed approfondisce la funzione dell'attenzione come indicatore indiretto della motivazione sociale.

L'imitazione è un importante strumento di apprendimento e di relazione. Studiare l'imitazione nell'autismo offre una peculiare prospettiva di indagine clinica con importanti risvolti proprio sulla descrizione dei processi cognitivi sottesi all'imitazione.

## Capitolo 1

### Modelli di studio dell'imitazione motoria

#### 1.1 Una introduzione allo studio dell'imitazione

Rizzolatti (2005), parafrasando una celebre frase di William James sull'attenzione, scrive: *“Everyone knows what imitation is. Yet, as soon as imitation is more closely examined, this concept loses its simplicity. It appears to include different behaviors, some learned, some innate”* (pag.55)

L'imitazione è oggetto di studio di molteplici discipline e la letteratura sull'argomento è vastissima. È considerata un comportamento pro sociale, alla base della costruzione della conoscenza di sé e della relazione tra sé vs l'altro da sé, fondamenti dell'intersoggettività e della reciprocità emotiva (Meltzoff, 2002). Le sue funzioni, nello sviluppo individuale e sociale, sono ascrivibili, inoltre, alla trasmissione culturale di conoscenze e credenze e alla promozione di comportamenti affiliativi e di cooperazione (Tomasello, 2014; Colombi et al, 2009; Bandura 1977).

L'imitazione motoria (da qui in poi imitazione), in particolare, è la capacità di riprodurre il comportamento di un altro individuo che funge da modello (Meltzoff & More 1997). È richiesta l'abilità di trasformare le informazioni visuo-percettive in una loro copia motoria (Prinz, 2002). Si possono distinguere diversi comportamenti imitativi: l'emulazione, che si annovera quando un osservatore copia l'obiettivo del modello e non il pattern motorio che ha utilizzato per raggiungerlo, dall'imitazione (o vera imitazione), caratterizzata dalla coincidenza tra osservatore e modello dell'obiettivo e del pattern motorio utilizzato per



raggiungerlo (Vivanti & Hamilton, 2014). Argomento di questa trattazione è la vera imitazione.

L'abilità di imitare pattern motori è presente precocemente nello sviluppo. Le evidenze comportamentali delineano, già nel neonato, la presenza del comportamento di imitazione (Meltzoff, 1988; Meltzoff & Moore 1989) e della capacità di riconoscere quando un adulto lo imita: il piccolo preferisce questa condizione a quella in cui l'adulto non li imita (Meltzoff, 1990). Se l'imitazione già nel neonato è considerata un importante strumento di conoscenza di sé, del proprio corpo e delle proprie emozioni (Stern 1985), la mutua imitazione è importante nella costruzione della relazione diadica tra sé e l'altro (Trevarthen, Aitken 2001). L'abilità di imitare sincronizzando i movimenti del viso con quelli dell'altro e di percepire questa sincronia è considerata alla base della costruzione dell'intersoggettività, attraverso un meccanismo detto "*like me*" (Meltzoff, 2002). Meltzoff e Gopnik (1993), infatti, ipotizzano una funzione specifica di questi comportamenti: nello sviluppo del bambino l'imitazione è utilizzata come meccanismo di conoscenza di come funzionano le cose prima dell'acquisizione del linguaggio, prerequisito per l'acquisizione della teoria della mente. In particolare, essi considerano l'imitazione come il meccanismo utilizzato dal bambino per estrarre somiglianze, attraverso cui cogliere equivalenze tra ciò che si vede e quello che si fa e viceversa (Meltzoff & Gopnik, 1993; Meltzoff, 2002). L'abilità di imitare si evolve nel corso dello sviluppo del bambino. Nadel e il suo gruppo di collaboratori, nelle osservazioni di bambini dai 2 ai 4 anni, hanno enfatizzato la funzione dell'imitazione come strumento di comunicazione pre-verbale (Nadel 2002). Nelle loro interazioni spontanee, infatti, i bambini condividono l'attenzione ed utilizzano l'imitazione nei loro scambi come strumento comunicativo, alternando i turni, invertendo i ruoli tra imitatore e modello, applicando quindi le regole della conversazione. La crescente complessità dei comportamenti imitativi riflette lo sviluppo globale del bambino. Se, nel bambino molto piccolo, l'imitazione ha una funzione di

sincronizzazione emotiva e relazionale, nel bambino in età prescolare si osserva maggiormente l'imitazione di azioni orientate al raggiungimento di obiettivi specifici (Vivanti, Hamilton 2014). Anche la strategia di imitazione cambia. Il bambino piccolo imita il modello in modo speculare, intorno ai 12 anni alla prospettiva speculare si sostituisce quella anatomica (Wapner, Cirillo 1968).

In sintesi, attraverso l'imitazione, il bambino piccolo inizia a conoscere sé stesso e il mondo che lo circonda. Infatti, il neonato impara a riconoscere che l'altro è "come me", parafrasando Meltzoff (2002), e, successivamente, il bambino acquisisce la consapevolezza che il comportamento degli altri è orientato da scopi che si possono raggiungere imitandoli. Inoltre, il comportamento di imitazione può essere considerato uno strumento di comunicazione pre-linguistico e uno strumento di apprendimento efficace, che diventa più complesso e sofisticato con lo sviluppo delle abilità cognitive ed affettive del bambino. Anche nell'adulto l'apprendimento per imitazione rimane un'importante modalità di costruzione di conoscenza e di esperienza oltre che di creazione di legami affiliativi (Bandura & Barab 1971; Bandura 1977).

Di seguito sono descritti i modelli cognitivi e neuropsicologici dell'imitazione, con particolare attenzione alle funzioni assolve dal comportamento di imitazione durante lo sviluppo della persona e le ricerche neurobiologiche correlate.

## **1.2 Modelli cognitivi dell'imitazione**

L'imitazione di un comportamento motorio è un processo complesso che implica la capacità di percepire la realtà, di prestare attenzione all'altro, di tenere a mente ciò che si è visto, di organizzare un programma motorio, di comprendere l'obiettivo, quindi l'inizio e la fine dell'azione.

In questa prospettiva, Brass e Hayes (2005) evidenziano come è importante affrontare il cosiddetto problema della corrispondenza nello studio dell'imitazione:

*[...] "how does the imitator know what patten of motor activation will make their action look like that of the model? (p.489)*

Le risposte a questa domanda sono molteplici e afferiscono a modelli teorici distinti. Brass e Hayes, nello stesso testo, distinguono teorie *specialist*, fondate sull'idea che il comportamento di imitazione afferisca ad uno specifico meccanismo, e *generalist*, che guardano al comportamento di imitazione come ad una azione mediata da più generali meccanismi motori e di apprendimento.

*L'Active Intermodal Matching Model (AIM), teoria specialist, postula l'esistenza di un sistema rappresentazionale "sovra modale" (Meltzoff & Moore,1997). Secondo questa teoria, nell'osservazione di un movimento da imitare, l'iniziale rappresentazione visiva viene subito convertita in una rappresentazione "sovra modale" che contiene informazioni sia percettive che motorie. Questa teoria, fondata sull'osservazione delle abilità imitative del neonato fin dalle prima ore dopo il parto, considera l'imitazione un meccanismo specifico di relazione tra individuo e ambiente.*

*"The key claim is that imitation is a matching-to-target process. The active nature of the matching process is captured by proprioceptive feedback loop. The loop allows infants' motor performance to be evaluated against the seen target and serves as a basis for correction. [...] the perceived and produced human acts are coded within a common (supramodal) framework which enables infants to detect equivalences between their own acts and ones they see." (Meltzoff & Moore, 1997, p.180)*

Tra le teorie *generalist*, la Teoria Ideomotoria (IM) presuppone che ci sia un medesimo format rappresentazionale tra percezione e azione. Prendendo spunto dal modello ideomotorio proposto da Lodze e James nella spiegazione dell'azione volontaria, riformulato da

Greenswald, Prinz (2002) enfatizza il legame tra il sistema percettivo e motorio, riprendendo il concetto di compatibilità ideomotoria (una review in Prinz 2002). Questo si concretizza nell'idea che se una persona vede qualcuno che compie un'azione, automaticamente si attiva la rappresentazione di sé stesso che compie la medesima azione con le medesime conseguenze. Brass e colleghi hanno testato questa ipotesi in un esperimento che riguarda l'osservazione e l'imitazione di movimenti delle dita dall'alto verso il basso e viceversa. Gli autori hanno osservato che i tempi di reazione dei soggetti sperimentali variano in relazione allo stimolo osservato: c'era un evidente vantaggio nei tempi di imitazione dei comportamenti simili tra modello e soggetto sperimentale, in linea appunto con l'ipotesi ideomotoria. Come sottolinea Iacoboni (2009), le scoperte neuro scientifiche relative ai neuroni specchio si accordano bene a questa prospettiva teorica.

Un altro aspetto interessante riguarda l'importanza correlata all'obiettivo/effetto prodotto dal comportamento osservato. In conformità con l'approccio ideomotorio, la *Goal Directed Theory of Imitation* (GOADI) enfatizza il ruolo degli obiettivi nella rappresentazione del comportamento e quindi nell'imitazione (Wohlschlaeger, Gattis, Bekkering 2003). Un esperimento esemplificativo è stato realizzato da Bekkering e colleghi (2000): bambino doveva imitare movimenti uguali a quelli dell'esaminatore posto di fronte a lui in presenza o in assenza di sue grossi punti rossi. Gli autori hanno osservato che la performance dei soggetti cambiava nelle due condizioni sperimentali. Senza i punti rossi, i bambini imitavano meglio sia i movimenti ipsilaterali che controlaterali. Nel setting con i punti rossi, imitavano bene i movimenti ipsilaterali ma sbagliavano nell'imitazione nei movimenti controlaterali perché toccavano con la mano "sbagliata" lo stesso punto rosso toccato dal modello. Secondo la GOADI questo risultato è legato alla differenza negli obiettivi dell'imitazione: nel primo caso il fine del comportamento è l'imitazione di per sé, nel secondo caso è toccare il punto rosso corretto. L'esperienza percettiva e motoria, in questa prospettiva, oltre ad avere un medesimo

formato rappresentazionale, modula gli aspetti funzionali sottesi all'imitazione (Iacoboni, 2009)

L' *Associative Sequence Learning Model* (ASL) postula, invece, che l'imitazione è un apprendimento sensori-motorio che si fonda sull'integrazione, modulata dall'esperienza, tra rappresentazioni sensoriali e motorie dell'azione stessa (Brass & Heyes, 2000). Ogni azione da imitare sarebbe codificata in una rappresentazione sensoriale (visiva se consideriamo un atto motorio) e una rappresentazione motoria e somatosensoriale. Secondo questa prospettiva *generalist*, l'esperienza e le situazioni ambientali forgiavano le abilità del bambino, anche del bambino molto piccolo, attraverso le *imitogenic experience* quali l'interazione sociale sincrona, l'essere imitati e l'osservazione di sé. Il ruolo dell'esperienza nel modulare l'apprendimento delle sequenze di imitazione è essenziale a tutte le età. Press e colleghi (2007) hanno studiato l'effetto di un training sulla velocità di imitazione del movimento umano (biologico) vs il movimento di un robot. Senza uno specifico allenamento, i soggetti sperimentali imitavano più velocemente il movimento biologico. Dopo uno specifico training di imitazione dei comportamenti dei robot, non si osservavano differenze nei tempi di imitazione del movimento biologico vs movimento dei robot. Secondo gli autori questo dato corrobora l'importanza delle esperienze di apprendimento nell'acquisizione di specifici comportamenti di imitazione. Catmur e colleghi (2009) sistematizzano molteplici prove sperimentali e di neuroimaging e correlano anche l'ASL al funzionamento del sistema dei neuroni mirror.

Per entrambe le teorie *generalist* brevemente descritte l'esperienza di apprendimento è importante nell'acquisizione dei comportamenti di imitazione. La teoria ideo-motoria presuppone che i meccanismi sottesi all'esperienza percettiva e motoria afferiscono ad una comune rappresentazione ideo-motoria appunto. L'ASL ritiene che questi due aspetti hanno rappresentazioni mentali differenti collegate dell'esperienza.

### **1.3 Il modello neuropsicologico a due vie dell'imitazione**

L'imitazione è un comportamento possibile grazie all'attivazione di numerose componenti cognitive come la percezione dell'input visivo, la memoria a breve termine e a lungo termine, la capacità di programmazione motoria, la competenza di comprendere l'obiettivo dell'azione svolta, il suo inizio e la fine (Vivanti & Hamilton, 2014). Rothi e colleghi (1991; 1997), hanno proposto un modello a due vie, ripreso ed ampliato, successivamente, da Rumiati e Tessari (2002) per descrivere il processo di imitazione (cfr. Figura 1). Le autrici hanno studiato le difficoltà di imitazione nei pazienti affetti da aprassia ideo motoria, in particolare i soggetti con danno all'emisfero affetti da aprassia visuo-imitativa che hanno difficoltà specifiche nell'imitazione motoria, ed hanno proposto un modello neuropsicologico a due vie dell'imitazione (Tessari et al., 2007).

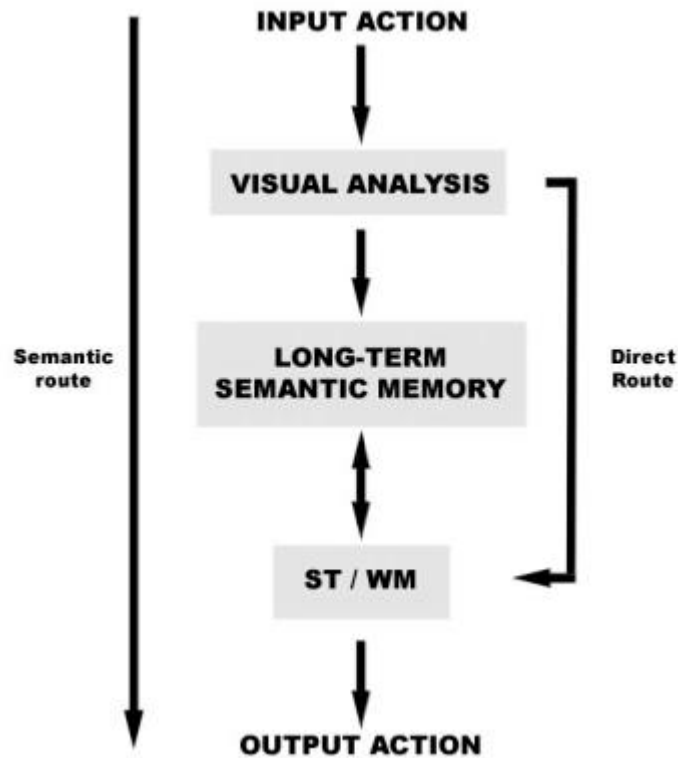


Figura 1: modello a due vie (immagine tratta da Tessari et al., 2007, p. 231)

Le due vie riguardano essenzialmente, in adulti tipici, l'imitazione di azioni note, che vengono pianificate comprendendo gli obiettivi e l'imitazione di azioni motorie nuove senza significato specifico. Come nei modelli del linguaggio a due vie (Patterson & Shevell, 1987; Catani & Jones, 2005) esiste una sia diretta o sublessicale e una via semantica. Le azioni non significative (ed anche quelle significative che devono essere apprese) possono essere imitate utilizzando la via diretta o sublessicale; le azioni significative sono riprodotte attraverso l'attivazione della via lessicale semantica. La via diretta connette l'analisi visiva con la memoria a breve termine; la via semantica include ulteriori processi che riguardano, in particolare, l'accesso alla memoria semantica. Rumiati e Tessari (2002) hanno utilizzato l'action span paradigm per testare l'ipotesi dell'attendibilità del modello da loro proposto. In un esperimento hanno osservato che azioni significative ben apprese sono imitate

meglio di azioni significative nuove. Negli altri esperimenti hanno evidenziato che l'azione span delle azioni significative note è significativamente diverso rispetto a quello delle azioni apprese da poco tempo. Queste due considerazioni evidenziano la possibilità, secondo gli autori, dell'esistenza di due vie diverse per l'imitazione di azioni.

Successivamente Tessari e Rumiati (2007) hanno condotto una ricerca neuropsicologica su pazienti affetti da lesioni cerebrali per testare il modello dell'imitazione a due vie. Gli sperimentatori hanno chiesto i soggetti arruolati nello studio, affetti da una singola lesione focale all'emisfero destro o sinistro, di imitare gesti mostrati dallo sperimentatore. Secondo il modello proposto, l'imitazione può avvenire in modo diretto, senza attribuzione di significato ma solo attraverso la conversione dello stimolo visivo nell'atto motorio (via diretta), oppure recuperando nella memoria a lungo termine le informazioni relative allo stimolo visivo da poter utilizzare nell'output motorio (via indiretta o semantica). Abitualmente si utilizzano entrambe le strategie. Nei soggetti destrimani affetti da aprassia, una lesione dell'emisfero sinistro, in particolare il giro temporale superiore e la corteccia angolare, può far emergere difficoltà specifica in una delle due vie dell'imitazione. I soggetti con lesione all'emisfero destro che manifestavano difficoltà simili avevano una lesione al globus pallidus e al putamen. Questi dati evidenziavano una dissociazione tra via diretta e via indiretta.

Il modello a due vie spiega bene i deficit del soggetto aprassico nell'imitazione di atti motori significativi e non significativi ed ha il vantaggio di esemplificare il processo di imitazione in tappe specifiche, al di là del problema della corrispondenza tra input visivo e stimolo motorio. Anche in questo modello l'esperienza è considerata un fattore importante dell'imitazione ma sono delineati due percorsi specifici dell'imitazione per spiegare le specifiche difficoltà di soggetti che possono fare delle pantomime ma non riescono ad imitare atti motori non significativi anche molto semplici.



#### **1.4 Imitazione nella prospettiva della psicologia dello sviluppo**

L'imitazione, come abilità di produrre un comportamento seguendo un modello, è oggetto di interesse per comprendere i processi di apprendimento del bambino piccolo. Esiste un'ampia letteratura sull'argomento che si focalizza essenzialmente sul valore predittivo delle capacità imitative emergenti sullo sviluppo cognitivo e affettivo (Piaget, 1962; Butterworth, 1999; Meltzoff, 2002) e sulla funzione di tali capacità per il bambino, neonato fino all'età prescolare, nella vita di tutti i giorni (Meltzoff 2002; Nadel, 2002). L'imitazione è uno strumento di apprendimento potente (Rogers, 2010). Albert Bandura (1977) nella teoria dell'apprendimento sociale da lui descritta e supportata da numerosi studi empirici (Hurley & Chater, 2005) sottolinea il ruolo dell'imitazione come strumento primario di conoscenza. Infatti un individuo osservando un altro individuo acquista una immagine mentale del comportamento che può replicare subito o in un secondo momento per ottenere l'obiettivo desiderato (rinforzo). Bandura individua quattro fattori fondamentali nell'imitazione di un'azione: attenzione, ritenzione, riproduzione motoria e motivazione (1971). Tali aspetti evidenziano la complessità del processo imitativo che difficilmente può essere studiato come processo unitario ma osservato in dimensioni specifiche.

Molteplici studiosi si sono interessati dell'osservazione dell'imitazione del bambino per approfondire le funzioni dell'imitazione nello sviluppo. Vygotskij e Piaget, coerentemente alle loro teorie sullo sviluppo, approfondiscono questo tema. Piaget (1962), nello studio dello sviluppo cognitivo del bambino, propone l'imitazione differita come fattore predittivo della abilità rappresentazionali, fondate sull'abilità di imitare anche in assenza del modello. Piaget ha studiato e descritto lo sviluppo del bambino piccolo e ha considerato l'imitazione un processo attivo, non automatico. Lo sviluppo dell'imitazione inizia, secondo Piaget, dal secondo mese di vita quando il bambino non produce solo azione riflesse, ma inizia

sporadicamente ad imitare, in particolare, ripetendo suoni fino all'imitazione vocale reciproca di suoni familiari e, successivamente non familiari e movimenti delle mani dell'altra persona. Intorno ai 3-4 mesi il bambino inizia ad imitare suoni e movimenti e successivamente, intorno al 5° mese, inizia ad imitare movimenti a lui non visibili, ma conosciuti. Dopo i 10 mesi il bambino imita sempre nuovi stimoli uditivi e visivi, fino ad imitare movimenti complessi non visibili. Dal secondo anno di vita il bambino comincia a produrre un comportamento dopo un certo tempo dall'osservazione del modello, la cosiddetta "imitazione differita". Le abilità imitative diventano sempre più complesse dai 2 agli 8 anni, finché il bambino impara ad imitare in modo accurato complesse sequenze di azioni motorie. Lev Vygotskij nei suoi studi sullo sviluppo del bambino enfatizza la centralità dell'imitazione nell'apprendimento di nuovi comportamenti (1990). All'interno della "zona di sviluppo prossimale" il bambino nell'interazione con un adulto o con un pari più competente può acquisire nuove competenze velocemente attraverso il supporto dell'altro.

Moltissimi contributi allo studio dell'imitazione si occupano di specifici momenti dello sviluppo del bambino. La ricerca sull'imitazione nel neonato, in particolare, offre risvolti interessanti. Trevarthen (1979,2001) nelle sue ricerche ha evidenziato l'importanza dell'interazione madre – bambino come base per lo sviluppo linguistico ed affettivo proprio per l'imitazione delle espressioni facciali, delle azioni, etichettate dalla madre. La funzione dell'imitazione sarebbe proprio quella di facilitare l'interazione madre bambino con gli effetti a cascata prima brevemente descritti.

Stern (1985) enfatizza il ruolo dell'imitazione nello sviluppo come strumento di comprensioni di sé stessi, del proprio corpo e delle proprie emozioni. Lo studioso afferma che la capacità di imitazione del neonato dipenda dalla "percezione amodale", che consiste nella capacità di trasferire l'esperienza percettiva da una modalità sensoriale ad un'altra, operando un'integrazione delle informazioni che provengono dai diversi canali sensoriali.

Tale unità percettiva è alla base della formazione della rappresentazione del sé e dell'altro che risulta fondamentale nei processi comunicativi. Nel modello da lui descritto dello sviluppo normotipico, in particolare, egli propone una relazione tra imitazione, condivisione affettiva e teoria della mente.

Gli studi di Meltzoff (1988), Meltzoff e Moore (1989) hanno dimostrato, poi, come i neonati hanno la capacità di imitare espressioni facciali dopo la dimostrazione di uno sperimentatore.

Nell'esperimento da loro proposto (Meltzoff & Moore 1989; 1993) ad un gruppo di neonati viene mostrato il volto di uno sperimentatore addestrato, che presenta al neonato una sequenza ordinata di espressioni facciali imitabili (aperture e chiusure della bocca e protrusione frontale della lingua), alternati a momenti di pausa; nelle stesse condizioni sperimentali, viene presentato ad un altro gruppo di neonati lo stesso volto ma immobile. Gli sperimentatori hanno osservato che i neonati esposti alla prima condizione sperimentale riproducono una maggior frequenza di gesti esibiti dallo sperimentatore rispetto a quelli esposti nella seconda condizione sperimentale. Le obiezioni poste a tale conclusione possono essere ascritte alla teoria piagetiana che vede in questi primi comportamenti del bambino non un'imitazione volontaria, ma l'attivazione di uno schema riflesso. Ma gli sperimentatori hanno risposto a questa critica ipotizzando un meccanismo di percezione intermodale, i neonati avrebbero quindi una rappresentazione propriocettiva e cinestetica del proprio viso tale da permettere il riconoscimento e l'imitazione del viso dell'altro. Successivamente Meltzoff e Moore (1994) strutturano una nuova condizione sperimentale attraverso cui dimostrano che neonati, di 6 settimane, sono in grado di ricordare e riproporre dei gesti visti 24 ore prima. Tra i gesti da imitare viene inserita oltre l'apertura e la chiusura della bocca e la protrusione in avanti della lingua, la protrusione laterale della lingua, comportamento difficilmente osservabile nel repertorio comportamentale abituale di un

neonato di quell'età. Il risultato di questo studio ha supportato l'ipotesi degli autori che l'imitazione del neonato non sia ascrivibile ad un meccanismo riflesso ma alla capacità di integrare le informazioni provenienti da diversi canali sensoriali che gli consente di creare corrispondenza tra i movimenti del suo viso e quelli dell'altro. Meltzoff ha anche dimostrato che un bambino riconosce quando lui / lei è imitato e preferiscono un adulto che li imita ad un adulto che non li imita (1990b).

È interessante annotare che Meltzoff e Gopnik ipotizzano una funzione specifica di tali comportamenti: nello sviluppo del bambino l'imitazione è utilizzata come meccanismo di conoscenza di come funzionano le cose prima dell'acquisizione del linguaggio (1993). In particolare gli autori hanno proposto l'ipotesi che, durante lo sviluppo, l'imitazione fornisce i mezzi che porteranno ad una teoria della mente umana. Essi vedono l'imitazione come meccanismo utilizzato dal bambino per estrarre somiglianze, attraverso cui un neonato dovrebbe disegnare equivalenze tra ciò che vede e quello che fa e viceversa (Meltzoff & Gopnik, 1993; Nadel, 2002).

Ulteriori studi hanno evidenziato che il neonato a poche ore di vita imita la contrazione delle labbra, la chiusura e l'apertura della bocca quando questi movimenti vengono compiuti ad una distanza di 20 cm dal suo volto (Reissland, 1988), a tre settimane emette un suono di una vocale su imitazione di un altro che articola lo stesso suono (Legerstee, 1991), inoltre a 6 settimane mostra più attenzione per il volto che emette lo stesso suono che sente (Walton & Bower 1993).

Infine il lavoro di Nadel con i bambini dai 2 ai 4 anni di età sottolinea la funzione dell'imitazione come strumento di comunicazione preverbale (Nadel-Brulfert & Baudonnière, 1982; Nadel e Fontaine, 1989; Nadel, 2002). La studiosa e i suoi collaboratori hanno evidenziato che nelle loro interazioni spontanee i bambini condividono l'attenzione ed utilizzano l'imitazione nei loro scambi come strumento comunicativo, alternando i turni,

invertendo i ruoli tra imitatore e modello, applicando quindi le regole della conversazione. Tale funzione comunicativa della comunicazione è comunque transitoria e scompare quando viene appreso il linguaggio.

Vivanti (2014), riassumendo gli studi più recenti sull'imitazione, descrive lo sviluppo dell'abilità imitativa, già presente nel neonato, in una fase iniziale nella quale i bambini manifestano un numero limitato di risposte imitative, seguita da una fase di rapido consolidamento dell'imitazione all'interno di scambi diadici tra i 18 e i 24 mesi. In questa finestra temporale ed in età avanzate, si osserva inoltre una crescente complessità di comportamenti imitativi che riflette lo sviluppo globale del bambino. Se infatti nel bambino molto piccolo l'imitazione ha una funzione di sincronizzazione importante nella relazione tra individuo che imita ed individuo che è imitato, nel bambino in età prescolare si osserva l'imitazione di azioni orientate al raggiungimento di obiettivi specifici seguendo un modello conosciuto. È interessante osservare, inoltre, che l'imitazione è un comportamento sociale osservabile nell'interazione tra adulti con finalità di conoscenza e di costruzione di vicinanza e conformità (Bandura 1977; Vivanti & Hamilton 2014). Bandura ha osservato, ancora, che gli adulti tendono ad imitare più facilmente persone di un status sociale più elevato proprio per aumentare la percezione dell'affiliazione (1971).

In sintesi, l'imitazione è una competenza di base per lo sviluppo cognitivo e sociale e l'integrazione culturale dell'uomo, non solo da bambino ma in tutto il ciclo di vita. Infatti, svolge un ruolo di primo piano nell'acquisizione del linguaggio, nella creazione di relazioni sociali e delle regole sociali, nello sviluppo delle competenze emotive del bambino e nel gioco simbolico. Attraverso l'imitazione il bambino piccolo inizia a conoscere il mondo ed a comunicare fino all'acquisizione del linguaggio verbale. Successivamente l'imitazione diviene un importante strumento di apprendimento che diventa più complesso e sofisticato con lo sviluppo delle abilità cognitive ed affettive. Anche nell'adulto l'apprendimento per imitazione

rimane un importante modalità di costruzione di conoscenza, di apprendimento culturale oltre che di creazione di legami affiliativi. Inoltre è importante sottolineare che l'apprendimento per imitazione è una tappa fondamentale del processo di apprendimento culturale, per instaurare e rafforzare rapporti affiliativi (Nadel, 2002; Tomasello, 2014).

### **1.5 Neurofisiologia dell'imitazione**

La scoperta del Sistema dei Neuroni Mirror (*Mirror Neuron System*, MNS), nell'area premotoria F5 dei macachi, che si attiva quando l'animale osserva un'azione e quando compie quell'azione, ha aperto una intensa stagione di ricerca scientifica (Rizzolatti, Craighero 2004; Umiltà et al. 2001; Gallese et al. 1996). Anche nell'uomo è stato osservato un sistema di neuroni con un funzionamento simile, presenti nella porzione rostrale anteriore del lobo parietale inferiore, Area 40 di Brodmann, il settore inferiore del giro pre-centrale, e il settore posteriore e nel giro frontale inferiore, Area 44 di Brodmann (Rizzolatti, Craighero 2004). Nel comportamento di imitazione di un'azione, in particolare, il MNS maggiormente attivato riguarda il giro frontale sinistro della regione parietale anteriore destra, l'opercolo parietale destro e i solchi temporali superiori (Iacoboni et al., 1999; 2005; Heiser et al 2003). Molenberghs e colleghi (2009), in una review di 20 studi di neuroimaging, hanno evidenziato che nei compiti di imitazione la corteccia premotoria e parietale sono attivate, mentre la corteccia frontale inferiore non sarebbe attivata. Una meta-analisi di 139 studi di risonanza magnetica e di tomografia assiale ad emissione di positroni hanno evidenziato una rete bilaterale nella corteccia pre-motoria frontale, parietale e temporo occipitale sia nei compiti di osservazione di un'azione che di imitazione (Caspers et al., 2010). La diversità nelle aree attivate potrebbe essere correlata a diversità metodologiche negli studi analizzati ma l'overlapping tra aree implicate nell'imitazione e nel linguaggio, ancora da approfondire,

supporterebbe il ruolo del MNS nel linguaggio (Rizzolatti & Arbib, 1998) o comunque il ruolo della verbalizzazione interna negli atti di imitazioni (Iacoboni, 2009). Inoltre, come abbiamo già sottolineato, l'imitazione è una abilità importante nella costruzione dell'interazione sociale. Cattaneo e Rizzolatti (2009) ipotizzano quindi due circuiti specifici afferenti al MNS:

*“il primo, coinvolgerebbe il lobo parietale, la corteccia premotoria e la porzione caudale del giro frontale inferiore (parieto frontal mirror system); il secondo riguarderebbe in particolare l'insula e la corteccia frontale mesiale anteriore (limbic mirror system). Il parieto frontal mirror system è coinvolto nel riconoscimento del comportamento volontario mentre il limbic mirror system è dedicato al riconoscimento del comportamento emotivo” (p.558\_trad mia).*

Il sistema limbico sarebbe maggiormente attivato durante interazione in situazioni sociali (Iacoboni, 2005).

Proprio per la complessità dei processi sottostanti al comportamento di imitazione, il network correlato al MNS coinvolge anche molteplici aree cerebrali: il giro medio temporale e il solco temporale superiore, in particolare interessati durante la il lavoro di memoria a breve termine visiva; la corteccia prefrontale coinvolta nei meccanismi di controllo del comportamento di tipo top-down, oltre le aree motorie eventualmente necessarie per la programmazione e lo svolgimento dell'azione (Vivanti & Hamilton, 2014).

Dal punto di vista neurobiologico è importante sottolineare il coinvolgimento della corteccia prefrontale nel processo di imitazione. In pazienti con danno nella corteccia prefrontale mostrano spesso ecolalia o eco-prassia, indicative di un danno nel sistema di controllo dell'imitazione (De Renzi, Cavalleri, e Facchini, 1996).

La selezione è infatti un aspetto centrale del comportamento di imitazione perché ha un ruolo nella scelta che facciamo di imitazione un'azione piuttosto che un'altra. Molti studi hanno esaminato di recente il ruolo degli stimoli sociali nel modulare l'imitazione (Hamilton,

2015). La corteccia mesiale prefrontale ha un ruolo specifico nella modulazione dei processi di imitazione utilizzando i *cue* sociali come lo sguardo (Wang, Ramsey & Hamilton, 2011). Infatti, lo studio di Wang e colleghi (2011) evidenziano l'aumento dell'attivazione prefrontale durante il contatto oculare migliorando l'imitazione delle espressioni del viso.

La decisione di cosa imitare si basa su complessi segnali sociali ed attiva un network cerebrale complesso che si fonda su un processo di selezione (Hamilton, 2015). Ma qual è il processo sotteso alla selezione degli stimoli da imitare?

Considerazioni interessanti derivano dagli studi sulla consapevolezza di essere imitati. Da evidenze comportamentali, si evince che già il bambino piccolo ha piacere nell'essere imitato (Nadel 1999). Khun e collaboratori (2010) hanno osservato in uno studio fMRI i correlati neurali delle conseguenze, positive, dell'essere imitati ed hanno evidenziato l'attivazione dell'emozione e del "circuito del rinforzo", in particolare la corteccia mesiale orbito-frontale e la corteccia ventro-mesiale prefrontale nei soggetti che erano imitati rispetto ai soggetti non imitati. Il ruolo del "circuito del rinforzo" nella modulazione dei comportamenti pro-sociali è stato approfondito in molteplici studi. In particolare, attraverso un paradigma sperimentale che utilizzava l'imitazione del ritmo come parametro di studio durante il compito motorio di tamburellare in modo sincrono e in modo non sincrono, si è evidenziata l'attivazione del nucleo caudato durante in tamburellare sincrono, la stessa area cerebrale attivata dal rinforzo economico nei partecipanti allo studio (Kokal et al., 2011). In otto studi sull'autismo e la mimicry hanno approfondito la relazione tra rinforzo sociale ed imitazione (Sims et al., 2012; 2014).

Il legame tra network correlato al rinforzo ed imitazione è ancora da approfondire. Sicuramente rimane aperta la domanda sui processi di base sottesi alla decisione di imitare: se essere imitati è piacevole, imitare per apprendere e per costruire interazioni sociali può essere collegati al "circuito del rinforzo" come promotore e modulatore dell'imitazione.



## Capitolo 2

### L'imitazione motoria nel disturbo dello spettro dell'autismo

#### 2.1 Il disturbo dello spettro dell'autismo

Il disturbo dello spettro dell'autismo (*Autism Spectrum Disorder, ASD*) è caratterizzato da un deficit pervasivo e persistente della comunicazione e dell'interazione sociale (criterio A del DSM-V) e da comportamenti e interessi abitualmente ristretti e ripetitivi (criterio B), che hanno importanti implicazioni sullo sviluppo dell'individuo, limitando o compromettendo la qualità della vita di ogni giorno (APA, 2013). Molteplici studi epidemiologici hanno indentificato vari fattori di rischio, nessuno dei quali è condizione necessaria e sufficiente per sviluppare l'ASD (Lai et al., 2014). Gli studi sull'interazione gene-ambiente non hanno ancora dato risultati specifici (Loke et al., 2015; Robinson et al., 2016)

Si parla di spettro si fa riferimento ad un insieme di condizioni del neuro sviluppo differenti per profilo cognitivo e funzionale, accomunate appunto da atipie nella comunicazione e nell'interazione, che possono variare, ad esempio, dall'assenza del linguaggio a deficit nella pragmatica della comunicazione, e da comportamenti ristretti e ripetitivi, come le stereotipie motorie o l'esigenza di seguire routine specifiche nella vita di ogni giorno. Si è osservato un aumento della prevalenza della patologia, probabilmente dovuta ad una maggiore accuratezza e specificità dei criteri diagnostici e alla sempre maggiore sensibilità degli strumenti di valutazione utilizzati. In un recente studio inglese si sono riscontrati circa 52 milioni di casi di ASD nel mondo, pari ad una prevalenza del 7,6 per 1000 persone (Baxter et al., 2015).

### **2.1.1 Criteri diagnostici**

Lo studio dell'ASD è iniziato nella metà del '900 ed i criteri diagnostici associati si sono modificati nel tempo, in relazione alle conoscenze scientifiche e all'impatto sociale della patologia. In un articolo scientifico dal titolo "Disturbo autistico del contatto affettivo" (traduzione mia), Leo Kanner (1943) per la prima volta ha descritto il comportamento di 11 bambini con età tra i 2 e i 10 anni affetti secondo la sua ipotesi da "Disturbo autistico infantile del contatto affettivo". Nella descrizione accurata degli 11 casi, emerge che le caratteristiche cliniche annoverate sono un importante deficit nelle abilità sociali, nella comunicazione e nel linguaggio e dal desiderio di mettere in atto dei comportamenti ripetitivi. La presenza in tutti i bambini di questi tratti specifici condussero Kanner ad introdurre una nuova categoria diagnostica che includeva bambini che, al pari di altri nati con deficit cognitivi o fisici, avevano un deficit specifico nell'abilità di instaurare contatti affettivi. Nello stesso anno, in modo indipendente, Hans Asperger nella sua tesi di dottorato dal titolo "Psicopatologia autistica nel bambino", pubblicata poi nel 1944 proponeva la necessità di questa nuova categoria diagnostica. Asperger delineò ulteriori caratteristiche specifiche della patologia, in particolare l'esordio dopo i 3 anni e l'elevata presenza nei maschi. Anche lui, come Kanner nel suo campione, osservò in questi bambini, la tendenza all'isolamento sociale, i comportamenti ripetitivi e le stereotipie, e suggerì che la caratteristica preminente fosse un disturbo affettivo del contatto che si evidenziava nelle difficoltà dell'adattamento sociale. I soggetti descritti da Asperger manifestavano a fronte di capacità intellettive eccellenti l'ossessione per alcuni argomenti, comportamenti ripetitivi ed eccentrici, un buon linguaggio formale ma con evidenti alterazioni nella pragmatica comunicativa.

Nello stesso periodo storico ma in due contesti diversi, Kanner lavorava a Baltimora, Asperger a Vienna, gli studiosi osservarono bambini atipici il cui tratto saliente era la difficoltà

nell'intessere relazioni affettive con i coetanei e con gli adulti di riferimento. Entrambi fecero riferimento al termine autismo, utilizzato all'inizio del secolo da Blaurer per indicare un tipico tratto di ritiro sociale e tendenza all'isolamento, osservato dallo psichiatra nella schizofrenia. Asperger in particolare nella sua prima trattazione (1944) sottolineò la differenza tra autismo e schizofrenia poiché il primo era caratterizzato da un esordio precoce e da una prognosi migliore. Ai primi scritti di natura descrittiva redatti da Kanner e Asperger, seguì una copiosa letteratura sull'origine della patologia volta ad indagare l'eziopatogenesi del disturbo. Il primo modello esplicativo della patologia fa riferimento all'idea della "freddezza relazionale" dei genitori, della madre in particolare. In questa prospettiva di indagine, di matrice psicanalitica, l'autismo rappresentava una strategia di difesa del bambino che si confrontava con l'incapacità di veder soddisfatti i bisogni di protezione e di affiliazione per l'incapacità genitoriale. Negli anni '60 furono molteplici le critiche rivolte a questo modello esplicativo, che avvalendosi di metodi scientifici e di nuove tecniche di studio della struttura anatomo-funzionale, confutarono la relazione di una causalità lineare tra l'autismo e la presenza di difficoltà affettive nei genitori dei bambini affetti da autismo (Vivanti, 2010).

In particolare Rimland nel 1968 sostenne che l'autismo era caratterizzato da alterazioni morfologiche e funzionali cerebrali. Dai suoi studi nacque l'approccio organicista che si concentrò sull'esigenza di individuare le alterazioni organiche che determinavano il quadro comportamentale. Nel 1978 in uno studio comparativo tra bambini affetti da autismo e bambini affetti da altri disordini dello sviluppo, Rutter delineò ulteriormente alcune caratteristiche cliniche della sindrome, in particolare le difficoltà nelle relazioni sociali, ritardo e sviluppo atipico del linguaggio e comportamenti ripetitivi.

Nelle prime edizioni del DSM I (1952) e DSM II (1968), infatti, non si fa riferimento specifico all'autismo ma si fa più genericamente a reazione schizofrenica ad esordio infantile. Un passaggio fondamentale nello studio nosografico e clinico dell'autismo, è quindi la stesura

nel DSM III (1980) di una definizione specifica di autismo infantile inserita nei disturbi pervasivi dello sviluppo, fortemente distanziata dalla schizofrenia e, più in generale, dalle psicosi, ma fortemente influenzata dalla descrizione di Kanner e di Rutter (1974, 1978) e da altri autori contemporanei alla stesura del manuale. In particolare, Wing e Gould (1979) nel loro studio epidemiologico nell'area di Camberwell (Londra), identificarono su un campione ampio i tre aspetti caratteristici della patologia che si osservavano nel bambino già a 30 mesi: le difficoltà nelle abilità sociali, nelle le capacità comunicative e il repertorio comportamentale ristretto ripetitivo. Gli autori osservarono che tali fattori si esprimevano in modo specifico a seconda dell'età e del bimbo osservato. Questa descrizione evidenziò l'esigenza di parlare non di autismo, come di una condizione unica, ma di una sindrome correlata all'autismo, in cui le differenze osservate nel campione, tutte descritte nella triade dei sintomi schematizzata dagli autori, trovassero un loro spazio esplicativo, in sintonia con le descrizioni precedenti della patologia.

Il DSM-III-R (1987) descrive sempre tre domini caratteristici della sindrome ma specifica 16 criteri, 8 dei quali devono essere soddisfatti per fare la diagnosi. In questa edizione si parla di disturbo pervasivo dello sviluppo non altrimenti specificato, per categorizzare tutti quei bambini che non soddisfano i criteri della definizione di autismo ma che comunque manifestano comportamenti caratteristici. Nel DSM-IV (1994) e nel DSM-IV-TR (2000) vengono ulteriormente specificati i criteri diagnostici ed il numero dei disturbi pervasivi dello sviluppo e della fanciullezza aumenta, comprendendo Disturbo Autistico, Disturbo di Asperger, Disturbo di Rett, Disturbo Disintegrativo dell'Infanzia, Disturbo Pervasivo dello Sviluppo non Altrimenti Specificato.

Nel 2013 l'edizione aggiornata del DSM V ha ulteriormente modificato la descrizione nosografica dell'autismo la cui diagnosi è caratterizzata da due criteri diagnostici generali che riguardano la comunicazione e l'interazione sociale (criterio A), e la presenza di schemi

comportamentali ristretti e ripetitivi (criterio B), entrambi presenti fin dalla prima infanzia (APA, 2013). La caratteristica di questa nuova descrizione nosografica è l'assenza di categorie specifiche di disturbo ASD come la sindrome di Asperger, con la necessità correlata di specificare alcuni aspetti tra cui la severità e a specificità delle difficoltà associate. L'American Psychiatric Association (APA, 2013), infatti, ha così voluto sottolineare la continuità delle manifestazioni cliniche all'interno di un unico quadro sindromico. Il dibattito su questo nuovo sistema di descrizione nosografica è aperto per le implicazioni cliniche e sociali associate. Sicuramente questo cambiamento vuole superare una etichetta diagnostica prettamente categoriale nel tentativo di aderire ad un sistema diagnostico almeno in parte dimensionale (Huerta et al., 2014). La psichiatria attuale in atto predilige i modelli diagnostico dimensionale nel quale i segni clinici vengono valutati in un continuum tra patologia e normalità, ed i "sintomi" non vengono valutati in modo dicotomico (presente *vs* assente) ma in base alla severità, alla rigidità e alle implicazioni per la vita quotidiana. Tale approccio, più aderente all'esperienza clinica, può essere utile nella pianificazione di un intervento riabilitativo e si ascrive più facilmente all'interno delle ricerche attuali sul fenotipo autistico allargato, che può manifestarsi in modo subclinico in una fetta più larga della popolazione generale (Bishop et al, 2004; Micali et al, 2004; Costantino et al, 2003). Un'altra innovazione importante presente nell'ultimo manuale diagnostico (APA, 2013) è l'identificazione di una fascia di osservazione nel bambino piccolo, già dai 12-18 mesi, per l'identificazione di indicatori di rischio di un possibile disturbo dell'interazione e della comunicazione. L'introduzione di questa indicazione lascia spazio allo studio e all'eventuale trattamento clinico di tutti i precursori neuropsicologici e relazionali considerati prerequisito della possibilità di comunicare e interagire in maniera adeguata e soddisfacente già in età precoce. Tale cambiamento riflette le più attuali ricerche sulla patogenesi dell'ASD, in particolare la ricerca sull'individuazione di marcatori comportamentali già osservabili nel bambino dell'età considerata.

### **2.1.2 Eziopatogenesi dell'autismo**

Uta Frith nel 1989 pubblicò la prima edizione del suo testo sull'autismo con il titolo "Autismo, Spiegazione di un enigma". La volontà dell'autrice era proprio quella di semplificare le conoscenze scientifiche sull'ASD, con una modalità divulgativa, per sopperire al gap tra le conoscenze scientifiche e credenze culturali (Frith, 2009). Effettivamente ancora oggi chi si appresta a studiare la sindrome, si trova davanti ad una letteratura voluminosa e per niente coerente, che riflette il lavoro scientifico sul tema, oltre che il fermento culturale nato e alimentato da chi vive questa condizione patologica. Se è ampia la ricerca sul funzionamento neurobiologico e psicologico della "mente autistica", gli studi sono molteplici ed ancora difficili da integrare in una teoria esplicativa unitaria (Lai et al., 2013).

Lo studio della neurobiologia nell'ASD, in particolare, ha portato a definire l'autismo stesso come un disordine dello sviluppo poligenico che coinvolge in particolarmente i network corticali e sottocorticali con un impatto ampio e stabile sulle funzioni cognitive ed affettive (Lai et al., 2013). Gli studi di neuroimaging strutturale e funzionale hanno evidenziato due aspetti essenziali della sindrome: la presenza di una connettività atipica corticocorticale e interemisferica (Di Martino et al., 2015; Vissers et al., 2012; Travers et al., 2012) e delle anomalie strutturali (Lai et al., 2013). Inoltre è stato osservato un aumento del volume cerebrale in età infantile, con differenze anatomiche nella sostanza grigia (es. cervelletto, lobo frontale, sistema limbico, in particolare amigdala, ippocampo) e della sostanza bianca (es. fascicolo uncinato ed arcuato) insieme ad una frequente riduzione del volume del corpo calloso (Ecker et al., 2015; Mori et al., 2015; Verhoeven et al., 2009; Lainhart et al., 2006; Schultz et al., 2003; Courchesne et al., 2001). Dal punto di vista funzionale, si è osservato invece che, a fronte di una attivazione normale e/o superiore alla norma di alcune aree cerebrali, i soggetti

affetti da autismo con un funzionamento cognitivo alto manifestano una ipo-attivazione intra corticale e interemisferica (Di Martino et al., 2014). Numerosissimi poi sono gli studi sul sistema de neuroni mirror (Rizzolatti & Craighero, 2004; Iacoboni et al., 1999, 2005; Caspers et al., 2010). Il legame tra malfunzionamento del sistema dei neuroni mirror (*Mirror Neuron System*, MNS), e autismo è ampiamente dibattuto in letteratura con conclusioni non univoche (Williams et al., 2006; Hamilton, 2013). È importante sottolineare che in molti studi è stata osservata una significativamente atipica e/o ridotta attivazione di questi neuroni in risposta ai comportamenti motori di un'altra persona, in soggetti affetti da autismo rispetto ai controlli sani; i dati non sono confermati in tutti gli studi (Dapretto et al., 2006; Enticott et al., 2013; Vivanti & Rogers, 2014). In atto, in accordo con l'ipotesi di un deficit nella motivazione sociale dell'autismo, molteplici studi di neuroimaging hanno evidenziato un ridotto o anomalo funzionamento del "circuito della ricompensa" nei soggetti con ASD (Chevallier et al., 2012; Sims et al., 2014; Cox et al., 2015)

La ricerca genetica, inoltre, ha approfondito lo studio della relazione gene-ambiente nell'eziopatogenesi dell'ASD. Sono numerosi gli studi familiari e sui gemelli ed evidenziano che l'architettura genetica dell'autismo è complessa ed eterogenea con la descrizione di numerosissime varianti genetiche (Lai et al., 2013). Inoltre, è interessante osservare la frequenza di anomalie immunologiche presenti in persone con autismo e nelle loro famiglie (Lai et al., 2013). La neuro immunologia potrebbe avere un ruolo chiave nella comprensione della genesi dell'autismo già in utero ma ancora si attendono evidenze (Braunschweig et al., 2012) ad esempio sull'effetto di alcune anomalie ormonali in gravidanza (Baron-Cohen et al., 2015). Molteplici sono gli studi sull'ossitocina e sulla vasopressina proprio per il ruolo rivestito nelle relazioni affiliative. Infatti, questi peptidi si integrano ad altri sistemi come quello dopaminergico modulando l'attività celebrale (Mittleman & Blaha, 2015)

L'individuazione di un funzionamento neurobiologico specifico del cervello "autistico", seppure ancora non integrato in una visione unitaria delle osservazioni scientifiche collezionale, è utile come modello di patologia per lo studio del funzionamento del network neurale sotteso al cosiddetto "*social brain*" (Bethlehem et al., 2013) ed è correlato alle molteplici teorie psicologiche che nel tempo hanno provato a spiegare lo sviluppo cognitivo e, soprattutto, relazionale atipico dei soggetti con ASD. In particolare, le teorie del deficit nelle funzioni esecutive, del deficit di coerenza centrale, dell'anomalo funzionamento della teoria della mente e della minore responsività agli stimoli sociali, seppur corroborate dagli studi di neuroimaging e comportamentali, spiegano solo aspetti specifici dell'ASD (Rogers & Pennington, 1991; Baron Cohen et al., 1994; Chevallier, 2012; Vivanti & Rogers, 2015; Vanegas & Davidson, 2015). Le teorie psicologiche sull'ASD sono molteplici, quelle nominate sono solo alcune. A fronte di caratteristiche cliniche specifiche dell'autismo ma che possono avere una molteplicità di risvolti cognitivi, relazionali e comportamentali in relazione anche al quoziente intellettivo del soggetto ASD, sembra opportuna l'ipotesi che più spiegazioni possano coesistere per descrivere ed eventualmente spiegare fenotipi autistici molto diversi tra loro (Hassal, 2016)

## **2.2 Imitazione ed Autismo**

L'ASD è una patologia ad eziologia complessa caratterizzata anche da un deficit di imitazione. I soggetti con ASD imitano con meno frequenza e meno accuratezza rispetto ai coetanei (Rogers & Dawson, 2010; Vivanti & Hamilton 2014).

Alcuni autori correlano le anomalie osservate ad un deficit rappresentazionale del sé (Rogers & Pennington, 1991). Altri spiegano i dati raccolti in letteratura facendo riferimento alla difficoltà di integrazione motoria (Smith & Bryson, 1994) oppure ad un deficit selettivo



del meccanismo di accoppiamento visuo-motorio caratteristico dei soggetti con ASD (Williams, Whiten & Singh, 2004). Williams (2001) ha raccolto numerose evidenze che correlano le anomalie osservate nell'imitazione dei soggetti ASD con il deficit della "teoria della mente" (Williams et al., 2001). In una più recente meta-analisi (Edward, 2014), è evidente che la molteplicità dei dati raccolti, dei diversi paradigmi sperimentali e strumenti di valutazione rendono complessa la comparazione tra gli studi e la generalizzazione dei risultati raccolti. Alcuni studi sono stati selezionati e saranno brevemente descritti perché esemplificativi. Stone e colleghi (1997) evidenziano nei bambini con ASD una difficoltà nei compiti di imitazione anche se l'imitazione di azione su oggetti è, nel loro gruppo sperimentale, meno difficoltosa che l'imitazione di movimento del corpo. Adams (1998), nel suo studio sulle abilità di imitazione di azioni orobuccofacciali, osserva un deficit nel campione con autismo rispetto al gruppo di controllo. In uno studio del 2003, Rogers e collaboratori osservano, in un campione di 14 bambini con autismo di età media di 34 mesi, un deficit nella abilità di imitazione di gesti inconsueti con oggetti, senza oggetti e dei movimenti del viso correlati in particolare all'attenzione condivisa; mentre, nei bambini con sviluppo TD, il profilo di abilità imitatorie risulta correlato ad altre abilità quali il linguaggio, il gioco e quelle visuo-spaziali. Hobson e Lee (1999), nel loro campione di 16 adolescenti, non osservano nessuna difficoltà nella copia di un'azioni finalizzate ma evidenziano un deficit nella riproduzione della coloritura emotiva data dallo sperimentatore. Custance e colleghi (2014) rilevano che utilizzando motivatori estrinseci e oggetti non ci sono differenze osservabili nel campione di bambini di età scolare con autismo e dei coetanei con sviluppo TD. È interessante sottolineare, inoltre, i risultati di uno studio longitudinale in cui Young e colleghi (2011), in un campione di 154 bambini di età compresa tra i 12 e i 24 mesi a rischio ASD, hanno osservato un ritardo nello sviluppo nelle abilità di imitazione soprattutto in quei bimbi che poi hanno avuto conferma della diagnosi. In tutti gli studi descritti si evidenzia la

necessità di puntualizzare le caratteristiche specifiche del comportamento da imitare. È essenziale, infatti, considerare la distinzione tra gesti, azioni intransitive, che non comportano l'uso di oggetti, e azioni con oggetti, transitive (Rogers, Cook & Meryl, 2005). Tra i gesti si possono distinguere quelli che hanno un significato codificato, simbolici o iconici, dai quelli che acquisiscono significato in relazione al contesto o, semplicemente, non hanno significato. Anche le azioni su oggetti possono essere significative oppure non significative. La ricerca evidenzia che i gesti sono più difficili da imitare per gli individui con autismo di varie età (Edward, 2014). Williams e colleghi (2004) hanno mostrato che, seppure tutti i comportamenti di imitazione sono compromessi nell'autismo, l'imitazione di gesti, soprattutto non significativi, è particolarmente deficitaria. È interessante sottolineare però che sebbene il deficit di imitazione sia caratteristico dell'ASD, la presenza di motivatori all'imitazione modifica la performance dei bambini ASD (Custance et al., 2014). I risultati delle ricerche brevemente delineati insieme alle review prima citate evidenziano che le anomalie nell'imitazione di atti motori sono specifiche e ben documentate nello studio delle persone affette da ASD.

### **2.2.11 deficit di imitazione nell'autismo: i processi di selezione e corrispondenza**

A fronte di studi clinici e neurobiologici numerosissimi, sono molteplici le teorie che hanno provato a spiegare il deficit di imitazione nell'autismo (Vivanti & Hamilton, 2014). L'imitazione motoria può essere considerata il frutto di due processi cognitivi più generali: selezione e corrispondenza (Vanvuchelen et al., 2013). L'abilità di selezionare le informazioni necessarie allo svolgimento di un compito comprende i processi cognitivi correlati

all'attenzione sociale ed alla motivazione, l'attenzione visiva, una preferenza per il movimento biologico, l'abilità di comprendere le intenzioni dell'altro. Questi aspetti caratterizzano le interazioni sociali. Al contrario, la corrispondenza tra stimoli percettivi e la mappatura visuomotoria è un processo specifico e caratteristico dell'imitazione.

Alcune teorie ritengono che la selezione dell'informazione è alla base del la comprensione del comportamento di imitazione, in particolare nell'ASD. Il deficit dell'imitazione è stato correlato ad un anomalo processo di codifica dell'informazione visiva, ad un problema oculo-motorio (Brenner et al, 2007). Ad oggi, non sono chiare ed univoche le evidenze sulla presenza di un deficit aspecifico dell'attenzione visiva nell'ASD (Vivanti, 2008; Vanvuchelen et al., 2013). Sebbene in molte ricerche sia stato osservato un pattern attentivo caratteristico dei soggetti con ASD uno studio di Jones (2011) sul processamento del movimento non ha mostrato nessuna differenza tra adolescenti ASD e TD. Controverso è anche il contributo delle anomalie del profilo percettivo presente nei soggetti con ASD sul comportamento di copia (Grandin, 2009). Questo aspetto influenza l'organizzazione cognitiva di base, con importanti risvolti in tutte le abilità legate alla cognizione sociale, come l'attenzione (Marco et al., 2011; Case-Smith, Weaver & Fristad, 2014). Inoltre, la difficoltà nella elaborazione degli stimoli uditivi è stata riscontrata ampiamente nelle persone affette da ASD, con caratteristiche specifiche che vanno da atipie percettive (preferenze o difficoltà di percezione di alcuni suoni) a difficoltà nell'elaborazione di informazioni sonore complesse ,come la prosodia (O'Connor, 2012), oppure a difficoltà nel processamento di informazioni parlate complesse, come i discorsi piuttosto che stimoli uditivi non parlati (Peppe & McCann, 2003). Le ricadute di questi processi, che afferiscono alla selezione percettiva ed attentiva sull'imitazione, sono ancora poco chiare.

Altri autori hanno correlato il deficit di imitazione nell'ASD ad un minore interesse verso gli stimoli sociali, che si concretizza in una minore attenzione a loro rivolta ed una

minore motivazione all'imitazione (Rogers et al. 2003; Vivanti et al., 2008; 2014; Chevallier et al, 2012). I bambini con ASD tendono a guardare meno il soggetto da imitare (Shic et al, 2011; Chawhaska et al., 2014), sebbene il modello, il suo volto in particolare, abbia le informazioni necessarie per l'imitazione (Vivanti et al., 2008). Vivanti e colleghi (2008) hanno svolto uno studio con eye-tracker su 18 bimbi con autismo ad alto funzionamento di età compresa tra gli 8 e i 15 anni, e un gruppo di controllo formato da 13 bambini con sviluppo tipico. L'obiettivo della ricerca era osservare il comportamento dei bambini e le aree dell'attenzione visiva di fronte ad azioni con oggetti con significato evidente e gesti non significativi. I dati hanno evidenziato che tra i due gruppi sperimentali non c'erano differenze riguardo il tempo di fissazione dell'area dell'azione, ma i bambini con ASD guardavano con minore attenzione il volto del modello. Gli autori sottolineano che i gesti non significativi da loro presentati sono ambigui, non mostrano un evidente obiettivo, e i bambini con sviluppo tipico spostavano l'attenzione dal gesto al volto, forse per capire l'obiettivo dell'azione stessa. Una maggiore attenzione al volto, in una situazione ambigua, potrebbe essere correlata ad una ricerca di informazioni, per rendere più comprensibile l'obiettivo dell'azione, ed è legata alla precisione dell'imitazione. La faccia, in particolare gli occhi e la bocca, sono aree importanti durante l'osservazione dell'altro. Nei soggetti con autismo è stata osservata una difficoltà nell'elaborazione delle informazioni del viso, correlati ad un'attivazione anomala dell'area fusiforme specifica per i volti e al lobo temporale (Herrington et al., 2015; Kim et al., 2015). Inoltre, Uljarevic e Hamilton (2013), in una meta analisi formale sul riconoscimento delle emozioni, evidenziano una maggiore difficoltà dei soggetti con autismo nel riconoscimento delle emozioni di base, eccetto che nel caso della felicità. Tali difficoltà sono ascrivibili, dal punto di vista neurobiologico, all'anomalo funzionamento dell'amigdala, che avrebbe come esito la minore attenzione agli stimoli sociali, come gli occhi sul viso. Questa ipo-attivazione di amigdala, solco temporale superiore destro, giro frontale inferiore caratterizzerebbe il

funzionamento celebrale dei bambini con autismo quando sono mostrati loro volti spaventosi, volti felici ma anche volti neutri (Kim et al., 2015; Harms et al., 2014). L'amigdala, insieme alla corteccia prefrontale, è anche l'area maggiormente interessata ai processi di regolazione emotiva (Uchida et al., 2015). Gli studi anatomici hanno evidenziato che l'amigdala afferisce al sistema limbico, in particolare al sottosistema il sistema al circuito ventrale che comprende inoltre, la corteccia cingolata anteriore, la corteccia orbito frontale e il nucleo medio dorsale del talamo. Tale circuito è implicato inoltre nella modulazione della risposta emotiva e più in generale nei processi di cognizione sociale (Bachevalier et al., 2006). Inoltre, facendo riferimento alla ristrutturazione cognitiva correlata alla regolazione emotiva, il giro temporale superiore e le aree premotorie, a seguito dell'attivazione delle aree frontale sarebbero responsabili dell'esecuzione della regolazione delle emozioni iniziata nelle aree frontale. La corteccia prefrontale dorso laterale è correlata ai processi cognitivi sottesi alla regolazione come l'attenzione, mentre la corteccia prefrontale ventrolaterale si occuperebbe della regolazione della salienza (Kohn et al., 2014). L'amigdala, insieme al solco temporale superiore, al giro temporale medio, al giro fusiforme e alla corteccia prefrontale (Kim et al., 2015) fanno parte del cosiddetto cervello "sociale". Queste evidenze neurobiologiche supportano l'ipotesi di una ridotta attenzione e motivazione sociale dei soggetti con ASD nell'imitazione. In questa prospettiva di indagine, i soggetti imitano alcune azioni, non replicano tutto ciò che vedono, selezionando in base ad un meccanismo di matrice sociale. Lo sguardo del modello etichetta come "interessante" l'azione osservata e ne aumenta la comprensibilità. Il volto, infatti, è sempre oggetto di una attenzione visiva automatica, specialmente durante l'osservazione di gesti non significativi, che hanno bisogno di essere chiariti. I risultati dello studio hanno indicato, in sintesi, che bambini con autismo e bambini con sviluppo tipico hanno pattern di attenzione visiva simili verso l'azione mentre, nel gruppo ASD c'è una minore attenzione verso i volti.

Un altro modello interessante, tra quelli che spiegano il deficit di imitazione come un problema correlato al deficit di selezione delle informazioni salienti è il modello STORM (*social top-down response modulation*) che sottolinea come nell'ASD non sono intaccati meccanismi di base dell'imitazione ma è assente o anomalo il funzionamento del meccanismo di attivazione e controllo (Wang & Hamilton, 2012; Hamilton, 2015). In questo modello ci sono due processi fondamentali: la mappatura visuo-motoria e il controllo top-down, quest'ultimo in particolare è modulato da *cue* sociali che i soggetti con ASD hanno difficoltà a cogliere (Hamilton, 2015).

Alcuni studi correlano, invece, il comportamento di imitazione ad una specifica mancata preferenza osservata nei bambini con ASD verso il movimento biologico (Klin & Jones, 2008; Klin et al., 2009; Klin, Shults & Warren, 2014; Pierce et al., 2015).

Le teorie fin qui descritte spiegano bene la minor frequenza del comportamento di imitazione nel soggetto con ASD. La teoria della motivazione sociale e il modello STORM, in particolare, sono supportate da molteplici dati in letteratura e si collegano in modo specifico ad aspetti eziopatogenetici dell'autismo. Il problema della selezione dell'informazioni rilevante non spiega tutti i deficit osservati nell'ASD. I bambini con autismo imitano anche con meno accuratezza rispetto ai TD. Questo dato potrebbe essere correlato da alcuni filoni di studio che correlano i deficit nei comportamenti di imitazione ad un'anomalia nei processi di corrispondenza ovvero di integrazione visuo-motoria (Vanvuchelen et al., 2013; Mako et al., 2015). In particolare, la ricerca sui neuroni mirror ha ipotizzato una correlazione tra il deficit di imitazione e un'anomalo funzionamento del sistema dei neuroni mirror (Ramachandran & Oberman, 2006; Iacoboni & Dapretto, 2006; Williams, 2008; Rizzolatti, Fabbri-Destro, & Cattaneo, 2009; Sinigaglia & Sparaci, 2010; Gallese, Rochat, & Berchio, 2013). Anche se alcuni studi di neuroimaging (Williams et al., 2006) lasciano aperte delle domande sul ruolo del sistema dei neuroni mirror nel processo di imitazione. Rizzolatti,

in particolare, ha sottolineato da difficoltà nel processo di integrazione dell'informazione visiva e motoria (Cattaneo et al., 2007). Gepner e Feron (2009), nel loro articolo "Autism: a word changing too fast for a Mis-wired Brain?", rallentarono gesti ed espressioni facciali in alcuni video da loro predisposti: in questa condizione i bambini con autismo sottoposti all'esperimento comprendevano le espressioni facciali e riuscivano ad imitare gesti e movimenti. Tale dato, secondo gli autori, conferma l'idea che la goffaggine motoria delle persone con ASD può contribuire al deficit di imitazione tante volte osservato in compiti non rallentati, ma evidenzia l'impossibilità, in atto, di tracciare un nesso causale tra abilità motorie e imitazione.

Questa breve panoramica evidenzia come non ci sia una spiegazione univoca del deficit di imitazione nelle sindromi afferenti allo spettro autistico. Il problema della selezione dell'informazione target e della corrispondenza tra immagini visive e pattern motori, non trova una risposta univoca. Infatti, nei soggetti con ASD, in particolare i bambini, coesistono pattern di attenzione atipica verso gli stimoli sociali ed il movimento biologico, in presenza di problemi correlati ad una scarsa integrazione visuo-motoria. Ogni scena della vita quotidiana, anche una attività di gioco tra due individui, implica necessariamente una dinamica complessa di sguardi e di movimenti del volto che preludono all'alternanza di turno, e comprendono comunicazione verbale e non verbale sincronizzata, attenzione condivisa, espressione di emozioni, regolazione emotiva reciproca. Tutti questi aspetti sono costantemente concatenati. Inoltre tutti i movimenti, le azioni, avvengono velocemente in contesti sociali dinamici. Ogni individuo è impegnato nell'osservazione di altri che interagiscono e riesce a cogliere gli aspetti salienti dell'interazione, facendo proprie le azioni che arricchiscono il bagaglio di esperienza in modo vicario. In fondo, come sottolineano Shic e colleghi (2011), l'apprendimento di alcune abilità sociali si fonda su un ciclo di osservazione passiva e partecipazione attiva che hanno come punto di congiunzione l'attenzione. Tale forma di apprendimento impegna in

misura minore i bambini con ASD che così sono automaticamente depauperati di esperienze e poco esercitano le loro abilità sociali.

### **2.2.2 La propensione all'imitazione nell'autismo tra rispecchiamento e motivazione**

Una prospettiva di studio attuale sulle anomalie osservate del processo di imitazione nell'ASD riguarda la riflessione sulla propensione all'imitazione, in particolare, sulla motivazione correlata al comportamento di imitazione. Bandura (1971) già individuava nella motivazione uno degli aspetti importanti per l'attivazione del comportamento di imitazione. Nei modelli cognitivi e neuropsicologici sull'imitazione è assente la motivazione come attivatore del comportamento, alla base della decisione di imitare. Vivanti e collaboratori (2008), ad esempio, hanno descritto i processi cognitivi, sottesi al comportamento di imitazione, riprendendo il modello neuropsicologico a due vie proposto da Tessari e Rumiati (2007). Gli autori evidenziano tre fasi: 1) fase di codifica, in cui il soggetto deve prestare attenzione (visiva ed, eventualmente, uditiva) al modello con il coinvolgimento della working memory; b) fase della trasformazione degli stimoli, in cui l'input sensoriale è trasposto in una rappresentazione motoria, attraverso un processo cross modale e automatico; c) fase dell'esecuzione, che comprende la pianificazione motoria, l'esecuzione dell'azione e la valutazione del raggiungimento degli obiettivi con eventuali processi di correzione.

Dal punto di vista neuro-anatomico, come già descritto, questo modello riflette il coinvolgimento di più aree cerebrali durante i compiti di imitazione: il giro medio temporale e il solco temporale superiore, in particolare interessati durante la il lavoro di memoria a breve



termine visiva; il giro frontale inferiore in cui sono collocati i neuroni mirror; la corteccia prefrontale coinvolta nei meccanismi di controllo del comportamento di tipo top-down (Vivanti, 2014). Anche se l'abilità essenziale richiesta è quella di trasformare gli input visuo-percettivi in un programma motorio (Prinz, 2002) e tutti i processi sono concatenati, quando si osserva un'azione seppure si attiva una rappresentazione motoria corrispondente attraverso il sistema dei neuroni mirror, non la si compie necessariamente ma si imita ciò che si vuole imitare mentre le altre azioni sono controllate/inibite. Brass e Heyes (2005) hanno fatto una sintesi degli studi riguardanti l'inibizione del comportamento di imitazione ed hanno evidenziato, in questo processo, un'attivazione della corteccia fronto-mediale anteriore e della giunzione temporo-parietale destra. In pazienti con sindrome frontale, infatti, possono essere osservati comportamenti di imitazione compulsiva.

Queste osservazioni potrebbero essere integrate nelle teorie dell'imitazione nell'ASD che evidenziano il ruolo di una modulazione top-down proprio nel comportamento di imitazione (Hamilton, 2015). Eppure altri studi hanno evidenziato che i bambini con ASD mostrano una performance simile rispetto ai coetanei del gruppo di controllo nei compiti di emulazione e poca difficoltà nell'imitazione di azioni con un fine chiaro; inoltre imitano meno frequentemente nelle situazioni di interazione spontanea (Edwards, 2014). Questi dati evidenziano la necessità di una distinzione tra abilità di imitazione di per sé, meccanismi di controllo/inibizione e motivazione intrinseca sottesa al comportamento di imitazione. Inoltre le osservazioni tratte dal modello STOM (Wang & Hamilton, 2012; Hamilton, 2015) evidenziano il ruolo dei *cue* sociali nella modulazione del sistema top-down di controllo dei comportamenti di imitazione. I soggetti ASD hanno difficoltà a cogliere lo sguardo e gli altri stimoli sociali di allerta sottesi ai comportamenti di imitazione (Forbes, Wang & Hamilton, 2016).

Dal momento che i bambini con ASD, in alcune condizioni specifiche, mostrano di saper imitare, i deficit nell'imitazione nell'ASD potrebbero essere correlati al mal funzionamento del sistema di rinforzo di fronte a stimoli sociali. In particolare, il piacere nel compiere il comportamento di imitazione, caratteristico dei bambini con sviluppo tipico, non sarebbe egualmente esperito dai bambini affetti da ASD. Tale mancanza di rinforzo intrinseco priverebbe i bambini con ASD di un potente strumento di apprendimento e di trasmissione culturale.

Proprio la teoria della motivazione sociale postula che i deficit nell'interazione sociale, caratteristici dell'ASD, sono determinati da un fallimento nell'attribuzione di un valore di rinforzo agli stimoli sociali e all'interazione di per sé (Chevallier et al. 2012). Chevallier e colleghi (2012) evidenziano, infatti, come la motivazione sociale si manifesti, nello sviluppo del bambino, attraverso alcuni comportamenti caratteristici come l'attenzione aumentata di fronte ad oggetti a cui viene attribuita una importanza sociale, l'intrinseco rinforzo percepito nelle situazioni socialmente significative come le interazioni, il desiderio di mantenere le interazioni sociali. Il network cerebrale sotteso alla motivazione sociale comprende l'amigdala, il ventrale striato e le regioni orbitale e ventro-mesiale della corteccia prefrontale. Una diminuita attivazione di questo network è stata osservata anche in adulti con sviluppo normotopico che manifestavano alcuni tratti attenuati del fenotipo autistico (Cox et al. 2015).

La mancata o diminuita gratificazione nelle situazioni sociali rilevanti è profondamente connessa allo sviluppo dei processi di base della *social cognition*. Vivanti e Rogers (2014), in particolare, enfatizzano il legame tra le abilità correlate al *social learning*, tra cui l'imitazione, e il MNS nella comprensione dell'ASD.

In questa prospettiva, il deficit di motivazione intrinseca del comportamento di imitazione ha un ruolo di particolare rilievo nello sviluppo cognitivo e affettivo del bambino

affetto da ASD. Infatti l'imitazione è presente precocemente nello sviluppo dell'individuo ed assolve a molteplici funzioni nella costruzione di abilità cognitive, emotive e relazionali.

Nella letteratura scientifica si annoverano evidenze indirette, neurofisiologiche ed empiriche, che supportano l'idea di un deficit di motivazione intrinseca all'imitazione nell'ASD. È stato precedentemente descritto come il comportamento di imitazione è correlato al funzionamento del MNS. Anche se l'ipotesi che un deficit del MNS da solo possa spiegare la totalità dei deficit cognitivi e affettivi dell'ASD è superata a favore di una teoria che tiene conto dell'atipica connettività presente nel fenotipo autistico (Lai et al., 2013), è interessante sottolineare che il MNS, indirettamente valutato misurando con elettroencefalogramma la soppressione le onde *alpha mu* e *beta mu*, è maggiormente attivato negli adulti in situazioni positivamente rinforzanti (Gros et al. 2015). Esistono in letteratura evidenze comportamentali e neurofisiologiche del legame tra MNS e *network* del *reward* in relazione alla mimicry (Sims et al. 2012, 2014; Gros et al. 2015). Mimicry ed imitazione sono aspetti diversi di un medesimo processo di copia messo in campo da un soggetto che imita verso un modello: possiamo quindi desumere che anche l'imitazione è correlata all'attivazione del MNS ed al *network* del *reward*.

Si annoverano anche delle evidenze comportamentali indirette sulla piacevolezza dell'imitazione. Nell'interazione con i bambini piccoli, l'imitazione è una via di comunicazione messa in campo per creare una relazione, perché ai bambini piace essere imitati: il bambino imitato guarda più frequentemente l'altro che lo imita e tende poi ad imitarlo creando una sintonia (Nadel, 2002; Rogers & Dawson 2010).

I network cerebrali, sottesi all'imitazione e al riconoscimento di essere imitati, sono in parte sovrapponibili e la consapevolezza di essere imitati attiva i network cerebrali correlati al rinforzo (Hamilton, 2015). Inoltre i bambini piccoli tengono alla cosiddetta *over imitation*, ovvero imitano tutti i comportamenti del soggetto posto di fronte senza un apparente obiettivo dichiarato (Nielsen & Blank 2011).

Tali osservazioni enfatizzano il ruolo del *network* del *reward*, quindi della motivazione intrinseca, nel processo di imitazione di stimoli di natura sociale. Il piacere che la persona prova nell'imitare e nell'essere imitato è, infatti, un rilevante parametro da considerare nello studio del comportamento di imitazione.

## CAPITOLO 3

### **L'imitazione motoria nei bambini affetti da disturbo dello spettro dell'autismo: uno studio pilota con la Motor Imitation Scale - Versione Italiana**

#### **3.1 Introduzione**

L'imitazione di atti motori è un'abilità che si osserva precocemente nel bambino. Attraverso l'imitazione, il neonato entra in relazione intessendo rete di corrispondenze tra sé e l'altro da sé (Meltzoff et al. 1999; Nadel et al., 1999). Nel bambino più grande, l'imitazione ha un ruolo importante come precursore del gioco simbolico (Piaget, 1962) e del linguaggio (Bates, 1979). In accordo con lo sviluppo cognitivo ed affettivo, il bambino imita dapprima azioni familiari, poi nuove, più complesse, anche poco congruenti con il contesto e non significative, fino a manifestare la cosiddetta *over-imitation*, ovvero la tendenza a copiare tutte le azioni osservate, anche quelle inutili (Piaget, 1962; McCabe & Uzgiris, 1983; Stone et al., 1997; Nadel, 1999; Whiten et al., 2016). Quindi i comportamenti di imitazione si distinguono per molteplici aspetti: I) rispetto ai distretti corporei interessati, ad esempio atti che coinvolgono il volto oppure le mani; II) rispetto all'utilizzo funzionale o non funzionale di oggetti; III) rispetto alla significatività oppure alla non significatività dei movimenti osservati; IV) rispetto alla motivazione all'azione, che può essere sociale, legata all'interazione con un altro, o non sociale, correlata all'uso di un oggetto. L'imitazione di atti motori, su richiesta o spontanei, è studiata quindi con strumenti e paradigmi di ricerca diversi (Stone et al., 1997). E'importante considerare, inoltre, che il bambino ha bisogno di alcuni requisiti cognitivi e relazionali per imitare: ad esempio, la motivazione ad attivare l'azione, adeguate risorse attentive, mnemoniche e motorie sono alla base dei comportamenti di copia.

I bambini con ASD (*Autism Spectrum Disorder*) manifestano un'anomalia dei comportamenti di imitazione, che sono per lo più meno frequenti e accurati (Edwards, 2014; Hamilton, 2014; Vivanti, 2014; un approfondimento in capitolo 2). Si annoverano numerosi studi sull'imitazione nell'ASD che hanno cercato di sintetizzare i risultati della letteratura scientifica ed hanno correlato le anomalie osservate: a) ad un deficit rappresentazionale di sé e dell'altro (Rogers & Pennington, 1991); b) ad una difficoltà nell'integrazione motoria (Smith & Bryson, 1994); c) all'interazione tra questi due primi aspetti con la motivazione all'azione (Rogers, 1999); d) al deficit della "teoria della mente" (Williams et al., 2001); e) ad un deficit selettivo del meccanismo di accoppiamento visuo-motorio (Williams, Whiten & Singh, 2004); f) ad una mancanza di identificazione sociale con il modello che svolge l'azione (Edward, 2014). Nella più recente meta-analisi di Edward (2014), è evidente che la molteplicità dei dati raccolti, delle metodologie utilizzate e dei paradigmi di ricerca rende ancora oggi necessario un approfondimento nello studio dell'imitazione. Infatti, questa abilità è centrale nel delineare gli strumenti di apprendimento e di relazione che il bambino ASD mette in campo nella sua interazione con il mondo esterno.

In questo lavoro di ricerca è approfondito lo studio dei test di valutazione dell'imitazione su richiesta. Gli strumenti di osservazione dell'imitazione spontanea saranno approfonditi in ricerche future.

Già negli anni '70, il deficit di imitazione è osservato e annotato come aspetto caratteristico dell'autismo e DeMyer e collaboratori, in una pubblicazione del 1972, formulano uno strumento di valutazione dell'imitazione su richiesta, con il metodo da loro chiamato "do as I do", e confrontano l'imitazione di movimenti del corpo con l'imitazione di azioni su oggetti e l'uso spontaneo e su richiesta degli oggetti stessi. Gli autori evidenziano una maggiore difficoltà dei bambini con autismo nei compiti che riguardano i movimenti del corpo. Nell'analisi di questo studio, come evidenziato da Stone e colleghi (1997), è necessario

tenere in conto i criteri diagnostici utilizzati nell'arruolamento del campione: in quel momento storico l'autismo era considerato una psicosi e, probabilmente, bambini francamente psicotici fanno parte del campione sperimentale insieme ai soggetti con ASD. D'altra parte questo studio ha un grande valore storico perché segna l'inizio dell'utilizzo di una metodologia scientifica nello studio dell'imitazione nei bambini con ASD. Inoltre i risultati evidenziano il legame tra imitazione e conoscenza dell'uso funzionale dell'oggetto. Successivamente, Dawson e Adams (1984), in uno studio su 15 bambini di 4-6 anni con ASD, osservano che l'imitazione di comportamenti familiari è più frequente rispetto ai comportamenti non familiari. La metodologia proposta dagli sperimentatori è divisa in tre fasi: dapprima lo sperimentatore imita l'azione svolta dal bambino, poi modella un'azione simile alla precedente e familiare per il bambino e, successivamente, un'azione nuova. Un limite già evidenziato dagli autori è che la metodologia utilizzata, molto naturalistica rispetto alle abituali interazioni di gioco adulto-bambino, è di difficile generalizzazione con un campione più ampio. Jones e Prior (1985), utilizzando "Herzig Battery for Non-Focal Neurological Sign", evidenziano un impaccio nell'imitazione di gesti e di movimenti dinamici nei soggetti con ASD. Nelle loro indagini, gli autori enfatizzano il legame tra abilità di imitazione, di programmazione ed esecuzione motoria. Meltzoff (1988 a, b, 1998) ha proposto una batteria composta da 6 azioni con oggetti. Ogni azione, è proposta in un ordine predeterminato, e ripetuta tre volte in 20 sec.; lo stesso tempo è dato al bambino per imitare. Durante il compito, l'esaminatore non chiede al bambino di imitarlo in modo diretto ma cerca di attirare la sua attenzione con frasi come "guarda qui". Il compito di imitazione è proposto in due appuntamenti. Con questa metodologia, Meltzoff evidenzia che, durante il secondo incontro, bambini TD (*Typical Developed*) di 9 e 14 mesi imitano più facilmente azioni che avevano appreso la prima volta. Charman e Baron-Cohen (1994) utilizzano la stessa batteria proposta da Meltzoff (1988 a, b) per valutare la risposta di imitazione di soggetti affetti da ASD di età scolare. Gli autori non

trovano differenze, tra i gruppi osservati (ASD versus TD), nell'imitazione di gesti e di azioni con oggetti, ed evidenziano che il deficit nel comportamento di copia, osservato in studi con soggetti di età inferiore, poteva non essere presente nella prima fanciullezza. Gli autori sottolineano, inoltre, il legame tra abilità di imitazione e profilo cognitivo verbale e non verbale. Anche Stone e colleghi (1997) strutturano una scala di valutazione dell'imitazione, la Motor Imitation Scale (MIS), da somministrare in una interazione diadica di gioco. A differenza della metodologia precedentemente descritta, l'esaminatore propone un compito di imitazione di azioni su richiesta chiedendo esplicitamente di ripetere l'azione. Ogni azione o gesto è ripetuto tre volte, come Meltzoff (1998). La MIS comprende movimenti del corpo e le azioni su oggetti, significative e non significative. Questa suddivisione in subscale è molto importante perché un unico strumento d'indagine breve, a 16 items, esplora più aspetti dell'imitazione con una buona attendibilità statistica. Inoltre gli items sono organizzati in una sequenza di somministrazione a complessità crescente secondo le traiettorie di sviluppo cognitivo dei bambini. Nello studio con soggetti di 3 anni e mezzo, gli autori osservano che i bambini con ASD imitano con facilità le azioni significative con oggetti rispetto a quelle non significative ed ai gesti che sono imitati in modo meno frequente e meno accurato. In uno studio successivo, la performance dei bambini alla MIS correla con il *gaze-monitoring*, la reciprocità sociale e le abilità motorie (McDuffie et al., 2007). Smith e Bryson (1998), in uno studio sull'imitazione di posture semplici e di sequenze motorie non significative, evidenziano che i soggetti con autismo sbagliavano nel ricordare le posture più frequentemente che i soggetti del gruppo di controllo. Gli autori riconducono questa difficoltà ad una difficoltà ad assumere la prospettiva dell'altro. Anche in questa ricerca, come in Stone (1997), le valutazioni sono registrate per una codifica della performance in cieco. Smith e Bryson in uno studio successivo, nel 2007, utilizzano come stimoli i gesti significativi e le pantomime, ed hanno evidenziato che, rispetto al gruppo di controllo di bambini e adolescenti con sviluppo



tipico e quelli con ritardo dello sviluppo linguistico, i soggetti con autismo sono meno accurati in tutti i compiti di imitazione proposti. Uno strumento di valutazione dell'imitazione su richiesta è proposto anche dal gruppo di ricerca di Rogers e collaboratori (2003). Questo test è formato da tre subscale: azioni su oggetti, movimenti del corpo e movimenti del volto. Tutte le azioni devono essere nuove per il bambino e sono proposte 3 volte in ogni sessione, per tre ripetizioni, secondo la procedura proposta da Meltzoff e Moore (1997). Il ricercatore chiede esplicitamente al bambino di compiere l'azione da lui svolta e ogni azione viene codificata secondo criteri di accuratezza prestabiliti. Sono utilizzati, durante la somministrazione del test, rinforzi sociali e, se necessario, tangibili. La scala è proposta in una sessione di testing più ampia che comprende la somministrazione di scale di sviluppo e soprattutto di una scala costruita ad hoc per la valutazione delle prassie. Rogers e collaboratori (2003) osservano nei soggetti affetti da ASD, con età media di 34 mesi, una difficoltà nei compiti di imitazione che non correlava con i risultati al test delle prassie. Uno studio longitudinale, in cui si utilizza lo stesso strumento di valutazione, evidenzia che questa difficoltà nell'imitazione rimane costante a 12 e 24 mesi nei soggetti che a 36 mesi ricevevano diagnosi di autismo (Young et al., 2011).

Sono stati brevemente passati in rassegna gli studi più citati sulla valutazione dell'imitazione motoria. Un tratto comune tra gli studi descritti, proposto dapprima da Meltzoff (1988) e riproposto nelle altre ricerche, è la ripetizione per 3 volte delle azioni. I contenuti degli item e le modalità di somministrazione variano, invece, a seconda degli obiettivi di ricerca e si caratterizzano per differenze importanti, ad esempio, nella modalità di aggancio del bambino al test, con frasi esplicite come “adesso fallo tu” o più generiche come “guarda”, o nell'uso di rinforzi. È importante considerare, inoltre che nello studio della letteratura scientifica sull'argomento, sono numerose le ricerche in cui gli strumenti di osservazione dell'imitazione sono stati costruiti ad hoc (Edwards, 2014). Questa scelta

metodologica, necessaria talvolta, rende difficile il confronto tra i risultati delle ricerche. Inoltre nella letteratura scientifica indicizzata presa in esame, è assente uno strumento validato di valutazione dell'imitazione in lingua italiana.

Questo studio approfondisce, in soggetti con ASD, la valutazione di tre tipologie di compiti di imitazione: azioni con oggetti, significative e non significative, e movimenti del corpo. Come strumento di valutazione dell'imitazione su richiesta, è stata scelta la MIS (Stone et al., 1997) per la buona validità e attendibilità statistica del test e la facile replicabilità dello strumento, già utilizzato in altri setting clinici in assenza di eventuale rinforzo sociale o tangibile (Mc Duffie et al., 2007, Ingersoll 2008).

### **3. 1. 1 Obiettivi**

Gli obiettivi di questa ricerca sono:

- a) verificare l'attendibilità della versione italiana della MIS rispetto allo strumento originario (Stone et al.,1997);
- b) verificare le eventuali differenze nelle prestazioni alla MIS dei bambini con autismo e bambini con sviluppo tipico arruolati nella ricerca;
- c) verificare se l'accuratezza nei comportamenti osservati varia, nei gruppi ASD e TD, secondo le azioni presentate.

## **3.2 Metodo**

### **3.2.1 Soggetti e procedura**

Il nostro gruppo di studio comprende 42 bambini, suddivisi in due ulteriori sottogruppi. Il gruppo sperimentale, composto da 16 bambini con ASD, è stato arruolato presso il Centro per l'Autismo del CNR-ISASI (Messina). Il gruppo di controllo, composto invece da 26 bambini TD, è stato arruolato presso una scuola pubblica di Messina. I due gruppi non

differiscono significativamente per età cronologica (cfr. Tabella 1). I criteri di inclusione per il gruppo sperimentale sono: una diagnosi clinica effettuata secondo i criteri del DSM -V (APA, 2013) e confermata attraverso l'Ados-2 (Lord et al., 2005), somministrata da ricercatori esperti; assenza di disordini metabolici; presenza di altre patologie con sintomi tipi autistici. Per tutti i soggetti, i criteri di esclusione sono: uso di farmaci antipsicotici o altri farmaci psicotropi; anamnesi di trauma cranico o epilessia

A tutti i partecipanti, sono state somministrate le sottoscale Linguaggio e Performance della Griffith Mental Developmental Scale (2-8 anni), la Motor Imitation Scale (MIS, Stone et al., 1997).

Tabella 1: Descrizione dei gruppi ASD e TD

	<i>ASD</i>	<i>TD</i>	<i>test</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
Maschi, Femmine	14.2	9.17	$\chi^2=11.182$	1	.001
Età (mesi)	53.94 (10.3)	59.26(7.7)	t =.149	40	.063
Quoziente sviluppo linguaggio	72.8 (28.83)	117.65 (19.63)	t =. 059	40	.000
Quoziente sviluppo performance	95.53 (22.66)	125.89 (15.73)	t =.149	40	.000

Il protocollo di ricerca ha ricevuto il parere positivo del Comitato Etico del Dipartimento di Scienze Cognitive, Psicologiche, Pedagogiche e degli Studi Culturali, Università degli Studi di Messina. I genitori hanno tutti firmato il consenso informato per poter partecipare allo studio. Tutti i partecipanti sono stati valutati in una stanza tranquilla nei rispettivi luoghi di arruolamento. Ogni seduta è stata video registrata.

### **3.2.2 Strumenti di valutazione**

Per la valutazione dei gruppi sperimentali sono state utilizzate la Motor Imitation Scale e la Griffiths Mental Development Scales.

La Motor Imitation Scale (MIS), come già brevemente descritto, è sviluppata da Stone e collaboratori (1997) come strumento di ricerca per lo studio dell'imitazione motoria su richiesta. E' costituita da 16 items che riguardano l'imitazione di azioni a complessità crescente secondo la sequenza evolutiva caratteristica di questa abilità. Otto items riguardano azioni con oggetti, i restanti otto comprendono movimenti del corpo. Le azioni con oggetti sono ulteriormente suddivise in azioni "significative" e azioni "non significative" per osservare l'impatto del significato dell'azione sul comportamento di copia (es. far saltellare un piccolo cane in avanti versus fare saltellare in avanti una spazzola). La somministrazione della scala è proposta in un contesto di gioco in cui l'esaminatore mostra l'azione e chiede di svolgerla nello stesso modo, senza etichettare verbalmente oggetti e azioni. Sono permessi suoni onomatopeici. Ogni item può essere proposto 3 volte e viene considerato il comportamento di copia migliore. La durata del test è di 15-20 minuti.

Le proprietà psicometriche della scala sono valutate analizzando l'accordo tra osservatori. Il 20 % delle performance alla MIS videoregistrate sono state codificate da 2 osservatori esterni in cieco. La concordanza è eccellente con un indice k di Cohen pari a .80. Inoltre, la consistenza interna della scala originale, calcolata su un campione di 54 bambini, è buona con un coefficiente Alpha standardizzato di 0.87. Infine Stone e colleghi (1997) hanno valutato la stabilità nel tempo della performance osservata in un campione di 30 bambini, con un'affidabilità test-retest di 0.80.

La traduzione in italiano si è svolta in tre fasi. In una prima fase, tre traduttori indipendenti, di cui uno bilingue, con ampia conoscenza del lessico psicologico, hanno

tradotto la MIS in italiano in modo indipendente e, dopo un confronto, hanno raggiunto un accordo sulla traduzione.

In una seconda fase, un'insegnante di lingua inglese ha tradotto la versione italiana in inglese. La versione italiana della MIS è nata dal confronto tra queste traduzioni. In una terza e ultima fase, la scala è stata somministrata ad un gruppo di 20 bimbi TD (età media 59, dev. stand. 7 mesi) per verificare se gli item erano tutti chiari e comprensibili. Tutti i bambini hanno svolto il compito senza richiedere chiarimenti.

Come nella scala originale, la codifica in punteggi dei comportamenti nella versione originale è organizzata su una scala likert a 3 punti in cui lo 0 equivale all'assenza di imitazione, 1 equivale al comportamento emergente e 2 al superamento dell'item. Per ogni item è proposta una specifica descrizione di cosa si deve codificare come comportamento emergente e come imitazione. Per ogni bambino è codificato il numero di volte in cui il modello presenta l'azione prima di avere una risposta corretta, le risposte variavano da 1 a 3. Allo scoring della versione originale, è aggiunta una ulteriore griglia per codificare tutti quei comportamenti con punteggio 0. E' stata, quindi, formulata una scala likert a 6 punti in cui il punteggio 0 corrisponde all' emissione di nessun comportamento; il punteggio 1 all'emissione di un comportamento simile a quello proposto, ma in cui il soggetto non raggiunge l'obiettivo (questo punteggio corrisponde al codice 1 dell'altra scala di codifica usata); il punteggio 2 corrisponde all'uso dell'oggetto per eseguire un'azione diversa con un obiettivo diverso rispetto a ciò che è stato osservato (condizione denominata *stimulus enhancement*); il punteggio 3 corrisponde al comportamento di emulazione, ovvero il soggetto raggiunge l'obiettivo dimostrato attraverso un altro pattern motorio; il punteggio 4 corrisponde al comportamento di imitazione (cioè al codice 2 dell'altra scala di codifica usata); il punteggio 5 riguarda tutti i comportamenti che non possiamo codificare nelle precedenti categorie. Questa tassonomia dei "*copying behaviours*" è descritta da Vivanti ed Hamilton (2014, p.

1396) e corroborata da Edwards nella sua meta-analisi (2014), perché diverse tipologie di comportamenti, che non classificherebbero come imitazione, hanno funzioni specifiche allo sviluppo cognitivo del bambino

La scala di valutazione dello sviluppo *Griffiths* (1996) valuta, invece, il profilo di cognitiv del bambino da 0 a 8 anni. È costituita da 5 subscale che valutano lo sviluppo locomotorio, le abilità nella gestione personale e sociale, il linguaggio, le performance, le abilità di coordinazione occhio mano, il ragionamento pratico. In questo lavoro di ricerca sono state utilizzate, in particolare, le sub scale di linguaggio e performance per valutare rispettivamente il quoziente di sviluppo verbale (QSV) ed il quoziente di sviluppo non verbale (QSNV).

### **3.3 Risultati**

Le proprietà psicometriche della MIS Versione Italiana sono verificate a partire dalle analisi proposte nell'articolo originale (Stone et al., 1997). È valutato, innanzitutto, l'accordo nel giudizio attribuito ai comportamenti di copia da due osservatori indipendenti. Durante la somministrazione dei test, una video camera posta di fronte ai soggetti ha video registrato ogni sessione. In seguito due osservatori indipendenti hanno codificato le videoregistrazioni per il 20% dei soggetti arruolati. L'accordo tra gli osservatori, valutato con l'indice Kappa di Cohen, è risultato pari a ,90, indicando un grado di accordo eccellente.

L'attendibilità della versione italiana della MIS è analizzata considerando il punteggio totale del test ed i subtest di cui è composta: imitazione di gesti e imitazione di azioni con oggetti, quest'ultima scala ulteriormente suddivisa in azioni significative con oggetti e azioni non significative. Anche nel caso della versione italiana il coefficiente Alpha di Cronbach è pari a .878 e i coefficienti per le altre subscale si attestano tra .70 e .83 (cfr. Tabella 2).

Tabella 2: Indici Alpha di Cronbach della scala MIS versione originale e versione in lingua italiana

	<b>Alpha di Cronbach</b>	<b>Alpha di Cronbach</b>
	Versione Originale	Versione Italiana
MIS Punteggio Totale	.87	.87
Imitazione Gestii	.88	.83
Imitazione azioni con oggetti	.76	.81
Imitazione azioni significative con oggetti	.54	.70
Imitazione azioni non significative con oggetti	.72	.81

Le prestazioni dei soggetti TD vs ASD si sono rivelate, come atteso, differenti in modo significativo (cfr. Tabella 3). I bambini TD, infatti, hanno eseguito tutti i compiti secondo consegna (punteggio MIS tot media 32, dev. stand. 0). I bambini ASD, invece, hanno più difficoltà nell'imitare sia i gesti che le azioni con oggetti significative e non significative e si osserva una grande variabilità della performance al compito nel gruppo (punteggio MIS tot media 24.87, dev. stand. 7.99).

Tabella 3: Descrizione punteggi alla MIS Versione Italiana (media e dev. stand.)

	<b>ASD</b>	<b>TD</b>	<b><i>p.</i></b>
MIS Totale	24.87 (7.99)	32 (0)	<.000
MIS Gestii	11.60 (4.92)	16 (0)	<.000
MIS azioni con oggetti	13.27 (3.49)	16 (0)	<.000
MIS azioni significative con oggetti	6.81 (1.85)	8 (0)	<.000
MIS azioni non significative con oggetti	6.47 (1.8)	8 (0)	.002

Per determinare l'effetto della differenza tra i due gruppi sul punteggio totale della MIS, come nello studio originale (Stone et al., 2007), è stato utilizzato un modello lineare

univariato (ANCOVA) covariato quoziente di sviluppo del linguaggio e di performance. In questa analisi, solo il quoziente di sviluppo del linguaggio spiega le differenze tra i punteggi osservati alla MIS ( $F(1,37) = 16.677$   $p < .000$ ). Un'analisi multivariata a disegno misto (MANCOVA), covariata per linguaggio e performance, è stata utilizzata per evidenziare eventuali differenze tra i diversi pattern di performance alle subscale della MIS. L'interazione tra diagnosi e subscale della MIS non è significativa (Wilks's lambda = 9.19  $F(3,34) = 9.041$   $p = .408$ ). Non risultano significative le interazioni tra tipo di compito proposto nelle subscale e abilità di performance (Wilks's lambda = 9.78  $F(3,34) = .259$   $p = .855$ ) e genere (Wilks's lambda = .992  $F(3,34) = 0.87$   $p = .967$ ). E' invece significativa, l'interazione tra le subscale ed il linguaggio (Wilks's lambda = .690  $F(3,34) = 5.087$   $p = .005$ ). L'interazione tra imitazione motoria e sviluppo del linguaggio, già documentato nell'articolo di Stone e colleghi (1997) trova il riscontro, come già evidenziato, nella letteratura sull'argomento (Edwards, 2014). Recenti studi longitudinali riconoscono una correlazione importante tra imitazione motoria e linguaggio espressivo (Dohmen e al., 2016), anche in bambini con ASD di 18 mesi (Edmunds et al., 2016). È interessante che il legame tra imitazione e linguaggio è forte anche in bambini di età prescolare con uno sviluppo del linguaggio ai limiti inferiori della norma.

E' stato inoltre verificato se, nei gruppi TD e ASD, l'accuratezza della performance osservata varia a seconda delle azioni presentate. Il costrutto di accuratezza della performance è stato operazionalizzato considerando il numero di ripetizioni necessarie per ottenere la performance migliore e le differenze nei "*copying behaviours*" considerati. E' stata osservata una associazione significativa tra le variabili gruppo ASD vs TD e numero di ripetizioni necessarie (chi-quadrato = 9.870  $p = .002$ ), nessuna associazione significativa tra le variabili gruppo e "*copying behaviours*" (chi-quadrato = 3.644  $p = .162$ ). Come atteso i bambini con ASD hanno bisogno di osservare più volte il modello prima di emettere la loro risposta di imitazione (cfr. Grafico 1).



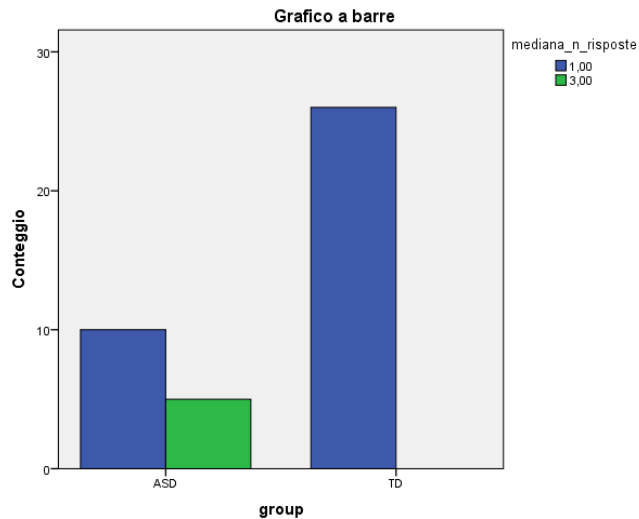


Grafico 1: Rappresentazione grafica del numero di ripetizioni osservate prima dell'emissione della risposta nei gruppi ASD e TD

La tipologia “*copying behaviours*” considerando il valore mediano non è associata in modo significativo alla partecipazione ad un gruppo specifico sebbene tra i bambini con ASD emergano dei comportamenti alternativi all'imitazione vera e propria come atteso (cfr. Grafico 2).

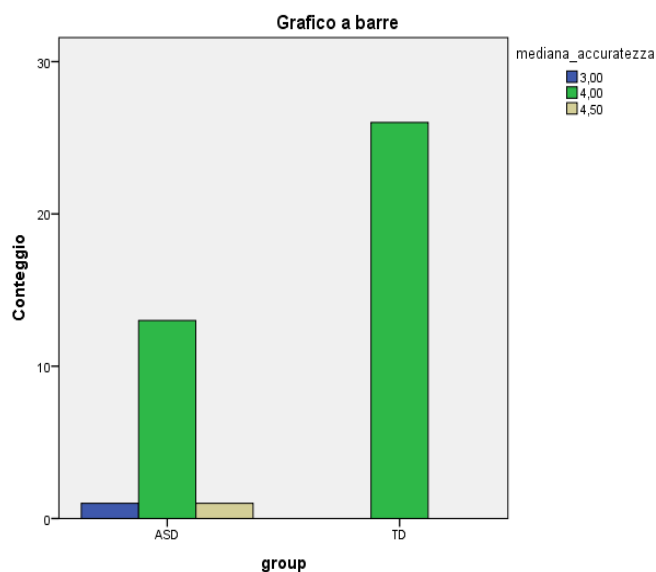


Grafico 2: Rappresentazione grafica delle tipologie di “*copying behaviours*” messe in atto dai gruppi ASD e TD

Un'analisi item per item con il test chi-quadrato ha evidenziato che i bambini ASD utilizzano effettivamente altre tipologie di risposte di copia come l'emulazione, nei compiti di azioni con oggetti, e lo *stimulus enhancement* (cfr. Tabella 4).

Tabella 4: descrizione del tipo di risposta del campione con relativo test del chi-quadrato

item	Tipo di azione	TD		ASD		Chi-quadrato	p
		Tipo di risposta	n.bambini	Tipo di risposta	n.bambini		
1	Azione con oggetti non significativa	4	23	2	2	2.68	.101
2	Azione con oggetti significativa	4	23	4	16	1.319	.252
3	Movimento del corpo	4	23	3	1	6.013	<b>.049</b>
4	Movimento del corpo	4	23	4	13	4.388	.111
5	Azione con oggetti significativa	4	23	5	3	7.276	<b>.026</b>
6	Azione con oggetti non significativa	4	23	2	1	4.136	.126
7	Azione con oggetti significativa	4	23	3	4	11.480	<b>.009</b>
8	Azione con oggetti non significativa	4	23	4	10	4.136	.126
9	Movimento del corpo	4	23	5	2	6.407	<b>.041</b>
10	Movimento del corpo	4	23	2	1	4.388	.111
11	Movimento del corpo	4	23	3	2	1.476	.225
12	Movimento del corpo	4	23	4	15	6.407	.041
13	Movimento del corpo	4	23	5	1	7.276	0.64
14	Movimento del corpo	4	23	3	1	1.688	.194
15	Azione con oggetti non significativa	4	23	4	13	1.310	.252
16	Azione con oggetti significativa	4	23	5	1	8.981	<b>.030</b>
				2	17		
				3	2		
				4	12		
				5	3		

Tipo di risposta: 0 = Non ha emesso nessun comportamento 1 = Non raggiungere l'obiettivo  
2 = Stimulus enhancement 3= Emulazione 4= Imitazione 5= Altro

I bambini con sviluppo tipico tendono ad imitare sempre in maniera precisa l'esaminatore. Questo dato è adeguato per l'età cronologica. I bambini con ASD imitano per lo più in modo adeguato ma in taluni casi mettono in campo altri comportamenti di copia come l'emulazione e lo *stimulus enhancement*. Questo dato è concorde con la letteratura sull'argomento, come sottolineano Edwards (2014) e Vivanti (2014), ed apre ad interessanti riflessioni sul ruolo di questi due “*copying behaviours*” nello sviluppo dell'imitazione sia nei bambini e, in particolare affetti da autismo.

### **3.4 Discussione**

L'importanza dell'imitazione nello sviluppo cognitivo, affettivo e relazionale del bambino, richiede strumenti di valutazione dalle caratteristiche psicometriche rigorose (Williams, Whiten, Singh 2004). Nella versione originale, in lingua inglese, lo studio sull'attendibilità della MIS è caratterizzato (Stone et al., 1997) da: a) un campione eterogeneo e di numerosità adeguata per tipologia diagnostica (Stone & Yoder, 2001; McDuffie et al., 2007; Ingersoll 2007, 2010); b) una validità e attendibilità note; c) dimensioni stabili nel tempo e omogenee al loro interno; d) dimensioni specifiche correlate ad altre dimensioni dello sviluppo cognitivo ed emotivo del bambino, in linea con la vasta ricerca scientifica sull'imitazione (McDuffie et al., 2007; Edward, 2014). Il lavoro di ricerca presentato in questo capitolo ha valutato l'attendibilità della MIS versione italiana, evidenziando un indice Alpha di Cronbach per lo più sovrapponibile alla versione originale. Le proprietà psicometriche forti e l'accordo tra osservatori, eccellente anche per la versione italiana, rendono lo strumento di facile implementazione nei contesti di ricerca clinica. La struttura della scala ha reso la somministrazione semplice anche con bimbi irrequieti e affetti da importanti stereotipie

motorie. Lo studio originale sulla MIS e gli studi successivi hanno dimostrato l'utilità dello strumento in bambini ASD piccoli, di età compresa tra i 2 e i 4 anni, senza particolari differenze nel linguaggio espressivo rispetto al gruppo TD (Stone et al., 1997; McDuffie et al., 2007). I risultati dello studio sulla versione italiana evidenziano l'opportunità di utilizzare la MIS anche con soggetti affetti da ASD di età superiore, la cui performance alla MIS è appunto significativamente più scarsa rispetto ai coetanei. Inoltre, da un'analisi puntuale emerge che il gruppo ASD osserva più volte l'azione prima di imitarla e tende ad emettere altri “*copying behaviours*”, come emulazione o *stimulus enhancement*. Anche questo risultato conferma la letteratura scientifica sull'argomento: il deficit di imitazione si presenta precocemente nello sviluppo ed è specifico per la popolazione con diagnosi di ASD, la cui performance si attesta in media tra il 18° e il 21° percentile rispetto al gruppo TD in tutte le tipologie di imitazione osservate, in diversi setting (dal vivo o video), utilizzando diverse tipologie di prompts verbali e tangibili (Edwards, 2014). La spiegazione dei meccanismi sottesi all'imitazione motoria e la relazione tra imitazione ed emulazione è controversa (per un approfondimento, vedi capitolo 2). Relativamente al legame tra imitazione motoria e abilità cognitive del bambino con ASD, già è stata evidenziata la relazione tra la performance valutata alla MIS e le abilità linguistiche (Stone et al., 1997), l'attenzione visiva, la reciprocità sociale e le abilità motore più generali (McDuffie et al., 2007). E' stato più volte evidenziato che l'imitazione insieme all'attenzione congiunta sono importanti predittori dello sviluppo del linguaggio espressivo nel bambino con autismo (Edmunds et al., 2016). Ingersoll (2003), inoltre, ha evidenziato che, dopo un training specifico sull'imitazione motoria, si osservava un incremento dell'attenzione visiva e dell'iniziativa nell'attenzione congiunta. Il legame tra imitazione motoria, attenzione congiunta e linguaggio è ancora da approfondire in ulteriori studi longitudinali. E' interessante osservare che nel gruppo di soggetti ASD arruolato in questa ricerca, che manifestano uno sviluppo linguistico ai limiti della norma e uno sviluppo delle abilità di performance nella

norma, trattati già da molti anni con metodi riabilitativi basati sull'analisi del comportamento, le abilità di imitazioni sono deficitarie rispetto al gruppo di TD di pari età cronologica. I bambini TD hanno già totalmente acquisito le abilità di imitazione, come atteso per età cronologica, mentre i coetanei con ASD stanno ancora affinando le loro abilità di imitazione. Inoltre, la presenza di risposte di emulazione e *stimulus enhancement* nel gruppo ASD, sebbene i dati raccolti siano assolutamente preliminari, pone una domanda già ampiamente dibattuta in letteratura: tra soggetti ASD e TD cambia la qualità della performance, ovvero i soggetti ASD emettono comportamenti di copia caratteristici come l'emulazione, o i bambini ASD sono in ritardo nell'acquisizione delle tappe evolutive dell'imitazione? Stone (1997), 20 anni fa, sosteneva che i bambini con autismo percorrono le stesse tappe di sviluppo dei bambini TD con un ritardo che preclude loro molteplici possibilità di apprendimento. I vari comportamenti di copia, infatti, si presentano durante l'acquisizione dell'imitazione anche in soggetti TD. Una recente meta-analisi correla, invece, le anomalie nell'imitazione dei soggetti con ASD con una mancanza di identificazione sociale, e lega la presenza di comportamenti di emulazione ad un'attenzione più marcata del gruppo ASD alla funzionalità degli oggetti piuttosto che agli obiettivi dell'azione del soggetto da imitare (Edward, 2014). Entrambi gli aspetti, secondo Edwards (2014), sono correlati al fenotipo autistico a partire dagli studi di Meltzoff (1988) sul "like me sistem" (per un approfondimento, vedi capitolo 1). Eppure, soggetti affetti da ASD con un alto funzionamento cognitivo hanno performance nei compiti di imitazione pari ai loro coetanei e addirittura si osserva talvolta l'*overimitation* (Nielsen et al., 2012), che è considerato, come già evidenziato, un parametro di identificazione con chi compie la dimostrazione dell'azione. I dati presenti nella letteratura scientifica sono controversi. I risultati ottenuti dal lavoro di ricerca descritto in questo capitolo confermano che i bambini con ASD tendono ad imitare con meno frequenza e accuratezza rispetto ai soggetti TD (Vivanti, 2014) e supportano l'utilizzo della MIS versione italiana per la

valutazione dell'imitazione in bambini con ASD di età prescolare. Inoltre, si evidenzia l'importanza della video registrazione della performance dei soggetti al compito per codificare i comportamenti con la griglia di valutazione descritta dagli autori nella versione originale (Stone et al., 1997) ed implementare l'utilizzo di quella da noi proposta, tratta da Vivanti (2014), che permette di approfondire le caratteristiche specifiche dei “*copying behaviours*”, così importanti nella comprensione dello sviluppo dell'imitazione nell'ASD.

I limiti del lavoro di ricerca descritto sono: I) l'esiguità del gruppo sperimentale; II) la scelta di comparare i bambini solo per età cronologica; III) l'utilizzo delle subscale linguaggio e performance della Griffith per valutare le abilità cognitive dei bambini. Riguardo quest'ultimo punto, Edwards (2014) ha evidenziato come l'ampiezza del deficit nei comportamenti di imitazione nei soggetti con ASD non in media non correla con l'età mentale, verbale e non verbale, nei 53 studi da lui analizzati. Utilizzando come parametro di comparazione tra i gruppi sperimentali l'età cronologica, in sintonia con le osservazioni di Shic e collaboratori (2011), si evidenzia che il gruppo TD ha abilità verbali e non verbali significativamente più elevate del gruppo ASD. Anche nei gruppi TD e ASD descritti in questo studio si osserva questa differenza significativa. In particolare, il ruolo del QSL nei processi di imitazione, è da approfondire in una futura ricerca. Lo studio presentato è una ricerca pilota per verificare le proprietà statistiche della MIS in lingua italiana. Ci proponiamo, in futuro, di ampliare il gruppo ASD, per valutare i comportamenti di imitazione in correlazione ad altre abilità cognitive, e di considerare più gruppi di soggetti TD comparati per età cronologica, età mentale, in particolare per QSL. La difficoltà ad arruolare gruppi di controllo ampi è documentata frequentemente in letteratura ed alcuni autori, per ovviare, hanno scelto come parametro di comparazione: l'età mentale non verbale tra i gruppi (Rogers et al., 2003); soggetti affetti da patologie con ritardo dello sviluppo ad eziologia diversa dall'ASD (Colombi e al., 2009); diverse tipologie di trattamento svolto dai bambini con ASD (Vivanti & Paynter,

2014). In questa ricerca, la scelta di comparare i gruppi per età cronologica nasce dalla volontà di superare un limite evidenziato nell'articolo sulla versione originale della MIS, già descritto da Stone e colleghi (1997). La differenza nell'età cronologica fa sì che le opportunità di apprendimento dei due gruppi siano significativamente diverse in termini di tempo di esposizione ai contesti di interazione sociale. Inoltre la validazione della MIS in italiano rappresenta nella nostra ricerca un primo step seguito dall'implementazione di un compito che richiede un carico cognitivo basso per i partecipanti ma profondamente influenzato dalla maturazione del sistema visivo, come sottolineato da Chawarska, Volkmar e Klin (2010), che propongono un compito simile al loro gruppo sperimentale.

La complessità dei risultati e l'ampio dibattito sulla natura del deficit di imitazione nell'ASD offre alla ricerca clinica molteplici prospettive future (Edward, 2014). In primo luogo, è necessario disegnare studi longitudinali per approfondire l'evoluzione e la relazione tra imitazione e altre abilità cognitive, affettive e relazionali (Young et al., 2011). Sarebbe utile arruolare un campione vasto di bambini di diversi contesti socio-culturali per evidenziare la correlazione tra severità dei sintomi ASD e imitazione: è possibile che i deficit di imitazione correlino con la disabilità sociale dei bambini. Inoltre è forte la necessità di studiare le abilità di imitazione in contesti naturalistici: i bambini con ASD, spontaneamente, nei contesti di gioco imitano meno frequentemente rispetto ai loro coetanei (McDuffie et al., 2007; Ingersoll et al., 2008; Colombi et al., 2009). Inoltre è necessario comprendere meglio i meccanismi sottesi al comportamento di emulazione nei bambini con sviluppo tipico.

L'imitazione è considerata un tema di grande interesse nella valutazione del profilo cognitivo e relazionale del bambino con ASD, lo studio descritto in questo capitolo offre il suo contributo per implementare nella ricerca in lingua italiana l'uso di uno strumento validato e di facile applicabilità nei contesti clinici e sperimentali.

## Capitolo 4

### **Attenzione sociale ed imitazione nei bambini con disturbo dello spettro dell'autismo: uno studio con eye-tracker**

#### **4.1 Introduzione**

L'imitazione è un potente strumento di apprendimento, strettamente correlato allo sviluppo cognitivo, affettivo e relazionale del bambino (Piaget, 1966; Vygotskij 1990; per un approfondimento vedi capitolo 2). L'imitazione motoria, in particolare, è la capacità di copiare un modello riproducendo esattamente la sequenza motoria osservata, al fine di raggiungere l'obiettivo proposto. Il metodo di studio più usato per valutare questa abilità è l'osservazione del comportamento e la codifica dei relativi parametri di frequenza e accuratezza. In letteratura, esistono molteplici strumenti di valutazione dell'imitazione motoria che distinguono l'imitazione spontanea da quella su richiesta (Rogers et al., 2003; Ingersoll & Gergans, 2007; McDuffie et al., 2007; Ingersoll, 2008; Colombi et al., 2009), con particolare attenzione anche alla differenza tra imitazione ed emulazione (Vivanti, 2014). Si è evidenziato che la performance dei soggetti con ASD (*Autism Spectrum Disorder*) è caratterizzata da una minore frequenza e accuratezza dell'imitazione e dalla maggiore frequenza di emulazione rispetto ai bambini TD (*Typical Developed*; Edwards, 2014). L'eziologia di questa difficoltà è ancora poco compresa. Secondo Vanvuchelen e colleghi (2013), l'imitazione motoria può essere considerata il frutto di due processi cognitivi più generali: selezione e corrispondenza. L'abilità di selezionare le informazioni necessarie allo svolgimento di un compito include l'attenzione sociale e la motivazione, l'attenzione visiva, una preferenza per il movimento



biologico, l'abilità di comprendere le intenzioni dell'altro. Questi aspetti non sono specifici dei compiti di imitazione ma caratterizzano tutte le interazioni sociali. Al contrario, la ricerca della corrispondenza tra stimoli percettivi e la mappatura visuo-motoria è un processo specifico dell'imitazione. Prendendo in considerazione l'idea di un anomalo funzionamento dei processi di selezione nell'autismo e considerando come riferimento neuropsicologico per lo studio dell'imitazione il "modello a due vie" (per un approfondimento sui modelli cognitivi, vedi capitolo 1), questo lavoro di ricerca approfondisce, il ruolo dell'attenzione, in particolare verso stimoli sociali, nel modulare il processo di imitazione. L'attenzione verso stimoli sociali è considerato un indicatore di motivazione sociale (Chevallier et al., 2012; 2016). Il deficit dell'attenzione sociale, in fatti, è uno dei sintomi caratteristici dell'ASD che si osserva già nei primi anni di vita (Dawson et al., 2005; Schultz, 2005; Sasson, 2006; Elsabbagh et al., 2011; Guillon et al., 2014). La propensione all'orientamento sociale e l'attenzione congiunta sono, infatti, considerati criteri clinici fondamentali per la diagnosi (APA, 2013).

Lo studio dell'attenzione sociale *overt* nei bambini con ASD si avvale dell'osservazione del comportamento, anche attraverso l'analisi retrospettiva di videocassette casalinghe, e dei resoconti dei genitori (Wimpory et al., 2000; Werner & Dawson, 2005; Lord, 2005). L'analisi delle video cassette, in particolare, ha permesso di evidenziare che i bambini con ASD già a 8 mesi hanno una minore probabilità di orientarsi verso una persona che li chiama per nome rispetto ai coetanei con sviluppo tipico, di pari età e genere, e rispetto a bambini con ritardo dello sviluppo (Osterling et al., 2002). Questo minore orientamento verso gli stimoli sociali si osserva anche in situazioni di vita quotidiana in assenza di espliciti richiami sociali (Ozonof et al., 2010) e permane nel corso dello sviluppo (Riby et al., 2012).

Attualmente, l'*eye-tracker* è lo strumento più comunemente usato per la valutazione dell'attenzione *covert* (Guillon et al., 2014). Gli studi con *eye-tracker* hanno usato immagini statiche ed immagini in movimento, evidenziando pattern di attenzione visiva diversi nei

soggetti con ASD e TD (Guillon et al., 2014; Chevallier et al., 2016). I soggetti ASD prestano più attenzione agli oggetti non animati (Sasson et al., 2008) ed a stimoli visivi di forma geometrica (Pierce et al., 2015; Pierce et al., 2010) rispetto a stimoli visivi socialmente salienti. Non manifestano preferenza verso il movimento biologico come accade nei bambini TD (Klin et al., 2009). Inoltre adolescenti con ASD tendono a guardare significativamente meno video con stimoli sociali quando l'attore va verso il soggetto piuttosto che quando cammina in altre direzioni (Crawford et al., 2016). Considerando queste evidenze, è interessante studiare i pattern visivi dei bambini ASD e TD di fronte a scene di interazione sociale: i contesti sociali sono per lo più confusi e disorganizzati e può essere ancora più difficile cogliere le informazioni utili per la comprensione di ciò che sta accadendo. Inoltre, una ricerca recente ha confrontato tre condizioni sperimentali (una statica, una dinamica e una interazione sociale) nello stesso gruppo di soggetti ed ha evidenziato che l'interazione sociale era la condizione in cui si evidenziava un pattern di esplorazione visiva significativamente diverso tra soggetti ASD e TD (Chevallier et al., 2016).

Esistono diversi paradigmi sperimentali di *free viewing* con *eye-tracker* per valutare l'attenzione visiva verso video naturalistici che ritraggono scene sociali di vita quotidiana (Chevallier et al., 2016; Shic et al., 2011; Klin et al., 2002; Speer et al., 2007; Anderson, Colombo & Shaddy, 2006). Lo studio di Shic (2011), ad esempio, analizza l'attenzione visiva con un unico video che mostra una interazione sociale. Nella ricerca di Rice e colleghi (2012), i video sono due e riguardano scene quotidiane a scuola. Nell'esperimento di Speers (2007) e Klin (2002), viene utilizzato un video tratto dal film di Edward Albee "*Who's Afraid of Virginia Woolf*". In tutti questi studi, le persone con ASD mostrano pattern di attenzione visiva atipici rispetto ai gruppi di controllo TD. Shic e colleghi (2011), in particolare, hanno presentato a bambini di 20 mesi, ASD, TD e con ritardo dello sviluppo, un video di 30 sec. di una interazione di gioco tra un bimbo piccolo e un adulto in un setting naturalistico, con dei

giochi sullo sfondo. In questa condizione sperimentale, i bambini con ASD osservano meno l'area dell'attività rispetto ai due gruppi di controllo e guardano di più gli oggetti posti sullo sfondo. Inoltre, seppure i tre gruppi sperimentali non differiscono significativamente nei tempi di attenzione verso gli attori, da un'analisi più specifica emerge che i bambini con ASD tendono di più a guardare il corpo degli attori piuttosto che il loro volti. Questa tendenza a guardare significativamente meno i volti rispetto ai soggetti TD è stata osservata in studi su gruppi sperimentali ASD di età diversa: sia gruppi di adulti con autismo ad alto funzionamento (Klin et al., 2003) che bambini piccoli (Shic et al., 2011; Klin et al., 2002), di fronte a video di scene sociali, guardano di più lo sfondo e le azioni e, nel guardare il volto, tendono a fissare più la bocca che gli occhi. Negli adulti, il tempo di fissazione degli occhi non correla con la disabilità sociale (Klin et al., 2003). Nel gruppo sperimentale di 2 anni di età, la diminuita fissazione per gli occhi è stata correlata con i livelli più elevati di disabilità sociale (Klin et al., 2002). Rice e colleghi (2012) hanno approfondito, lo studio dell'attenzione sociale in bimbi di età scolare utilizzando video di una durata di 5-7 minuti. Il gruppo con ASD comprendeva 109 bambini, (età media 10.2, dev. stand. 3.2 anni), 37 dei quali comparati per età con 26 bambini con sviluppo tipico (età media 9.5, dev. stand. 2.2 anni). Anche in questo gruppo sperimentale così ampio, emerge che i bambini con ASD guardano meno gli occhi degli attori e prestano più attenzione agli oggetti posti sullo sfondo rispetto al gruppo di controllo.

Anche la ricerca descritta in questo capitolo utilizza un paradigma sperimentale di *free viewing* con *eye-tracker* per studiare l'attenzione visiva. È stato utilizzato però un frame interattivo specifico che è quello dell'imitazione. Abitualmente, negli studi *eye-tracking based* che riguardano l'imitazione (Vivanti et al., 2008; Vivanti & Dissanayake, 2014), il soggetto sperimentale e il modello sono inclusi nell'interazione come partecipanti attivi: l'attore, in video, svolge un'azione e si aspetta che il soggetto sperimentale la imiti. Questa interazione

diadica è mediata dal monitor e dalla presenza degli oggetti utili nei compiti di imitazione, posti di fronte al bambino. Questo setting sperimentale ha una scarsa validità ecologica.

E' stato quindi delineato un paradigma sperimentale caratterizzato da: a) un frame specifico di interazione, l'imitazione motoria; b) video con un *setting* naturalistico in cui gli attori non hanno concordato un copione specifico per rispettare i tempi naturali di osservazione, programmazione dell'azione, alternanza dei turni, comportamenti non verbali caratteristici dell'imitazione; c) più video, con il medesimo frame di interazione, differenti per tipologia di attività (azioni con oggetti sonori come tamburelli e xilofono vs azioni con oggetti non sonori come costruzioni e anelli concentrici vs canto di una canzoncina con gesti significativi); d) l'utilizzo di una scala di svalutazione delle abilità di imitazione motoria somministrata dal vivo in un setting di interazione diadica.

#### **4.1.1 Obiettivi**

Gli obiettivi dello studio sono:

- 1) verificare se l'attenzione visiva verso l'area di interazione sociale e verso lo sfondo differisce in bambini con autismo e bambini con sviluppo tipico di fronte a scene sociali in cui due attori si imitano;
- 2) verificare se i pattern di attenzione visiva verso il volto degli attori e le attività da loro svolte differisce nei gruppi ASD e TD;
- 3) verificare se l'attenzione sociale dei bambini ASD e dei bambini TD varia in relazione alle caratteristiche dell'attore (attore adulto vs attore bambino);
- 4) verificare se nel gruppo sperimentale il profilo cognitivo, in particolare le abilità linguistiche e di performance, e le abilità di imitazione correlano con il pattern attentivo osservato.

Ci si aspetta che (a) i bambini con autismo avranno più attenzione verso gli oggetti posti sullo

sfondo, a conferma dei dati riportati in letteratura; (b) i bambini con autismo, rispetto al gruppo di controllo, avranno dei pattern attentivi diversi a seconda delle tipologia di azioni osservate perché le caratteristiche sonore dell'oggetto o della persona potrebbero modificare le traiettorie dello sguardo; (c) tutti i soggetti tenderanno ad osservare in egual misura l'attore adulto e l'attore bambino, come osservato nell'articolo di Shic e colleghi (2011); (d) i punteggi alla MIS correlano con il pattern attentivo osservato.

## **4.2 Metodo**

### **4.2.1 Soggetti e procedura**

I partecipanti allo studio sono 29 bambini ASD e TD. Il gruppo sperimentale, composto da 10 bambini con ASD, è stato arruolato presso il Centro per l'Autismo del CNR-ISASI (Messina). Il gruppo di controllo, composto da 19 bambini TD, è stato arruolato presso una scuola pubblica di Messina. I due gruppi non differiscono significativamente per età cronologica (cfr. Tabella 1). I criteri di inclusione per il gruppo sperimentale sono: una diagnosi clinica effettuata secondo i criteri del DSM -V (APA, 2013) e confermata attraverso l'Ados-2 (Lord et al., 2005), somministrata da ricercatori esperti; assenza di disordini metabolici; presenza di altre patologie con sintomi tipi autistici. Per tutti i soggetti, i criteri di esclusione sono: uso di farmaci antipsicotici o altri farmaci psicotropi; anamnesi di trauma cranico o epilessia. La scelta di comparare i due gruppi per età cronologica è fondata sulla riflessione proposta da Chawarska, Volkmar e Klin (2010) relativamente alla necessità di una maturazione del sistema visivo simile tra i partecipanti agli studi che hanno paradigmi sperimentali di *free viewing* rispetto alla comparazione per il profilo cognitivo, considerando che il carico cognitivo di questi task abitualmente non è particolarmente gravoso. Se comparati per età mentale, il gruppo dei bambini TD è sempre significativamente più giovane rispetto al gruppo ASD (Shic et al., 2011; Edwards, 2014). Questa differenza di età cronologica dato

potrebbe riflettersi in una differente maturazione del sistema visivo. Dal momento che nel nostro gruppo sperimentale, il quoziente di sviluppo verbale (QSV) differenzia significativamente ASD e TD e le abilità linguistiche di una parte del nostro gruppo con ASD sono inferiori alla norma, tutte le analisi statistiche sono state effettuate assumendo il QSV come covariata.

**Tabella 1:** Descrizione delle caratteristiche dei gruppi ASD e TD

	<i>ASD</i>	<i>TD</i>	<i>test</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
<b>Genere: Maschi, Femmine</b>	8,2	8, 11	$\chi^2= 41.32$	4	.001
<b>Età (mesi), M (DS)</b>	56.89 (9.06)	56.49 (7.06)	t =.138	30	.891
<b>Quoziente Sviluppo Linguaggio, M (DS)</b>	82.72 (20.88)	115.89 (21.90)	t =-4.28	30	<.000
<b>Quoziente sviluppo Performance, M (DS)</b>	97.39 (25.25)	123.16(17.39)	t =-3.05	30	.001
<b>MIS, M (DS)</b>	27.25 (5.54)	32 (0)	t =-3.77	29	.001
<b>ADOS-II, M (DS)</b>	10 (3.96)				

Il protocollo di ricerca ha ricevuto il parere positivo del Comitato Etico del Dipartimento di Scienze Cognitive, Psicologiche, Pedagogiche e degli Studi Culturali, Università degli Studi di Messina. Tutti i genitori hanno firmato il consenso informato per poter partecipare allo studio. Tutti i partecipanti sono stati testati in una stanza tranquilla nei rispettivi luoghi di arruolamento.

#### **4.2.2 Strumenti di valutazione**

A tutti i partecipanti, sono state somministrate le subscale Linguaggio e Performance della Griffith Mental Developmental Scale (2-8 anni), la Motor Imitation Scale (MIS, Stone et al., 1997).

La Griffith Mental Developmental Scale (1996) valuta il profilo di sviluppo del bambino da 0 a 8 anni. È costituita da sei subscale che misurano lo sviluppo locomotorio, le abilità nella gestione personale e sociale, il linguaggio, le performance, le abilità di coordinazione occhio mano, il ragionamento pratico. In questo lavoro di ricerca sono state utilizzate, in particolare, le subscale di linguaggio e performance per studiare valutare i QSV e il quoziente di sviluppo non verbale (QSNV). Anche se in un recente meta-analisi, condotta su 53 studi, si evidenzia che l'ampiezza del deficit nei comportamenti di imitazione non correla in modo specifico con l'età mentale, verbale e non verbale, dei soggetti ma è da considerare un deficit specifico dell'autismo, questo dato è ancora da approfondire (Edwards, 2014). Le due subscale utilizzate sono di facile applicazione in contesti clinici e di ricerca, molto utilizzate nella valutazione dei soggetti con ASD.

La Motor Imitation Scale (MIS) è una scala di valutazione dell'imitazione motoria su richiesta (Stone et al., 1997). È costituita da 16 items che implicano l'imitazione di azioni a complessità crescente. Otto items riguardano azioni con oggetti, i restanti otto comprendono movimenti del corpo. Le azioni con oggetti sono ulteriormente suddivise in "significative" e "non significative" per osservare l'impatto del significato di un azione sullo svolgimento della stessa (es. far saltellare un piccolo cane in avanti vs fare saltellare in avanti una spazzola). La somministrazione della scala è proposta in un contesto di gioco in cui l'esaminatore mostra l'azione e chiede al bambino di svolgerla nello stesso modo, senza etichettare verbalmente oggetti e azioni. Sono permessi suoni onomatopeici. In questa ricerca è stata utilizzata la versione italiana della MIS, le cui proprietà psicometriche e le strategie di codifica sono descritte nel capitolo 3 di questa tesi.

### ***4.2.3 Descrizione dell'eye-tracker e degli stimoli***

L' eye-tracker utilizzato in questo studio è il Sensory Motor Instrument (SMI, Eye Tracking fornito da Sensory Motor Instruments, Teltow, Germania). La frequenza di campionamento è di 120 Hz e l'accuratezza è superiore ad 1 grado per angolo visivo. Lo strumento registra separatamente i dati di entrambi gli occhi. Il setting sperimentale è stato strutturato per mettere a proprio agio i soggetti sperimentali, utilizzando un tavolino e una sedia a misura di bambino. Il monitor di 22 pollici per la somministrazione degli stimoli è stato posizionato sul tavolino, di fronte al bambino. La risoluzione grafica del monitor è di 1280x1024 pixel. Una cassa è stata collegata al computer per rendere fruibili gli stimoli sonori. Una video camera è stata posta sul monitor, collegata al pc ed interfacciata al software, per la raccolta dei dati. La distanza dallo schermo e l'angolo di inclinazione della barra ad infrarossi sono state calcolate dal sistema ed adeguate ad ogni bambino. La sediolina è stata posta a 75 cm circa dello schermo. Prima di iniziare ogni esperimento è stata eseguita una taratura a 9 punti con uno stimolo visivo e sonoro saliente per i bambini. La calibrazione è stata ripetuta massimo tre volte, fino a quando il parametro di attendibilità è risultato inferiore ad 1. Gli stimoli utilizzati nel nostro studio sono 6 video di 25 sec. circa. Gli stessi attori sono presenti in tutti i video e sono una donna adulta e un bambino (per una descrizione dei video cfr. Tabella 2). Due video riguardano azioni su oggetti e non hanno suoni. Due video comprendono azioni su oggetti sonori. Gli altri due video ritraggono gli attori mentre cantano una canzoncina con i gesti. In ogni video c'è un attore-modello ed un attore che imita. Durante ogni video, l'attore-modello propone 4 azioni. Gli attori sono seduti a 45°, lo sfondo è uno scaffale con colori neutri. I video sono stati presentati in modo randomizzato controbilanciato per tutti i partecipanti. Ai partecipanti è stato chiesto di vedere i video, senza nessuna indicazione.

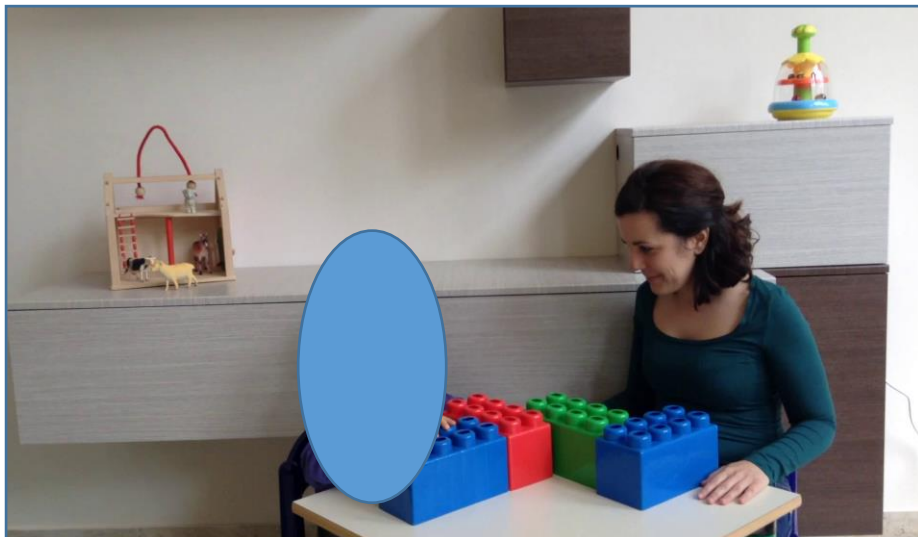


L'analisi visiva *post processing* è stata effettuata frame-by-frame. Con il sistema Be-Gaze 3.6, sono state individuate le aree di interesse (*Area Of Interest*, AOI). Nel delineare le AOI abbiamo considerato le caratteristiche specifiche dei comportamenti di imitazione, abbiamo quindi delineato un'area di interazione sociale, che comprende i due attori, e l'area dello sfondo, che riguarda lo scenario delle azioni (da aggiungere alla descrizione delle AOI). Inoltre, per ogni video, sono state tracciate specifiche AOI: area volto dell'adulto (comprende il volto, il collo e la parte superiore delle spalle), area volto del bambino (comprende il volto, il collo e la parte superiore delle spalle), attività dell'adulto, attività del bambino, oggetto a destra, oggetto a sinistra (cfr. Immagine 1). In analogia con Shic e colleghi (2011), il parametro considerato per studiare l'attenzione visiva è la percentuale del tempo di fissazione di ciascuna AOI normalizzata, definito *dwell time %* in BeGaze.

**Tabella 2:** Descrizione dei video utilizzati come stimoli

<b>Tipologia attività</b>	<b>Contenuto dell'attività</b>
<b>Azioni su oggetti non sonori</b>	<i>Costruzioni</i>
	<i>Cerchi impilabili</i>
<b>Azioni su oggetti sonori</b>	<i>Tamburi</i>
	<i>Xilofoni</i>
<b>Gesti</b>	<i>Canzoncina "Lo sceriffo"</i>
	<i>Canzoncina "Quattro Pipistrelli"</i>

**Immagine 1:** Foto del setting sperimentale di un video



### **4.3 Risultati**

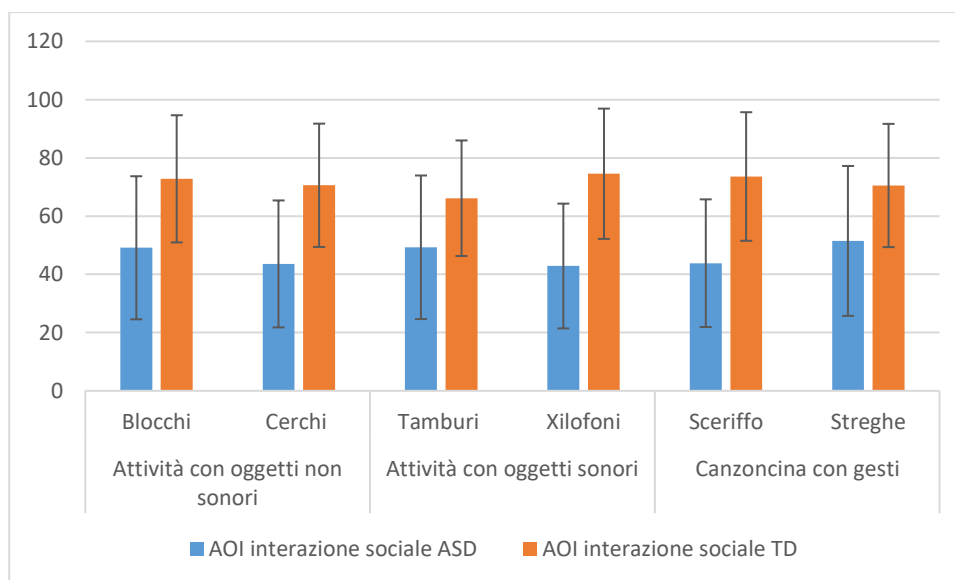
I dati sono stati analizzati in relazione agli obiettivi espressi nell'introduzione.

#### ***4.3.1 Analisi dei pattern di attenzione visiva verso l'area di interazione sociale e verso lo sfondo***

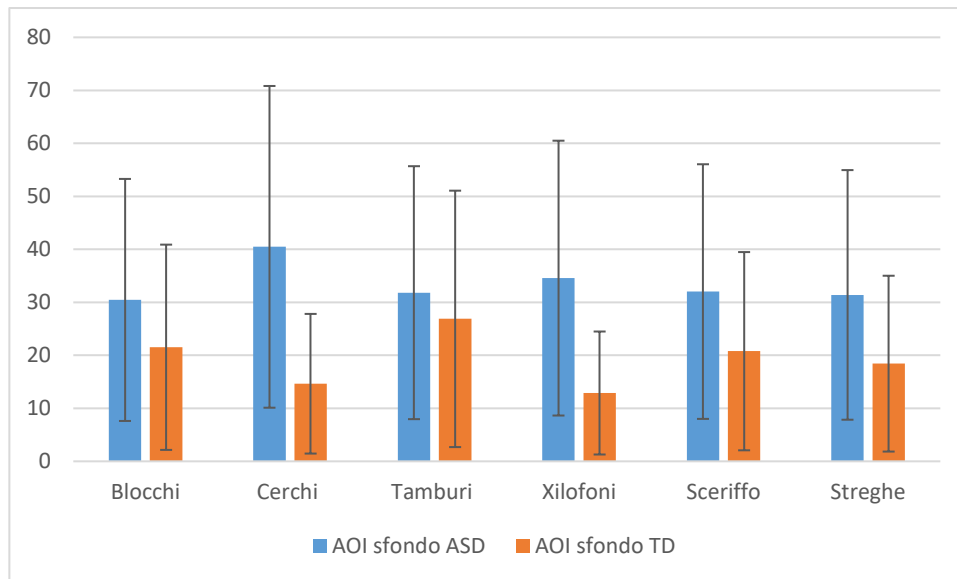
Per determinare se l'attenzione visiva verso l'area di interazione sociale e verso lo sfondo differisce in modo statisticamente significativo nei gruppi ASD e TD (cfr. Tabella 3, Grafici 1 e 2 ), è stato applicato un modello di analisi della covarianza a misure ripetute: 2 (gruppi: soggetti con ASD vs soggetti TD) X 3 (tipologie di azioni: azioni con oggetti sonori vs azioni con oggetti non sonori vs canzoncina con gesti) X 2 (contenuto dell'attività per ogni tipologia di azione: blocchi vs cerchi; tamburi vs xilofoni; sceriffo vs streghe) X 2 (area di interesse: interazione sociale vs sfondo), assumendo come fattore indipendente between subject il gruppo, come fattori indipendenti within subject le tipologie di azioni, i contenuti dell'attività e l'area di interesse, e come covariata il QSV.

**Tabella 3:** Media e deviazione standard del dwell time (%) delle AOI interazione sociale e sfondo nelle tre tipologie di attività.

Tipologia di attività	Contenuto dell'Attività	AOI interazione sociale		AOI sfondo	
		M (DS)		M (DS)	
		ASD	TD	ASD	TD
Attività con oggetti non sonori	<i>Blocchi</i>	49.13 (26.40)	72.80 (24.36)	30.45 (12.35)	21.52 (20.17)
	<i>Cerchi</i>	43.59 (19.93)	70.58 (31.65)	40.47 (14.22)	14.64 (11.99)
Attività con oggetti sonori	<i>Tamburi</i>	49.30 (26.95)	66.14 (30.18)	31.82 (24.44)	26,88 (23.68)
	<i>Xilofoni</i>	42.86 (30.05)	74.55 (27.36)	34.57 (25.30)	12.89 (8.96)
Canzoncina con gesti	<i>Sceriffo</i>	43.84 (34.44)	73.6 (26.71)	32.03 (30.81)	20.78 (22.48)
	<i>Streghe</i>	51.48 (23.53)	70.52 (30.05)	31.40 (18.63)	18.43 (18.36)



**Grafico 1:** Istogramma delle dwell time (%) dei gruppi ASD e TD verso le AOI interazione sociale



**Grafico 2:** Istogramma del dwell time (%) dei gruppi ASD e TD verso le AOI sfondo

In riferimento all'attenzione visiva, il fattore gruppo non presenta differenze significative,  $F(1, 29) = .681$ ,  $p = .416$ ,  $\eta^2 = .023$ ; la tipologia di attività non presenta effetti significativi,  $F(2, 58) = 2.639$ ,  $p = .080$ ,  $\eta^2 = .083$ ; il contenuto dell'attività non presenta effetti significativi  $F(1, 29) = .616$ ,  $p = .439$ ,  $\eta^2 = .021$ ; neanche il fattore area di interesse presenta effetti significativi,  $F(1, 29) = 2.155$ ,  $p = .153$ ,  $\eta^2 = .069$ .

L'interazione gruppo X area di interesse presenta effetti significativi,  $F(1, 29) = 6.816$ ,  $p = .014$ ,  $\eta^2 = .190$ . Si osserva inoltre una interazione tra contenuto attività X AOI X gruppo,  $F(1, 29) = 4.837$ ,  $p = .036$ ,  $\eta^2 = .0143$ .

Nell'analisi *post hoc* dei confronti *pairwise*, utilizzando la correzione Bonferroni, si evidenzia che i tempi di attenzione dei gruppi ASD e TD verso le AOI interazione sociale (ASD media 46.37; TD media 71.59) e nelle AOI sfondo (ASD media 35.81 e TD media 17.59) sono significativamente differenti ( $p < .000$ ).

I bambini con ASD tendono a guardare meno l'area dell'interazione sociale mentre prestano più attenzione allo sfondo rispetto ai bambini TD.

Inoltre è interessante sottolineare che il QSV non interagisce con i tempi di attenzione dei bambini,  $F(1, 29) = .426$ ,  $p = .519$ ,  $\eta^2 = .014$ .

#### ***4.3.2 Analisi dei pattern di attenzione visiva verso il volto e le attività***

Per verificare se i pattern di attenzione visiva verso il volto e verso l'area dell'attività variano, nei gruppi ASD e TD, sono stati applicati due modelli ANCOVA a misure ripetute.

Il primo è un modello ANCOVA a misure ripetute  $2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2$  (gruppi: soggetti con ASD vs soggetti TD)  $\times 3$  (tipologie di azioni: azioni con oggetti sonori vs azioni con oggetti non sonori vs canzoncina con gesti)  $\times 2$  (contenuto dell'attività per tipologia: blocchi vs cerchi; tamburi vs xilofoni; sceriffo vs streghe)  $\times 2$  (area di interesse: volto dell'adulto vs volto del bambino), assumendo come fattore indipendente between subject il gruppo, come fattori indipendenti within subject le tipologie di azioni, i modelli e l'area di interesse, e come covariata il QSV (cfr. Tabella 4).

**Tabella 4:** Media e deviazione standard del dwell time (%) dei bambini verso le AOI volti nelle tre tipologie di attività proposte.

Tipologia attività	Contenuto dell'Attività	AOI Volto Adulto		AOI Volto Bambino	
		M (DS)		M (DS)	
		<i>ASD</i>	<i>TD</i>	<i>ASD</i>	<i>TD</i>
Attività con oggetti non sonori	<i>Blocchi</i>	4.73 (5.01)	18.67 (10.25)	20.70 (14.47)	26.17 (11.81)
	<i>Cerchi</i>	3.68 (3.08)	10.71 (7.49)	4.31 (4.03)	7.79 (5.11)
Attività con oggetti sonori	<i>Tamburi</i>	3.21 (4.28)	11.73 (8.8)	5.95 (5.99)	8.04 (5.3)
	<i>Xilofoni</i>	4.59 (4.49)	9.56 (6.43)	6.54 (6.01)	10.92 (7.97)
Canzoncina con gesti	<i>Sceriffo</i>	3.95 (3.09)	20.26 (11.55)	22.47 (28.23)	42.82 (25.11)
	<i>Streghe</i>	10.66 (10.07)	38.35 (19.64)	12.82 (12.04)	25.25 (9.65)

In riferimento all'attenzione visiva verso il volto, il fattore gruppo presenta differenze statisticamente significative,  $F(1, 29) = 7.86, p = .009, \eta^2 = .213$ . La tipologia di attività non presenta effetti significativi,  $F(2, 58) = 1.98, p = .06, \eta^2 = .083$ ; il contenuto dell'attività non presenta effetti significativi  $F(1, 29) = .106, p = .748, \eta^2 = .004$ ; neanche il fattore area di interesse presenta effetti significativi,  $F(1, 29) = 1.664, p = .207, \eta^2 = .054$ .

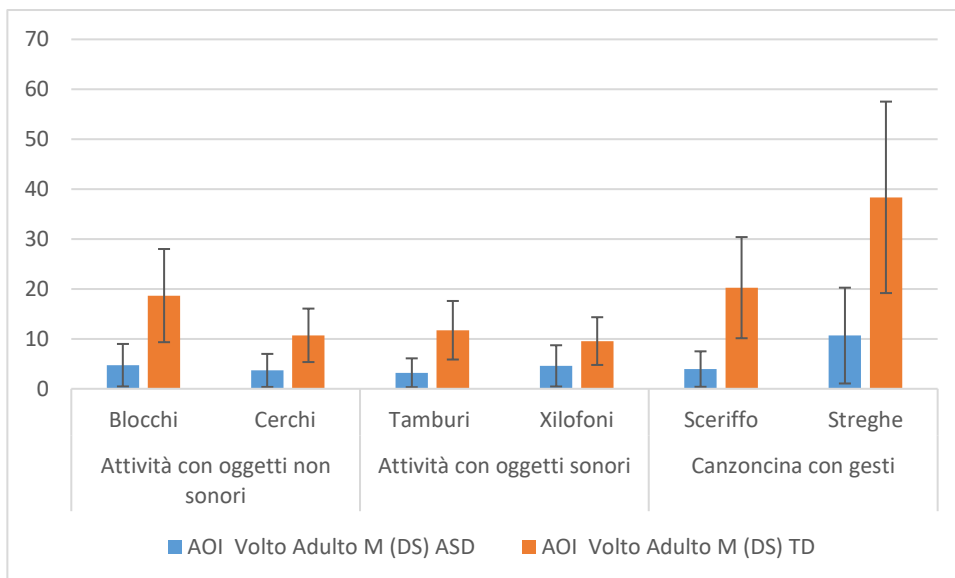
Anche in questa analisi, l'interazione gruppo X area di interesse presenta effetti significativi,  $F(1, 29) = 8.121, p = .008, \eta^2 = .219$ . Si osserva inoltre una interazione tra tipologia di attività X gruppo,  $F(2, 58) = 5.84, p = .005, \eta^2 = .0168$ . Invece, il QSV non interagisce con i tempi di attenzione dei bambini verso il volto,  $F(1, 29) = .002, p = .964, \eta^2 = .001$ .



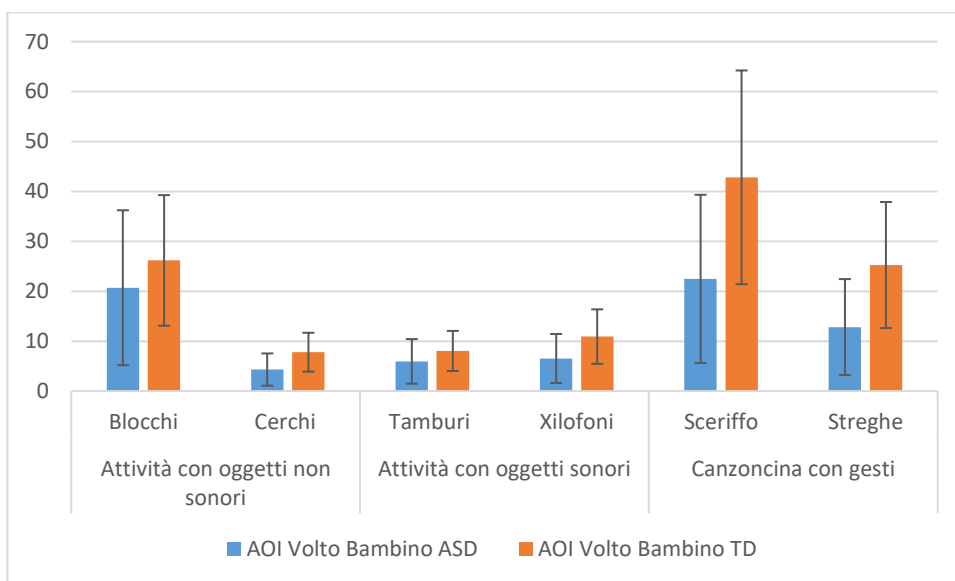
Nell'analisi *post hoc* dei confronti *pairwise*, utilizzando la correzione Bonferroni, si osserva che c'è una differenza statisticamente significativa ( $p.025$ ) tra i tempi di attenzione al volto dell'adulto (media 11.47) e il volto del bambino (media 15.40). Si sottolinea anche che i tempi di attenzione dei gruppi ASD e TD verso le AOI volto (ASD media 8,26; TD media 18,61) sono significativamente differenti ( $p<.000$ ).

Nei confronti *pairwise*, utilizzando la correzione Bonferroni, si evidenzia inoltre che i tempi di attenzione dei gruppi sperimentali verso le AOI volti nelle tre tipologie di attività (azioni con oggetti sonori media 7.64; azioni con oggetti non sonori media 12.17; canzoncina con gesti media 20.5) sono significativamente diversi: attenzione ai volti in azioni con oggetti non sonori *vs* azioni con oggetti sonori  $p < .001$ ; attenzione ai volti in azioni con oggetti non sonori *vs* canzoncina con i gesti  $p<.001$ ; attenzione ai volti in azioni con oggetti sonori *vs* canzoncina con i gesti  $p< .001$ .

Come già osservato, i bambini con ASD, infatti, tendono a guardare meno i volti rispetto ai loro coetanei (relativamente alle AOI volto dell'adulto, cfr. Grafico 3; relativamente alle AOI volto del bambino, cfr. Grafico 4). Questo dato è confermato in tutte e tre le condizioni sperimentali, senza nessuna interazione significativa con i quozienti di sviluppo di linguaggio, considerato come covariata. La differenza tra i tempi di attenzione tra AOI volto dell'adulto *vs* AOI volto del bambino nei due gruppi sperimentali sono approfonditi nel prossimo paragrafo (cfr. 4.3.4). È interessante osservare che più lo stimolo diventa cognitivamente impegnativo più i soggetti sperimentali tendono ad osservare i volti.



**Grafico 3:** Grafico a linee delle medie del dwell time (%) e dei gruppi ASD e TD verso le AOI volto dell'adulto



**Grafico 4:** Grafico a linee del dwell time (%) dei gruppi ASD e TD verso le AOI volto del bambino

Abbiamo quindi confrontato l'attenzione visiva verso le AOI attività (attività adulto e attività bambino) in un modello ANCOVA x 2 (gruppi) x 3 (tipologie di azioni proposte), X

2 (contenuto dell'attività per tipologia: blocchi vs cerchi; tamburi vs xilofoni; sceriffo vs streghe) X 2 (area di interesse: attività dell'adulto vs attività del bambino), assumendo come fattore indipendente between subject il gruppo, come fattori indipendenti within subject le tipologie di azioni, i modelli e l'area di interesse, e come covariata il QSV (cfr. Tabella 5).

**Tabella 5:** Media e deviazione standard del dwell time (%) dei bambini verso le AOI attività nelle tre tipologie di attività proposte.

Tipologia attività	Contenuto dell'Attività	AOI		AOI	
		Attività Adulto		Attività Bambino	
		M (DS)		M (DS)	
		<i>ASD</i>	<i>TD</i>	<i>ASD</i>	<i>TD</i>
Attività con oggetti non sonori	<i>Blocchi</i>	7.77 (6.05)	10.69 (5.05)	15.91 (12.06)	17.25 (9.07)
	<i>Cerchi</i>	22.37 (13.14)	32.56 (16.11)	14.12 (10.95)	19.5 (10.62)
Attività con oggetti sonori	<i>Tamburi</i>	20.93 (13.81)	23.93 (18.68)	19.19 (16.78)	21.09 (14.3)
	<i>Xilofoni</i>	12.86 (10.24)	14.07 (11.44)	19.86 (19.02)	29.35 (12.57)
Canzoncina con gesti	<i>Sceriffo</i>	8.72 (7.01)	3.03 (2.95)	8.68 (7.05)	8.18 (7.11)
	<i>Streghe</i>	19 (18.02)	12.23 (9.44)	8.98 (7.81)	6.67 (4.07)

Relativamente all'attenzione visiva verso l'area delle attività, il fattore gruppo non presenta effetti significative,  $F(1, 29) = .570$ ,  $p = .457$ ,  $\eta^2 = .019$ ; il contenuto dell'attività non presenta effetti significativi  $F(1, 29) = .396$ ,  $p = .066$ ,  $\eta^2 = .120$ ; il fattore area di interesse non presenta effetti significativi,  $F(1, 29) = .416$ ,  $p = .060$ ,  $\eta^2 = .026$ . Invece, la tipologia di attività presenta effetti significativi,  $F(2, 58) = 11.047$ ,  $p < .000$ ,  $\eta^2 = .276$ .

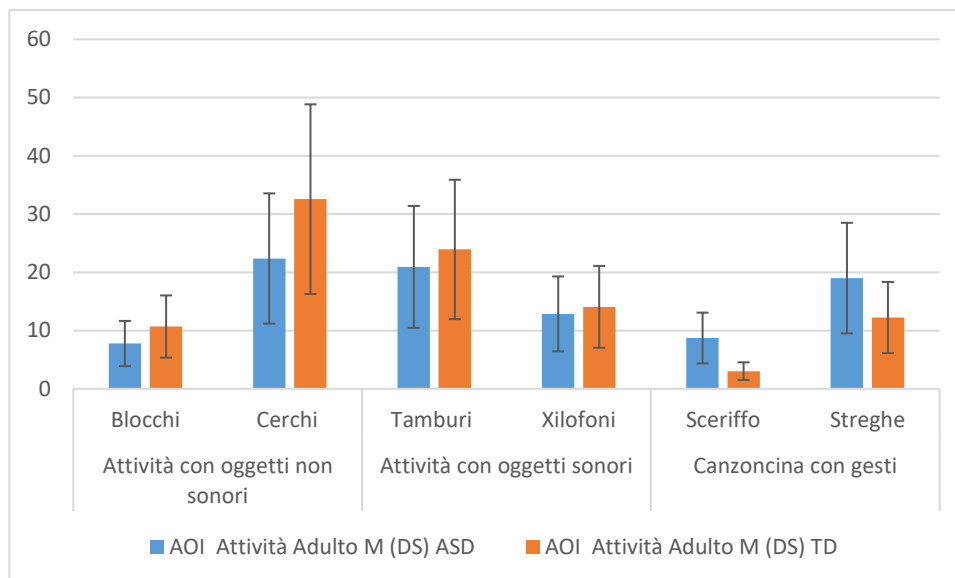
Si osserva inoltre una interazione significativa tra tipologia di attività X gruppo,  $F(2, 58) = 13.014$ ,  $p < .000$ ,  $\eta^2 = .318$ ; tra contenuto dell'attività X gruppo,  $F(1, 29) = .819$ ,  $p =$

.008,  $\eta^2 = .22$ . L'interazione gruppo X area di interesse (area attività adulto vs area attività bambino) non presenta effetti significativi,  $F(1, 29) = 1.54$ ,  $p = .224$ ,  $\eta^2 = .051$ .

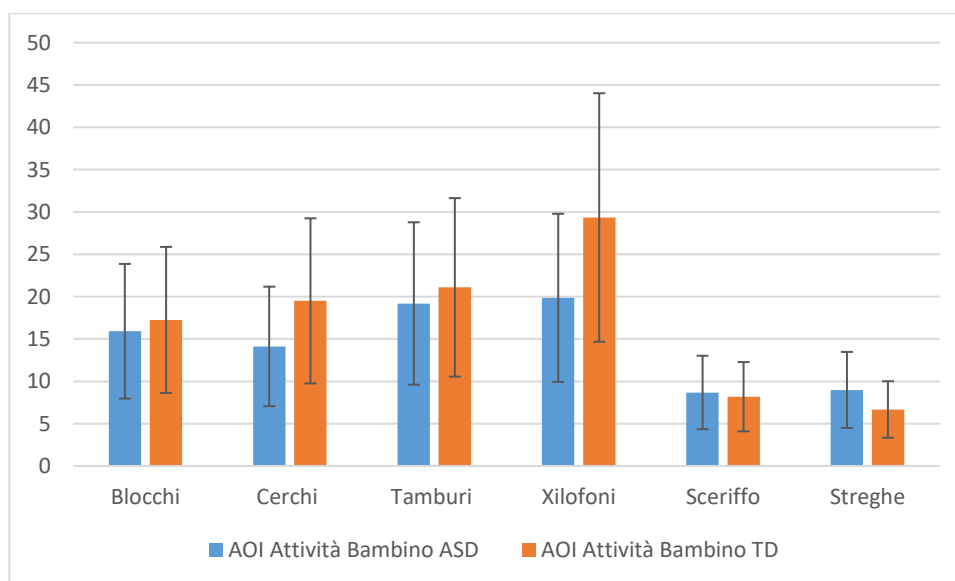
Anche in questa analisi, il QSV non presenta effetti significativi,  $F(1, 29) = .023$ ,  $p = .882$ ,  $\eta^2 = .001$ .

Nell'analisi *post hoc* dei confronti *pairwise*, utilizzando la correzione Bonferroni, si evidenzia che i tempi di attenzione dei gruppi ASD e TD verso le AOI area dell'attività (azioni con oggetti sonori media 21.25; azioni con oggetti non sonori media 17.24; canzoncina con gesti media 9.65) sono significativamente diverse: azioni con oggetti non sonori vs azioni con oggetti sonori  $p = .002$ ; azioni con oggetti non sonori vs canzoncina con i gesti  $p < .001$ ; azioni con oggetti sonori vs canzoncina con i gesti  $p < .001$ .

Come atteso, c'è un effetto significativo della tipologia di azioni osservate sull'attenzione che i bambini rivolgono alle aree di attività: infatti le tipologie di azioni proposte sono molto diverse e riguardano azioni con un obiettivo specifico (con oggetti, sonori o non sonori, e gesti simbolici) e con un carico cognitivo differente (stimoli visivi vs stimoli uditivi semplici vs stimoli visivi ed uditivi semanticamente complessi). La scelta di presentare tipologie di attività diverse si fonda sull'ipotesi che le differenti caratteristiche delle azioni proposte possano elicitarne diversi pattern di attenzione nei bambini, in particolare affetti da ASD. Effettivamente l'appartenenza al gruppo ASD vs TD influenzano i tempi di attenzione dei bambini verso le AOI attività come se ci fosse un trend di attenzione caratteristico e specifico per attività (relativamente alle AOI attività dell'adulto, cfr. Grafico 5; relativamente alle AOI attività del bambino, cfr. Grafico 6).



**Grafico 5:** Grafico a linee del dwell time (%) dei gruppi ASD e TD verso le AOI attività dell'adulto



**Grafico 6:** Grafico a linee dwell time (%) dei gruppi ASD e TD verso le AOI attività del bambino

In sintesi, i modelli statistici a misure ripetute, utilizzati nella nostra analisi, hanno evidenziato che i bambini con ASD guardano meno i volti rispetto al gruppo TD in tutte e tre le tipologie di attività proposte. Questo dato appare stabile e specifico nei soggetti con ASD.

Si evidenzia inoltre che differenti attività elicitano pattern di attenzione caratteristici. Le tipologie di attività proposte in video, come precedentemente descritto, comportano l'impegno dell'attenzione visiva, l'elaborazione dell'informazione uditiva di complessità crescente ed una diversa motivazione di guardare i video, con un riflesso nei tempi di attenzione osservati. In particolare, è interessante descrivere i risultati relativi ai video con canzoncina con gesti. Infatti, i bambini TD che guardano due persone che cantano una canzoncina, imitandosi, prestano più attenzione al volto degli attori piuttosto che ai gesti che compiono. Si attendeva che, a fronte di stimoli sonori complessi dal punto di vista semantico come le canzoni, i bambini con ASD guardassero ancora meno l'area del volto rispetto alle altre condizioni sperimentali in cui l'eventuale presenza del suono era correlata all'uso di strumenti musicali giocattolo, abitualmente presenti nei giochi dei bambini. Si è osservato che c'è un trend di attenzione visiva simile nei due gruppi. I bambini con ASD tendono a guardare l'area dell'attività in modo simile ai coetanei TD nelle tre tipologie di attività proposte anche se gli stimoli richiedono un impegno cognitivo diverso, mentre prestano in modo specifico poca attenzione ai volti. Si osserva inoltre che tutti i bambini tendono a guardare di più i volti durante la canzoncina con i gesti. La specificità del dato e la numerosità dei gruppi evidenziano la necessità di future ricerche per confrontare i tempi di attenzione di soggetti ASD e TD.

#### ***4.3.3 Analisi dei pattern di attenzione visiva verso gli attori***

Per verificare se i pattern di attenzione visiva verso l'attore adulto e verso l'attore bambino variano, nei gruppi ASD e TD, è stato applicato un modello ANCOVA a misure ripetute: 2 (gruppi: soggetti con ASD vs soggetti TD) X 3 (tipologie di azioni: azioni con oggetti sonori vs azioni con oggetti non sonori vs canzoncina con gesti) X 2 (contenuto

dell'attività per tipologia: blocchi vs cerchi; tamburi vs xilofoni; sceriffo vs streghe) X 2 (area di interesse: adulto, attività e volto, vs bambino, attività e volto), assumendo come fattore indipendente between subject il gruppo, come fattori indipendenti within subject le tipologie di azioni, i modelli e l'area di interesse, e come covariata il QSV (cfr. Tabella 6).

**Tabella 6:** Media e deviazione standard del dwell time (%) dei bambini verso le AOI Adulto e Bambino.

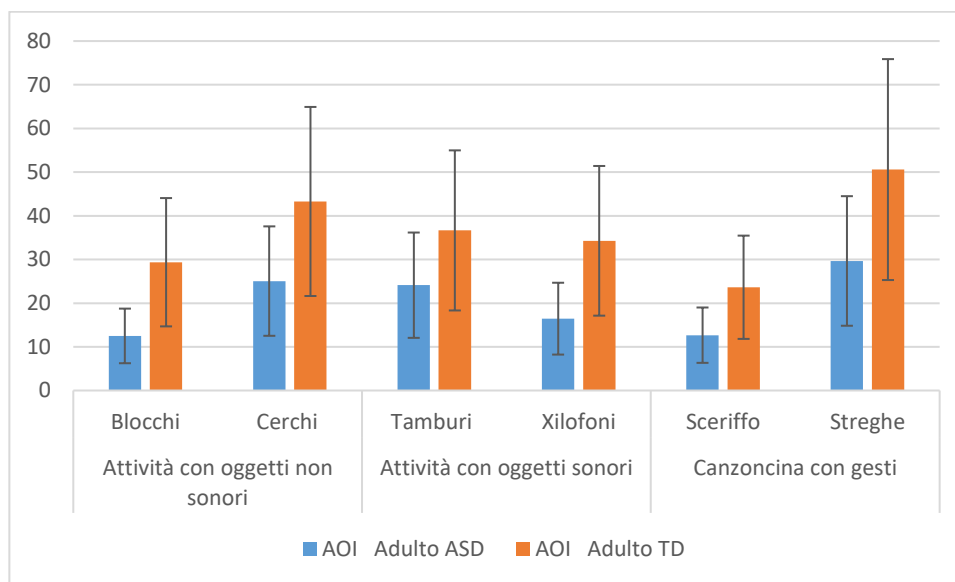
Tipologia attività	Contenuto dell'Attività	AOI Adulto		AOI Bambino	
		M (DS)	M (DS)	M (DS)	M (DS)
		<i>ASD</i>	<i>TD</i>	<i>ASD</i>	<i>TD</i>
Attività con oggetti non sonori	<i>Blocchi</i>	12.50 (8.71)	29.37 (13.61)	36.62 (21.08)	43.43 (13.63)
	<i>Cerchi</i>	25.05 (12.84)	43.28 (20.54)	18.44 (12.61)	27.28 (14.01)
Attività con oggetti sonori	<i>Tamburi</i>	24.11 (15.58)	36.65 (15.89)	25.14 (18.03)	29.49 (16.6)
	<i>Xilofoni</i>	16.45 (11.17)	34.27 (14.95)	26.04 (20.76)	40.28 (14.62)
Canzoncina con gesti	<i>Sceriffo</i>	12.67 (12.08)	23.64 (14)	31.16 (27.96)	49.98 (20.54)
	<i>Streghe</i>	29.66 (18.59)	50.58 (22.09)	21.81 (17.06)	19.93 (14.07)

Relativamente all'attenzione visiva verso l'area delle attività, il fattore gruppo ha effetti significativi,  $F(1, 29) = 4.673$ ,  $p = .039$ ,  $\eta^2 = .139$ . Non si osservano effetti significativi per il fattore tipologia di attività,  $F(2, 58) = 2.862$ ,  $p = .065$ ,  $\eta^2 = .090$ ; non si osservano effetti significativi per il fattore contenuto dell'attività,  $F(1, 29) = .284$ ,  $p = .160$ ,  $\eta^2 = .067$ ; anche il fattore area di interesse non presenta effetti significativi,  $F(1, 29) = .043$ ,  $p = .847$ ,  $\eta^2 = .001$ . Nell'analisi non si evidenziano interazioni con effetti significativi.

Anche in questa analisi, il QSV non ha effetti statisticamente significativi,  $F(1, 29) = .005$ ,  $p = .942$ ,  $\eta^2 = .001$ .

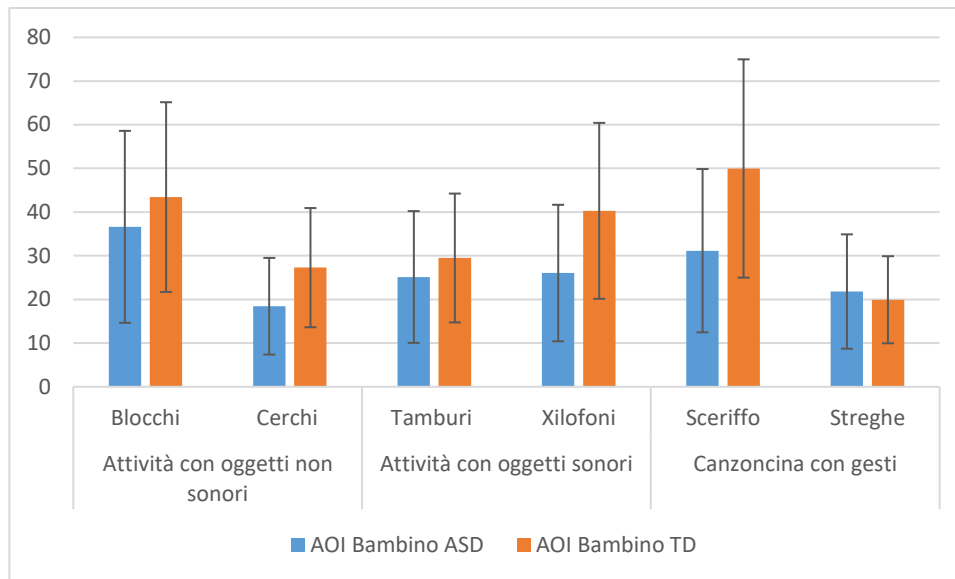
Nell'analisi *post hoc* dei confronti *pairwise*, utilizzando la correzione Bonferroni, si evidenzia che i tempi di attenzione dei gruppi ASD e TD verso le AOI adulto (media 28,16) e bambino (media 30,81) sono significativamente differenti con una significatività pari a  $p=.039$ .

I bambini con ASD tendono a guardare meno l'adulto rispetto all'attore bambino come abbiamo già evidenziato (relativamente alle AOI adulto. cfr. Grafico 7; relativamente alle AOI bambino. cfr. Grafico). Questa differenza tra tempi di attenzione verso l'attore adulto *vs* tempi di attenzione verso l'attore bambino contrasta con i risultati della ricerca di Shic e colleghi (2011), che non osservavano nessuna differenza significativa tra i tempi di attenzione verso i due attori. I gruppi di bambini arruolati in questo studio hanno però età diverse e sono stati sottoposti a video con un copione specifico, l'imitazione. È necessario un gruppo più ampio di soggetti per approfondire e comprendere meglio questo dato.



**Grafico 7:** Grafico a linee dwell time (%) dei gruppi ASD e TD verso le AOI adulto





**Grafico 8:** Grafico a linee dwell time (%) dei gruppi ASD e TD verso le AOI bambino

#### 4.3.4 Correlazione tra i pattern di attenzione visiva e il profilo cognitivo dei bambini

Per valutare la possibile relazione tra il profilo cognitivo, QSV e QSNV, le abilità di imitazione e il pattern attentivo osservato, sono state esaminate le correlazioni tra queste variabili e le AOI.

Nel gruppo ASD le abilità di imitazione valutate alla MIS correlano negativamente con i tempi di attenzione all'area delle attività nella canzoncina streghe ( $r = -.8$ ;  $p = .008$ ). Il parametro accuratezza correla positivamente con i tempi di attenzione all'area dell'interazione sociale nell'attività blocchi ( $r = .58$ ;  $p = .058$ ) e con l'area dell'interazione sociale nella canzoncina streghe ( $r = .67$ ;  $p = .015$ ). A causa degli effetti tetto dei punteggi alla scala MIS, non è stato possibile studiare le correlazioni tra le abilità imitative ed i tempi di attenzione nel gruppo TD. Nei due gruppi, non si osservano altre correlazioni statisticamente significative per i parametri da noi studiati.

I risultati descritti evidenziano che in due condizioni sperimentali differenti (attività con oggetti non sonori, blocchi, e canzoncina con gesti, streghe) c'è una relazione tra attenzione visiva e punteggio alla MIS: in particolare, una maggiore attenzione all'area dell'interazione evidenziata nel *task* con *eye tracker* correla positivamente con una migliore capacità di imitare. I gruppi ASD e TD sono numericamente esigui e sarebbe interessante approfondire questo dato in uno studio più ampio con bambini di età cronologica differenziati.

#### **4.4 Discussione**

Lo studio fin qui descritto, prendendo in considerazione l'ipotesi di un'anomalia nei processi di selezione nell'autismo (Vanvuchelen et al., 2013), ha confrontato i tempi di attenzione dei bambini coinvolti in compiti di *free viewing* di video naturalistici in cui gli attori compiono tipologie di azioni diverse (azioni con oggetti non sonori vs azioni con oggetti sonori vs azioni correlate ad una canzoncina) mentre si imitavano. L'imitazione, infatti, è caratterizzata da aspetti di comunicazione non verbale specifici, come la sincronia e la turnazione. Per studiare il legame tra attenzione sociale ed imitazione di atti motori sono stati utilizzati video in cui i protagonisti usano come copione proprio l'imitazione.

Nei risultati dello studio, come atteso, si osserva una differenza significativa tra i gruppi ASD e TD nell'attenzione visiva verso le aree di interazione sociale e verso lo sfondo. Il gruppo con ASD tende a guardare meno l'area dell'interazione sociale, in particolare i volti degli attori, ed a prestare più attenzione allo sfondo rispetto al gruppo TD. Questo dato va a supporto della letteratura sull'argomento. Infatti, studi con *eye-tracker*, che hanno utilizzato video naturalistici, hanno già evidenziato nelle persone con autismo, rispetto ai gruppi di controllo, una maggiore attenzione agli elementi dello sfondo piuttosto che al volto degli attori

(Shic et al.,2011; Rice et al.,2012; Speer et al.,2007; Klin et al., 2002). Quest'ultima osservazione è stata confermata anche in compiti con *eye-tracker* in cui l'attore guarda in modo diretto il bambino per coinvolgerlo in attività di gioco (Chawarska, Macari & Shic, 2012; Jones, Carr & Klin. 2008).

Inoltre l'analisi statistica dello studio descritto in questo capitolo ha evidenziato che, nei gruppi ASD e TD, i pattern di attenzione visiva le aree dell'attività variano in relazione alla tipologia delle azioni presentate nei video (attività su oggetti non sonori vs attività su oggetti sonori vs canzoncina con gesto). Anche i tempi di attenzione ai volti variano nelle tre condizioni sperimentali presentate. Diverse attività elicitano pattern attentivi specifici: azioni significative con oggetti, sonori e non sonori, ed una canzoncina per bambini con i gesti elicitano pattern di attenzione visiva specifici in assenza di correlazioni con altre variabili come il linguaggio. I bambini osservano in modo diverso le tre condizioni sperimentali perché sono interessati in modo diverso da ciò che vedono. Già Vivanti e colleghi (2008) avevano evidenziato che l'attenzione visiva verso azioni significative e azioni non significative, differiva nelle condizioni sperimentali presentate nel suo studio.

È interessante osservare come il quoziente di sviluppo del linguaggio non sia un aspetto importante nello studio dell'attenzione visiva nei video proposti. La relazione tra linguaggio ed imitazione è ben documentata in letteratura (Tomasello. 2005). Arbib (2002,2005), ad esempio, ha proposto sette tappe nell'acquisizione del linguaggio e l'imitazione è l'elemento centrale di due delle tappe descritte. Nadel descrive l'imitazione come linguaggio preverbale (Nadel. 1999). Gli stimoli che abbiamo presentato, infatti, riguardano azioni con oggetti sonori, non sonori e una canzoncina con i gesti. I processi cognitivi coinvolti sono molteplici e, relativamente all'attenzione, si annoverano: l'attivazione dell'attenzione visiva *tout cure* nel video di azioni con oggetti non sonori; l'attivazione dell'attenzione visiva ed uditiva per stimoli semplici, come il suono di un tamburo, nei video

di azioni con oggetti sonori; l'attivazione dell'attenzione visiva ed uditiva per stimoli semanticamente complessi, come nei video con la canzoncina. Effettivamente, le abilità linguistiche dell'osservatore potrebbero influenzare la decodifica e la comprensione del messaggio verbale presente nella canzoncina. Già Chawaska e collaboratori (2012) hanno sottolineato come la presenza dello sguardo rivolto al bambino insieme ad una frase di poche parole modificano l'attenzione visiva nel loro gruppo sperimentale: i bambini con ASD guardano meno l'intera scena e il volto quando l'attrice li guarda e dice una frase rispetto alla condizione sperimentale in cui l'attrice fa un panino e non li guarda. Il paradigma sperimentale descritto in questo studio differisce da Chawaska e colleghi (2012): gli attori si guardano e cantano tra loro, lo sguardo e il parlato non sono rivolti in modo diretto al bambino. Comunque il linguaggio verbale insieme ai gesti simbolici della canzoncina rappresentano stimoli più complessi da elaborare rispetto alla semplice imitazione di azioni con oggetti sonori e non. Eppure nel gruppo ASD la complessità percettiva dello stimolo e la necessità di una integrazione tra processi cognitivi diversi non hanno un effetto negativo sull'attenzione visiva prestata. Infatti, se si confrontano la performance dei bambini ASD tra le tre condizioni sperimentali, si osserva che tendono a guardare di più il volto degli attori durante la canzoncina come i bambini TD, pur avendo un profilo di sviluppo linguistico medio inferiore. Questo dato è particolarmente interessante perché evidenziata che, come già osservato da Guillon e collaboratori (2014), l'attenzione visiva verso stimoli sociali dei soggetti ASD non è qualitativamente diversa rispetto ai soggetti TD. Nello studio presentato l'attenzione tra i due gruppi è quantitativamente diverse. Un altro aspetto importante evidenziato nello studio è la diversa attenzione rivolta agli attori nei due gruppi: sia i soggetti ASD che TD guardano di più l'attore bambino rispetto all'attore adulto nelle condizioni sperimentali presentate. Questa differenza è statisticamente significativa tra i due gruppi perché i bambini con ASD guardano significativamente di più il bambino rispetto all'adulto in confronto al gruppo TD.

Forse i bambini tendono a guardare di più il loro pari, anche se le maggiori competenze relativamente all'interazione sociale dei soggetti TD fanno sì che guardino entrambi gli attori in modo congruo alla tipologia dell'azione. Potrebbe essere più gratificante prestare attenzione ad un altro bambino come potrebbe piacere di più guardare una canzoncina? È noto, infatti, che i bambini sono attratti naturalmente dai loro pari nelle situazioni sociali e, per lo più, apprezzano le canzoncine e lo stato di arousal aumenta. I dati fin qui descritti appaiono controversi e da approfondire in future ricerche ma è esemplificativo di una differenza quantitativa più che qualitativa dell'attenzione sociale tra i gruppi ASD e TD.

La spiegazione di questa differenza quantitativa potrebbe essere correlata alla ipo-attivazione della via sottocorticale che include il sistema limbico, in particolare l'amigdala, collegata all'elaborazione percettiva dei volti (Todorov et al., 2008a; Todorov & Engell, 2008b) e alla gratificazione nel vedere volti felici (Sims, 2014), oppure alla ipo-attivazione delle aree corticali correlate ad esempio allo sguardo (Pelphrey et al., 2003) e al movimento biologico (Grossman et al 2010; Klin et al., 2015). Il presente studio non risponde a questa domanda e i gruppi sperimentali arruolati sono troppo esigui per generalizzare i risultati ma sarebbe interessante approfondire questa osservazione in ricerche future.

Inoltre, tra i risultati descritti è importante sottolineare che un buon punteggio alla MIS correla positivamente con una maggiore attenzione alle aree di interazioni sociali in due delle sei condizioni sperimentali presentate. Considerando l'ampiezza del campione, questo dato è interessante. La correlazione tra parametri di attenzione visiva ottenuti con *l'eye-tracker* e punteggi ad un compito di imitazione motoria somministrato *in vivo* evidenziano che i bambini più attenti all'interazione anche in video sono quelli che imitano meglio. Questa correlazione supporta la scelta metodologica di valutare in due setting sperimentali diversi l'attenzione visiva, come processo di base dell'imitazione, ed il comportamento di imitazione

di atti motori vero e proprio, uno con video stimoli per l'*eye-tracker* e l'altro in una interazione *in vivo*.

Lo studio descritto ha molteplici limiti. Anche nel nostro gruppo sperimentale, come ci aspettavamo, in sintonia con le osservazioni di Shic e collaboratori (2011), il gruppo TD ha abilità verbali e non verbali significativamente più elevate del gruppo ASD. Inoltre, il gruppo sperimentale esiguo da noi arruolato non permette facili generalizzazioni. In future ricerche sarebbe necessario avere più gruppi di controllo di bambini a sviluppo tipico comparati non solo per età cronologica ma anche per età mentale con il gruppo ASD. La varietà di stimoli a cui è sottoposto il campione potrebbe evidenziare nei bambini un pattern di attenzione diverso a seconda del profilo cognitivo, in particolare in relazione alle abilità linguistiche e di imitazione. Un ulteriore limite della ricerca è la mancanza di omogeneità dei gruppi ASD e TD relativamente al genere. Sebbene Edwards (2014) ha evidenziato che il genere non ha una influenza specifica sui compiti di imitazione, riteniamo sarebbe opportuno considerare questa variabile. Un altro aspetto interessante da approfondire in lavori futuri è il profilo sensoriale dei bambini, perché tutte le preferenze registrate potrebbero aver un effetto importante come moderatori dell'attenzione sociale e quindi dell'imitazione nelle tipologie di attività svolte.

Dal momento che il profilo cognitivo non interagisce significativamente con i tempi di attenzione verso le aree di interazione e lo sfondo nel gruppo di soggetti arruolati e il compito visivo si profila a carico cognitivo leggero, sarebbe interessante somministrare gli stimoli utilizzati nel presente lavoro a bambini a rischio di autismo per valutare l'eventuale attendibilità dei parametri di attenzione visiva come marcatori dell'eventuale futura condizione clinica.

In sintesi lo studio descritto, in accordo con la letteratura sull'argomento, ha evidenziato un pattern di attenzione sociale specifico per le scene sociali nei soggetti con ASD caratterizzato, rispetto al gruppo di controllo, da una maggiore attenzione allo sfondo piuttosto

che all'area dell'interazione, in particolare all'area del volto. Tra le tre condizioni sperimentali i bambini con ASD guardano di più il volto durante i video con la canzoncina e i gesti proprio come i bambini TD. Una maggiore attenzione visiva è considerato un indicatore di una motivazione accresciuta verso i volti durante la canzoncina. Questo dato fa pensare che l'uso di canzoncine piace ai soggetti ASD e TD ed aumenta la loro attenzione verso colui che canta. I risvolti clinici di questa osservazione sono notevoli. È necessario però comprendere meglio quanto il profilo cognitivo e relazionale rappresenti un mediatore dei risultati osservati.

Nel confronto tra le condizioni sperimentali, è emerso che i bambini con ASD hanno pattern di attenzione simili ai soggetti TD nelle tre condizioni sperimentali ed è interessante presentare condizioni sperimentali diverse in futuri studi con eye-tracker per approfondire le conoscenze su come i soggetti con ASD guardano scene di natura sociale ed evidenziare le eventuali anomalie dei pattern attentivi. Utilizzando il frame dell'imitazione, la valutazione dell'attenzione visiva ha importanti risvolti sulla comprensione dei processi di imitazione e, soprattutto, sulla motivazione all'imitazione anche in bambini molto piccoli, con importanti ricadute diagnostiche e riabilitative.

## Conclusioni

Le interazioni sociali sono complesse: le persone comunicano tra loro attraverso la comunicazione verbale e non verbale in modo dinamico. Descrivere i meccanismi sottesi ai comportamenti sociali è importante per comprendere la natura stessa delle interazioni sociali (Wang & Hamilton, 2012). L'imitazione è un comportamento pro-sociale, alla base dello sviluppo e dell'integrazione culturale dell'individuo, e svolge un ruolo di primo piano nella creazione di relazioni sociali e regole sociali, nello sviluppo delle competenze emotive, cognitive e relazionali della persona.

Il caso dell'autismo (*Autism Spectrum Disorder, ASD*) è paradigmatico per lo studio dell'imitazione. L'autismo è una condizione clinica complessa che accomuna persone con profili di sviluppo cognitivo, emotivo e relazionale molto diversi, in assenza di un modello eziopatogenetico unitario. I soggetti con ASD imitano meno e con minore accuratezza dei coetanei, manifestando anche una minore propensione all'imitazione (Rogers et al., 2003; Vivanti & Hamilton 2014). Molteplici sono i modelli psicologici che spiegano questo deficit di imitazione. Di particolare interesse sono il modello a due vie (Tessari e Rumiati, 2007; Vivanti., 2008) e il modello STORM (Wang & Hamilton, 2012; Hamilton, 2015) che integrano le conoscenze sui modelli cognitivi dell'imitazione alle caratteristiche cliniche dell'autismo. Entrambi enfatizzano l'importanza dei processi di selezione nell'attivazione dell'imitazione. In particolare, il modello STORM evidenzia il ruolo dei *cue* sociali, come lo sguardo, nel modulare i processi di controllo top-down necessari per la trasformazione degli stimoli visivi in atti motori.

Alcuni autori si sono interrogati su cosa guardano le persone durante le interazioni sociali ed hanno scelto di sottoporre i soggetti sperimentali a studi con *eye-tracker* utilizzando video di interazioni naturalistiche (Rice et al., 2012; Shic et al., 2011; Jones et al., 2007; Speer



et al., 2007; Klin et al., 2002). Si è evidenziato che le persone con autismo, rispetto al gruppo di controllo, hanno una maggiore attenzione agli elementi dello sfondo, all'area in cui si svolge l'azione piuttosto che al volto. Altri autori, sempre utilizzando l'*eye-tracker*, hanno approfondito lo studio dell'imitazione, interrogandosi su cosa guarda un bambino, specialmente se affetto da ASD, durante una situazione in cui potrebbe o dovrebbe imitare (Vivanti, 2008; Vivanti & Dissanayake, 2014). L'attenzione agli occhi e allo sguardo è particolarmente importante nello sviluppo socio-relazionale per il gran numero di significati che veicola. Per i bambini con autismo, questo aspetto risulta poco rilevante proprio durante i compiti di imitazione (Vivanti & Dissanayake, 2014).

Ogni individuo è impegnato nell'osservazione di altri che interagiscono e riesce a coglierne gli aspetti salienti, facendo proprie le azioni che arricchiscono il bagaglio di esperienza in modo vicario. Considerando che l'imitazione di per sé può avvenire in un contesto di interazione diadica oppure attraverso l'osservazione passiva di altri che interagiscono, nel capitolo 4 della tesi è descritto uno studio con *eye-tracker* in cui i soggetti guardano dei video di interazioni diadiche che hanno come copione l'imitazione. I risultati confermano che i bambini con autismo, rispetto ai loro coetanei con sviluppo tipico, tendono a guardare meno l'area dell'interazione sociale, in particolare i volti, rispetto allo sfondo. Si rileva però, in sintonia con le considerazioni di Guillon (2014), che non c'è una differenza qualitativa tra la performance dei due gruppi osservati ma quantitativa. Come già sottolineato, una spiegazione è correlata alla ipo-attivazione della via sottocorticale che include il sistema limbico, in particolare l'amigdala, connessa all'elaborazione percettiva dei volti (Todorov et al., 2008a; Todorov & Engell. 2008b), e alla gratificazione nel vedere volti felici (Sims 2014), oppure alla ipo-attivazione delle aree corticali correlate ad esempio allo sguardo (Pelphrey et al., 2003) e al movimento biologico (Grossman et al., 2010; Klin et al., 2015).

Considerando l'attenzione agli stimoli sociali un indicatore di motivazione sociale, i dati raccolti confermano la necessità di inserire gli aspetti motivazionali alla base dei modelli esplicativi dell'imitazione. In sintonia con le osservazioni di Bandura (1971), la motivazione è un attivatore del comportamento di imitazione importante e può modulare la minore sensibilità agli stimoli sociali osservata nei soggetti con autismo.

## ***Bibliografia***

Adams, L. (1998). Oral-motor and motor-speech characteristics of children with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 13(2), 108-112.

American Psychiatric Association (APA) (1952), (DSM-I) Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 1rd edition. Washington DC.

American Psychiatric Association (APA) (1968), (DSM-II) Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 2rd edition. Washington DC.

American Psychiatric Association (APA) (1987), (DSM-III-R) Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 3rd edition revised. Washington DC.

American Psychiatric Association (APA) (1994), (DSM-IV) Diagnostic and statistical manual of mental disorders, IV edition. Washington DC.

American Psychiatric Association (APA) (2000), (DSM-IV-TR) Diagnostic and statistical manual of mental disorders, IV edition-Test Revisited. Washington DC.

American Psychiatric Association (2013), *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, 5th edn, American Psychiatric Press: Washington, DC, USA

Anderson, C. J., Colombo, J., & Jill Shaddy, D. (2006). Visual scanning and pupillary responses in young children with autism spectrum disorder. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(7), 1238-1256.

Andersen, P. N., Skogli, E. W., Hovik, K. T., Geurts, H., Egeland, J., & Øie, M. (2015). Working memory arrest in children with high-functioning autism compared to children with

attention-deficit/hyperactivity disorder: Results from a 2-year longitudinal study. *Autism*, 19(4), 443-450.

Arbib, M. A. (2002). fO The Mirror System, Imitation, and the Evolution of Language. *Imitation in animals and artifacts*, 229.

Arbib, M. A. (2005). From monkey-like action recognition to human language: An evolutionary framework for neurolinguistics. *Behavioral and brain sciences*, 28(02), 105-124.

Asperger, H. (1944). Die „Autistischen Psychopathen“ im Kindesalter. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 117(1), 76-136.

Bachevalier, J., & Loveland, K. A. (2006). The orbitofrontal–amygdala circuit and self-regulation of social–emotional behavior in autism. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(1), 97-117.

Bandura, A., & Barab, P. G. (1971). Conditions governing non reinforced imitation. *Developmental Psychology*, 5(2), 244.

Bandura, A. (1977) *Social Learning Theory* Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Baxter, A. J., Brugha, T. S., Erskine, H. E., Scheurer, R. W., Vos, T., & Scott, J. G. (2015). The epidemiology and global burden of autism spectrum disorders. *Psychological medicine*, 45(03), 601-613.

Baron-Cohen, S. E., Tager-Flusberg, H. E., & Cohen, D. J. (1994). *Understanding other minds: Perspectives from autism*. In Most of the chapters in this book were presented in draft form at a workshop in Seattle, Apr 1991.. Oxford University Press.

Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a “theory of mind”? *Cognition*, 21(1), 37-46.

Baron-Cohen, S., Campbell, R., Karmiloff-Smith, A., Grant, J., & Walker, J. (1995). Are children with autism blind to the mentalistic significance of the eyes?. *British Journal of Developmental Psychology*, 13(4), 379-398.

Baron-Cohen, S., Auyeung, B., Nørgaard-Pedersen, B., Hougaard, D. M., Abdallah, M. W., Melgaard, L., ... & Lombardo, M. V. (2015). Elevated fetal steroidogenic activity in autism. *Molecular psychiatry*, 20(3), 369-376.

Baruth, J. M., Wall, C. A., Patterson, M. C., & Port, J. D. (2013). Proton magnetic resonance spectroscopy as a probe into the pathophysiology of autism spectrum disorders (ASD): a review. *Autism Research*, 6(2), 119-133.

Bekkering H., Wohlschlagel A., Gattis M. (2000), Imitation of gestures in children is goal-directed, in «The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A», 53(1), 153-164.

Bethlehem, R. A., van Honk, J., Auyeung, B., & Baron-Cohen, S. (2013). Oxytocin, brain physiology, and functional connectivity: a review of intranasal oxytocin fMRI studies. *Psychoneuroendocrinology*, 38(7), 962-974.

Billeci, L., Narzisi, A., Campatelli, G., Crifaci, G., Calderoni, S., Gagliano, A., ... & Raso, R. (2016). Disentangling the initiation from the response in joint attention: an eye-tracking study in toddlers with autism spectrum disorders. *Translational psychiatry*, 6(5), e808.

Bishop, D. V., Maybery, M., Maley, A., Wong, D., Hill, W., & Hallmayer, J. (2004). Using self-report to identify the broad phenotype in parents of children with autistic spectrum

disorders: a study using the Autism-Spectrum Quotient. *Journal of child psychology and psychiatry*, 45(8), 1431-1436.

Brass M., Heyes C. (2005), Imitation: is cognitive neuroscience solving the correspondence problem?, in «Trends in cognitive sciences», 9(10), 489-495.

Braunschweig, D., & Van de Water, J. (2012). Maternal autoantibodies in autism. *Archives of neurology*, 69(6), 693-699.

Brenner, L. A., Turner, K. C., & Müller, R. A. (2007). Eye movement and visual search: are there elementary abnormalities in autism?. *Journal of autism and developmental disorders*, 37(7), 1289-1309.

Butterworth, G., Harris M.,(1999). *Fondamenti di psicologia dello sviluppo*, Taylor & Francis Ltd.

Campbell, D. J., Shic, F., Macari, S., & Chawarska, K. (2014). Gaze response to dyadic bids at 2 years related to outcomes at 3 years in autism spectrum disorders: a subtyping analysis. *Journal of autism and developmental disorders*, 44(2), 431-442.

Campbell, D. B., Sutcliffe, J. S., Ebert, P. J., Militerni, R., Bravaccio, C., Trillo, S., ... & Levitt, P. (2006). A genetic variant that disrupts MET transcription is associated with autism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(45), 16834-16839.

Campbell, D. B., Li, C., Sutcliffe, J. S., Persico, A. M., & Levitt, P. (2008). Genetic evidence implicating multiple genes in the MET receptor tyrosine kinase pathway in autism spectrum disorder. *Autism Research*, 1(3), 159-168.

Canitano, R., & Vivanti, G. (2007). Tics and Tourette syndrome in autism spectrum disorders. *Autism*, 11(1), 19-28.

Case-Smith, J., Weaver, L. L., & Fristad, M. A. (2014). A systematic review of sensory processing interventions for children with autism spectrum disorders. *Autism*, 1362361313517762.

Carpenter, M., Tomasello, M., & Savage-Rumbaugh, S. (1995). Joint attention and imitative learning in children, chimpanzees, and enculturated chimpanzees. *Social Development*, 4, 217–237

Caspers S., Zilles K., Laird A.R., Eickhoff S.B. (2010), ALE meta-analysis of action observation and imitation in the human brain, in «*Neuroimage*», 50(3), 1148-1167.

Catmur C., Walsh V., Heyes C. (2009), Associative sequence learning: the role of experience in the development of imitation and the mirror system, in «*Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*», 364(1528), 2369-2380.

Catani, M., & Jones, D. K. (2005). Perisylvian language networks of the human brain. *Annals of neurology*, 57(1), 8-16.

Chawarska, K., Klin, A., & Volkmar, F. (2003). Automatic attention cueing through eye movement in 2-year-old children with Autism. *Child development*, 74(4), 1108-1122.

Chawarska, K., Macari, S., & Shic, F. (2012). Context modulates attention to social scenes in toddlers with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(8), 903-913.

Chawarska, K., Macari, S., & Shic, F. (2013). Decreased spontaneous attention to social scenes in 6-month-old infants later diagnosed with autism spectrum disorders. *Biological psychiatry*, 74(3), 195-203.

Charman T, Pickles A, Siminoff E, Chandler S, Loucas T, Baird G. (2011), IQ in children with autism spectrum disorders: data from the Special Needs and Autism Project (SNAP). *Psychol Med.* 41:619–627.

Chevallier C., Kohls G., Troiani V., Brodtkin E.S., Schultz R.T. (2012), The social motivation theory of autism, in «Trends in cognitive sciences», 16(4), 231-239.

Colombi C., Liebal K., Tomasello M., Young G., Warneken F., Rogers S.J. (2009), Examining correlates of cooperation in autism Imitation, joint attention, and understanding intentions, in «Autism», 13(2), 143-163.

Constantino, J. N., & Todd, R. D. (2003). Autistic traits in the general population: a twin study. *Archives of general psychiatry*, 60(5), 524-530.

Contaldo, A., Colombi, C., Narzisi, A., & Muratori, F. (2016). The Social Effect of “Being Imitated” in Children with Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in psychology*, 7.

Cox A., Kohls G., Naples A.J., Mukerji C.E., Coffman M.C., Rutherford H.J. (2015), Diminished social reward anticipation in the broad autism phenotype as revealed by event-related brain potentials, in «Social cognitive and affective neuroscience», nsv024.

Courchesne, E., Karns, C. M., Davis, H. R., Ziccardi, R., Carper, R. A., Tigue, Z. D., & Courchesne, R. Y. (2001). Unusual brain growth patterns in early life in patients with autistic disorder an MRI study. *Neurology*, 57(2), 245-254.

Custance, D. M., Mayer, J. L., Kumar, E., Hill, E., & Heaton, P. F. (2014). Do Children With Autism Re-Enact Object Movements Rather Than Imitate Demonstrator Actions?. *Autism Research*, 7(1), 28-39.



Dapretto, M., Davies, M. S., Pfeifer, J. H., Scott, A. A., Sigman, M., Bookheimer, S. Y., & Iacoboni, M. (2006). Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nature neuroscience*, 9(1), 28-30.

Dawson G, Meltzoff AN, Osterling J, Rinaldi J, Brown E (1998) Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *J Autism Dev Disord* 28: 479- 485.

Dawson, G., Toth, K., Abbott, R., Osterling, J., Munson, J., Estes, A., et al. (2004). Early social attention impairments in autism: social orienting, joint attention, and attention to distress. *Dev. Psychol.* 40, 271–283.

Dawson, G., Webb, S., and McPartland, J. (2005). Understanding the nature of face processing impairment in autism: insights from behavioural and electrophysiological studies. *Dev. Neuropsychol.* 27, 403–424.

de Hamilton A. F. (2015), The neurocognitive mechanisms of imitation, in «Current Opinion in Behavioral Sciences», 3, 63-67.

De Renzi, E., Cavalleri, F., & Facchini, S. (1996). Imitation and utilization behaviour. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 61(4), 396-400.

Di Martino, A., Yan, C. G., Li, Q., Denio, E., Castellanos, F. X., Alaerts, K., ... & Milham, M. P. (2014). The autism brain imaging data exchange: towards a large-scale evaluation of the intrinsic brain architecture in autism. *Molecular psychiatry*, 19(6), 659-667.

Dohmen, A., Bishop, D. V., Chiat, S., & Roy, P. (2016). Body movement imitation and early language as predictors of later social communication and language outcomes: A longitudinal study. *Autism & Developmental Language Impairments*, 1, 2396941516656636.

Dunn, W., & Brown, C. (1997). Factor analysis on the Sensory Profile from a national sample of children without disabilities. *American Journal of Occupational Therapy*, 51(7), 490-495.

Ecker, C., Bookheimer, S. Y., & Murphy, D. G. (2015). Neuroimaging in autism spectrum disorder: brain structure and function across the lifespan. *The Lancet Neurology*.

Edmunds, S. R., Ibañez, L. V., Warren, Z., Messinger, D. S., & Stone, W. L. (2016). Longitudinal prediction of language emergence in infants at high and low risk for autism spectrum disorder. *Development and psychopathology*, 1-11.

Edwards, L. A. (2014). A Meta-Analysis of Imitation Abilities in Individuals With Autism Spectrum Disorders. *Autism Research*.

Enticott, P. G., Kennedy, H. A., Rinehart, N. J., Tonge, B. J., Bradshaw, J. L., Taffe, J. R., & Fitzgerald, P. B. (2012). Mirror neuron activity associated with social impairments but not age in autism spectrum disorder. *Biological psychiatry*, 71(5), 427-433.

Frith U. (2009). L'autismo. Spiegazione di un enigma.

Forbes, P. A., Pan, X., & Hamilton, A. F. D. C. (2016). Reduced Mimicry to Virtual Reality Avatars in Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(12), 3788-3797.

Gallese V., Fadiga L., Fogassi L., Rizzolatti G. (1996), Action recognition in the premotor cortex, in «Brain», 119(2), 593-610.

Gallese V., Rochat M.J., Berchio C. (2013), The mirror mechanism and its potential role in autism spectrum disorder, in «Developmental Medicine & Child Neurology», 55(1), 15-22.

Gepner, B., & Féron, F. (2009). Autism: a world changing too fast for a mis-wired brain?. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(8), 1227-1242.

Gros I.T., Panasiti M.S., Chakrabarti B. (2015), The plasticity of the mirror system: How reward learning modulates cortical motor simulation of others, in « *Neuropsychologia* », 70, 255-262.

Grossman, E., Donnelly, M., Price, R., Pickens, D., Morgan, V., Neighbor, G., & Blake, R. (2000). Brain areas involved in perception of biological motion. *Journal of cognitive neuroscience*, 12(5), 711-720.

Hamilton, A. F. D. C., Brindley, R. M., & Frith, U. (2007). Imitation and action understanding in autistic spectrum disorders: how valid is the hypothesis of a deficit in the mirror neuron system?. *Neuropsychologia*, 45(8), 1859-1868.

Hamilton, A. F. D. C. (2013). Reflecting on the mirror neuron system in autism: a systematic review of current theories. *Developmental cognitive neuroscience*, 3, 91-105.

Hassall, R. (2016). Does everybody with an autism diagnosis have the same underlying condition?. *Re-Thinking Autism: Diagnosis, Identity and Equality*, 49.

Harms, M. B., Martin, A., & Wallace, G. L. (2010). Facial emotion recognition in autism spectrum disorders: a review of behavioral and neuroimaging studies. *Neuropsychology review*, 20(3), 290-322.

Heiser M., Iacoboni M., Maeda F., Marcus J., Mazziotta J.C. (2003), The essential role of Broca's area in imitation, in « *European Journal of Neuroscience* », 17(5), 1123-1128.

Herrington, J. D., Riley, M. E., Grupe, D. W., & Schultz, R. T. (2015). Successful Face Recognition is Associated with Increased Prefrontal Cortex Activation in Autism Spectrum Disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 45(4), 902-910

Hobson RP, Ouston J, Lee A (1988) Emotion recognition in autism: coordinating faces and voices. *Psychol Med.*, 18: 911-923.

Hobson, R. P., & Lee, A. (1999). Imitation and identification in autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 40(04), 649-659.

Hobson, R. P., & Hobson, J. A. (2008). Dissociable aspects of imitation: A study in autism. *Journal of experimental child psychology*, 101(3), 170-185.

Huerta, M., Bishop, S. L., Duncan, A., Hus, V., & Lord, C. (2014). Application of DSM-5 criteria for autism spectrum disorder to three samples of children with DSM-IV diagnoses of pervasive developmental disorders.

Hurley, S. L., & Chater, N. (Eds.). (2005). *Perspectives on Imitation: Mechanisms of imitation and imitation in animals* (Vol. 1). MIT Press.

Iacoboni M., Woods R.P., Brass M., Bekkering H., Mazziotta J. C., Rizzolatti G. (1999), Cortical mechanisms of human imitation, in «*Science*», 286(5449), 2526-2528.

Iacoboni M. (2005), Neural mechanisms of imitation, in «*Current opinion in neurobiology*», 15(6), 632-637.

Iacoboni M., Dapretto M. (2006), The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction, in «*Nature Reviews Neuroscience*», 7(12), 942-951.

Iacoboni M. (2009), Imitation, empathy, and mirror neurons, in «*Annual review of psychology*», 60, 653-670.

Ingersoll, B., & Gergans, S. (2007). The effect of a parent-implemented imitation intervention on spontaneous imitation skills in young children with autism. *Research in developmental disabilities, 28*(2), 163-175.

Ingersoll, B. (2008). The effect of context on imitation skills in children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders, 2*(2), 332-340.

Jones, W., Carr, K., & Klin, A. (2008). Absence of preferential looking to the eyes of approaching adults predicts level of social disability in 2-year-old toddlers with autism spectrum disorder. *Archives of general psychiatry, 65*(8), 946-954.

Jones, C. R. G., Swettenham, J., Charman, T., Marsden, A. J. S., Tregay, J., Baird, G., Happe, F. (2011). No evidence for a fundamental visual motion processing deficit nodules-centers with autism spectrum disorders. *Autism Research, 4*(5), 347–357

Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact (pp. 217-250). publisher not identified.

Kanner, L. (1971). Follow-up study of eleven autistic children originally reported in 1943. *Journal of autism and childhood schizophrenia, 1*(2), 119-145.

Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F. R., & Cohen, D. J. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of General Psychiatry, 59*, 809–816.

Klin, A., Lin, D. J., Gorrindo, P., Ramsay, G., & Jones, W. (2009). Two-year-olds with autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. *Nature, 459*(7244), 257-261.

Klin, A., Shultz, S., & Jones, W. (2015). Social visual engagement in infants and toddlers with autism: Early developmental transitions and a model of pathogenesis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 50, 189-203.

Kohn, N., Eickhoff, S. B., Scheller, M., Laird, A. R., Fox, P. T., & Habel, U. (2014). Neural network of cognitive emotion regulation—an ALE meta-analysis and MACM analysis. *Neuroimage*, 87, 345-355.

Kokal, I., Engel, A., Kirschner, S., & Keysers, C. (2011). Synchronized drumming enhances activity in the caudate and facilitates prosocial commitment-if the rhythm comes easily. *PLoS One*, 6(11), e27272.

Koshino, H., Kana, R. K., Keller, T. A., Cherkassky, V. L., Minshew, N. J., & Just, M. A. (2008). fMRI investigation of working memory for faces in autism: visual coding and underconnectivity with frontal areas. *Cerebral cortex*, 18(2), 289-300.

Kuhn, G., Benson, V., Fletcher-Watson, S., Kovshoff, H., McCormick, C. A., Kirkby, J., & Leekam, S. R. (2010). Eye movements affirm: automatic overt gaze and arrow cueing for typical adults and adults with autism spectrum disorder. *Experimental Brain Research*, 201(2), 155-165.

Lai M.C., Lombardo M.V., Baron Cohen S. (2014), Autism, in «Lancet»; 383: 896–910.

Lainhart, J. E., Bigler, E. D., Bocian, M., Coon, H., Dinh, E., Dawson, G., ... & Volkmar, F. (2006). Head circumference and height in autism: a study by the Collaborative Program of Excellence in Autism. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 140(21), 2257-2274.

Langdell, T. (1978). Recognition of faces: An approach to the study of autism. *Journal of child psychology and psychiatry*, 19(3), 255-268.

Legerstee, M. (1991). The role of person and object in eliciting early imitation. *Journal of experimental child psychology*, 51(3), 423-433.

Leslie, A. M. (1987). Pretense and representation: The origins of "theory of mind.". *Psychological review*, 94(4), 412.

Loke, Y. J., Hannan, A. J., & Craig, J. M. (2015). The role of epigenetic change in autism spectrum disorders. *Frontiers in neurology*, 6, 107.

Lord, C., Rutter, M., Lavore, P.C., & Risi, S. (2005). *Autism Diagnostic Observation Schedule-Second Edition*. Giunti O.S.

Magrelli, S., Jermann, P., Noris, B., Ansermet, F., Hentsch, F., Nadel, J., & Billard, A. (2013). Social orienting of children with autism to facial expressions and speech: a study with a wearable eye-tracker in naturalistic settings. *Frontiers in psychology*, 4(EPFL-ARTICLE-195171).

Marco, E. J., Hinkley, L. B., Hill, S. S., & Nagarajan, S. S. (2011). Sensory processing in autism: a review of neurophysiologic findings. *Pediatric Research*, 69, 48R-54R.

Meltzoff A.N. (1988), Infant Imitation and Memory: Nine-month Olds Immediate and Deferred tests, in «*Child Development*», 59, 217-225.

Melzoff A.N., Moore M.K. (1989), Imitation in Newborn Infants: Exploring the Range of Gestures Imitated and The Underlying Mechanisms, in «*Developmental Psychology*», 25 (6), 954-962.

Meltzoff A.N. (1990), Foundations for developing a concept of self: The role of imitation in relating self to other and the value of social mirroring, social modeling, and self practice in infancy, in Cicchetti, D., Beeghly, M. (Eds), The self in transition: Infancy to childhood, University of Chicago Press.

Meltzoff A.& Gopnik A. (1993), The role of imitation in Understanding persons and in developing a theory of mind, in Baron-Cohen et al. (Eds) Understanding other minds: Perspectives from autism. Oxford University Press.

Meltzoff A.N., Moore M. K. (1997), Explaining facial imitation: A theoretical model, in «Early Development & Parenting», 6(3-4), 179.

Meltzoff, A. N., & Prinz, W. (2002). The imitative mind. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Meltzoff, A. (2004). The case for a developmental cognitive science: The Theories of people and things. In G. Bremner & A. Slater(Eds.), Theories of infant development (pp. 145–173). Malden, MA: Blackwell.

McDuffie, A., Turner, L., Stone, W., Yoder, P., Wolery, M., & Ulman, T. (2007). Developmental correlates of different types of motor imitation in young children with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 37(3), 401-412.

Micali, N., Chakrabarti, S., & Fombonne, E. (2004). The Broad Autism phenotype findings from an epidemiological survey. *Autism*, 8(1), 21-37.

Molenberghs P., Cunnington R., Mattingley J.B. (2009), Is the mirror neuron system involved in imitation? A short review and meta-analysis, in «Neuroscience & Biobehavioral Reviews», 33(7), 975-980.



Mori, K., Toda, Y., Ito, H., Mori, T., Mori, K., Goji, A., ... & Kagami, S. (2015). Neuroimaging in autism spectrum disorders: 1 H-MRS and NIRS study. *The Journal of Medical Investigation*, 62(1.2), 29-36.

Nadel-Brulfert, J., & Baudonniere, P. M. (1982). The social function of reciprocal imitation in 2-year-old peers. *International Journal of Behavioral Development*, 5(1), 95-109.

Nadel, J., & Fontaine, A. M. (1989). Communicating by imitation: A developmental and comparative approach to transitory social competence. In *Social competence in developmental perspective* (pp. 131-144). Springer Netherlands.

Nadel, J. (2002). Imitation and imitation recognition: Functional use in preverbal infants and nonverbal children with autism. *The imitative mind: Development, evolution, and brain bases*, 42-62.

Nielsen M., Blank C. (2011), Imitation in young children: When who gets copied is more important than what gets copied, in «*Developmental Psychology*», 47(4), 1050.

O'Connor, K. (2012). Auditory processing in autism spectrum disorder: a review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 836-854.

Osterling, J., Dawson, G., and Munson, J. (2002). Early recognition of one year old infants with autism spectrum disorder versus mental retardation: a study of first birthday party home videotapes. *J. Dev. Psychopathol.* 14, 239–252.

Patterson KE, Shewell C. The cognitive neuropsychology of language. In: Coltheart M, Sartori G, Job R, editors. *Speak and spell: dissociations and word class effects*. London: Erlbaum; 1987. p. 273–94.

Peeters, T. (1997). *Autism: From theoretical understanding to educational intervention*. Whurr Publishers.

Pelphrey, K. A., Morris, J. P., & McCarthy, G. (2005). Neural basis of eye gaze processing deficits in autism. *Brain*, 128(5), 1038-1048.

Peppe, S., and McCann, J. (2003). Assessing intonation and prosody in children with atypical language development: the PEPS-C test and the revised version. *Clin. Linguist. Phon.* 17, 345–354.

Piaget, J., Musatti-Rapuzzi, C., & Claparède, E. (1962). *Il linguaggio e il pensiero del fanciullo*. Editrice Universitaria.

Piaget J., *La rappresentazione del mondo nel fanciullo*. Edizione italiana : 1966, Bollati Boringhieri

Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Q. J. Exp. Psychol.* 32, 3–25.

Press, C., Gillmeister, H., & Heyes, C. (2007). Sensorimotor experience enhances automatic imitation of robotic action. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 274(1625), 2509-2514.

Prinz W. (2002), *Experimental approaches to imitation*, in Meltzoff e Prinz (EDS), *The imitative mind: Development, evolution and brain bases*, Cambridge University Press..

Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind?. *Behavioral and brain sciences*, 1(04), 515-526.

Ramachandran, V. S., & Oberman, L. M. (2006). Broken mirrors: a theory of autism. *Scientific American*, 295(5), 62-69.

Reissland, N. (1988). Neonatal imitation in the first hour of life: Observations in rural Nepal. *Developmental Psychology*, 24(4), 464.

Riby, D. M., Brown, P. H., Jones, N., & Hanley, M. (2012). Brief report: Faces cause less distraction in autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(4), 634-639

Rimland, B. (1968). On the objective diagnosis of infantile autism. *Acta Paedopsychiatrica: International Journal of Child & Adolescent Psychiatry*.

Rizzolatti, G., & Arbib, M. A. (1998). Language within our grasp. *Trends in neurosciences*, 21(5), 188-194.

Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annu. Rev. Neurosci.*, 27, 169-192.

Rizzolatti G. (2005), The Mirror Neuron System and Imitation, in «Perspectives on Imitation: Mechanisms of imitation and imitation in animals», 1, 55.

Rizzolatti, G., Fabbri-Destro, M., & Cattaneo, L. (2009). Mirror neurons and their clinical relevance. *Nature Clinical Practice Neurology*, 5(1), 24-34.

Robinson, E. B., St Pourcain, B., Anttila, V., Kosmicki, J. A., Bulik-Sullivan, B., Grove, J., & Martin, J. (2016). Genetic risk for autism spectrum disorders and neuropsychiatric variation in the general population. *Nature genetics*, 48(5), 552-555.

Rogers, S. J., & Pennington, B. F. (1991). A theoretical approach to the deficits in infantile autism. *Development and Psychopathology*, 3(02), 137-162.

Rogers, S. J., Bennetto, L., McEvoy, R., & Pennington, B. F. (1996). Imitation and pantomime in high-functioning adolescents with autism spectrum disorders. *Child development*, 67(5), 2060-2073.

Rumiati, R., & Tessari, A. (2002). Imitation of novel and well-known actions. *Experimental Brain Research*, 142(3), 425-433.

Rogers, S. J., Hepburn, S. L., Stackhouse, T., & Wehner, E. (2003). Imitation performance in toddlers with autism and those with other developmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(5), 763-781.

Rogers, S. J., Cook, I., & Meryl, A. (2005). Imitation and play in autism. In F. Volkmar, R. Paul, A. Klin, & D. Cohen (Eds.), *Handbook of autism and pervasive developmental disorders* (3rd ed., pp. 382–405). New York: John Wiley.

Rogers, S. J., & Williams, J. H. (Eds.). (2006). *Imitation and the social mind: Autism and typical development*. Guilford Press.

Rogers S., Dawson G. (2010) *Esdm. Intervento precoce per autismo*, Omega editore.

Rothi G. Ochipa L. & Heilman, K. M. (1991). A cognitive neuropsychological model of limb praxis. *Cognitive Neuropsychology*, 8(6), 443-458.

Rothi, L. G., Ochipa, C., & Heilman, K. M. (1997). A cognitive neuropsychological model of limb praxis and apraxia. *Apraxia: The neuropsychology of action*, 29-49.

Rumiati, R., & Tessari, A. (2002). Imitation of novel and well-known actions. *Experimental Brain Research*, 142(3), 425-433.

Rutter, M. (1974). The development of infantile autism. *Psychological Medicine*, 4(02), 147-163.

Rutter, M. (1978). Diagnosis and definition of childhood autism. *Journal of autism and childhood schizophrenia*, 8(2), 139-161.

Schultz, R. T., Grelotti, D. J., Klin, A., Kleinman, J., Van der Gaag, C., Marois, R., & Skudlarski, P. (2003). The role of the fusiform face area in social cognition: implications for the pathobiology of autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 358(1430), 415-427.

Sims T. B., Van Reekum C. M., Johnstone T., Chakrabarti B. (2012), How reward modulates mimicry: EMG evidence of greater facial mimicry of more rewarding happy faces, in «*Psychophysiology*», 49(7), 998-1004.

Sims T. B., Neufeld J., Johnstone T., Chakrabarti, B. (2014), Autistic traits modulate frontostriatal connectivity during processing of rewarding faces, in «*Social cognitive and affective neuroscience*», 9(12), 2010-2016.

Sinigaglia, C., & Sparaci, L. (2010). Emotions in action through the looking glass<sup>1</sup>. *Journal of analytical psychology*, 55(1), 3-29.

Stern D. N. (1985), *Interpersonal world of the infant: A view from psychoanalysis and development psychology*, Basic books.

Stone W. L., Ousley O.Y., Littleford, C. D. (1997), Motor imitation in young children with autism: What's the object?, in «*Journal of abnormal child psychology*», 25(6), 475-485.

Speer, L. L., Cook, A. E., McMahon, W. M., & Clark, E. (2007). Face processing in children with autism: Effects of stimulus contents and type. *Autism*, 11, 265–277.

Tessari A., Canessa N., Ukmar M., Rumiati R.I. (2007), Neuropsychological evidence for a strategic control of multiple routes in imitation, in «*Brain*», 130(4), 1111-1126.

Travers, B. G., Adluru, N., Ennis, C., Tromp, D. P., Destiche, D., Doran, S., ... & Alexander, A. L. (2012). Diffusion tensor imaging in autism spectrum disorder: a review. *Autism Research*, 5(5), 289-313.

Trevarthen, C. (1979). Communication and cooperation in early infancy: A description of primary intersubjectivity. *Before speech: The beginning of interpersonal communication*, 321-347.

Trevarthen C., Aitken K. J. (2001), Infant intersubjectivity: Research, theory, and clinical applications, in «*Journal of child psychology and psychiatry*», 42(1), 3-48.

Todorov, A., Said, C. P., Engell, A. D., & Oosterhof, N. N. (2008a). Understanding evaluation of faces on social dimensions. *Trends in cognitive sciences*, 12(12), 455-460.

Todorov, A., & Engell, A. D. (2008b). The role of the amygdala in implicit evaluation of emotionally neutral faces. *Social cognitive and affective neuroscience*, nsn033.

Tomasello, M. (2000). Culture and cognitive development. *Current Directions in Psychological Science*, 9(2), 37-40.

Tomasello, M. (2005). Beyond formalities: The case of language acquisition. *The Linguistic Review*, 22(2-4), 183-197.

Tomasello M. (2014), *Unicamente umano, storia naturale del pensiero*, Società Editrice il Mulino, Bologna.

Uchida, M., Biederman, J., Gabrieli, J. D., Micco, J., de Los Angeles, C., Brown, A., & Whitfield-Gabrieli, S. (2015). Emotion regulation ability varies in relation to intrinsic functional brain architecture. *Social cognitive and affective neuroscience*, nsv059.

Uljarevic, M., & Hamilton, A. (2013). Recognition of emotions in autism: a formal meta-analysis. *Journal of autism and developmental disorders*, 43(7), 1517-1526.

Umiltà M.A., Kohler E., Gallese V., Fogassi L., Fadiga L., Keysers C., Rizzolatti G. (2001), I know what you are doing: A neurophysiological study, in «*Neuron*», 31(1), 155-165.

Vanegas, S. B., & Davidson, D. (2015). Investigating distinct and related contributions of Weak Central Coherence, Executive Dysfunction, and Systemizing theories to the cognitive profiles of children with Autism Spectrum Disorders and typically developing children. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 11, 77-92.

Vissers, M. E., Cohen, M. X., & Geurts, H. M. (2012). Brain connectivity and high functioning autism: a promising path of research that needs refined models, methodological convergence, and stronger behavioral links. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 604-625.

Vivanti, G., Nadig, A., Ozonoff, S., & Rogers, S. J. (2008). What do children with autism attend to during imitation tasks?. *Journal of experimental child psychology*, 101(3), 186-205.

Vivanti G., & Hamilton A. (2014), Imitation in autism spectrum disorders, in *Handbook of Autism and Pervasive Developmental Disorders, Fourth Edition*

Vivanti, G., & Rogers, S. J. (2014). Autism and the mirror neuron system: insights from learning and teaching. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1644), 20130184.

Vivanti, G., & Dissanayake, C. (2014). Propensity to Imitate in Autism Is Not Modulated by the Model's Gaze Direction: An Eye-Tracking Study. *Autism Research*, 7(3), 392-399.

Vivanti, G. (2015). The Importance of Distinguishing Propensity Versus Ability to Imitate in ASD Research and Early Detection. *Journal of autism and developmental disorders*, 45(4), 1119-1120.

Vygotskji, L. S. (1990). *Pensiero e linguaggio: ricerche psicologiche*. Laterza, Bari.

Walton, G. E., & Bower, T. G. R. (1993). Amodal representation of speech in infants. *Infant Behavior and Development*, 16(2), 233-243.

Wang, Y., Ramsey, R., & Hamilton, A. F. D. C. (2011). The control of mimicry by eye contact is mediated by medial prefrontal cortex. *The Journal of neuroscience*, 31(33), 12001-12010.

Wang, Y., & Hamilton, A. F. (2012). Social top-down response modulation (STORM): a model of the control of mimicry in social interaction. *Frontiers in human neuroscience*, 6.

Wapner S., Cirillo, L. (1968), Imitation of a model's hand movements: Age changes in transposition of left-right relations, in «Child development», 887-894.

Werner, E., Dawson, G., Osterling, J., and Dinno, N. (2000). Brief report: recognition of autism spectrum disorder before one year of age: a retrospective study based on home videotapes. *J. Autism Dev. Disord.* 30, 157–162.

Wild, K. S., Poliakoff, E., Jerrison, A., & Gowen, E. (2012). Goal-directed and goal-less imitation in autism spectrum disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(8), 1739-1749.

Williams, J. H., Whiten, A., Suddendorf, T., & Perrett, D. I. (2001). Imitation, mirror neurons and autism. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 25(4), 287-295.



Williams, J. H., Waiter, G. D., Gilchrist, A., Perrett, D. I., Murray, A. D., & Whiten, A. (2006). Neural mechanisms of imitation and 'mirror neuron' functioning in autistic spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 44(4), 610-621.

Williams, J. H. (2008). Self–other relations in social development and autism: multiple roles for mirror neurons and other brain bases. *Autism Research*, 1(2), 73-90.

Wimpory, D. C., Hobson, R. P., Williams, J. M. G., and Nash, S. (2000). Are infants with autism socially engaged? A controlled study of recent retrospective parental reports. *J. Autism Dev. Disord.* 30, 525–536.

Wing, L., & Gould, J. (1979). Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of autism and developmental disorders*, 9(1), 11-29.

Wohlschläger A., Gattis M., Bekkering H. (2003), Action generation and action perception in imitation: an instance of the ideomotor principle, in «*Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*», 358(1431), 501-515.

Young, G. S., Rogers, S. J., Hutman, T., Rozga, A., Sigman, M., & Ozonoff, S. (2011). Imitation from 12 to 24 months in autism and typical development: a longitudinal Rasch analysis. *Developmental psychology*, 47(6), 1565.