UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Corso di Laurea Magistrale in Psicologia Clinica dello Sviluppo

Tesi di Laurea Magistrale

La Sincronia Interpersonale nel Disturbo dello Spettro Autistico: il ruolo della contingenza temporale e del senso di agency

Interpersonal Synchrony in Autism Spectrum Disorder: the role of temporal contingency and sense of agency

Relatrice

Prof.ssa Teresa Farroni

Correlatrice

Dott.ssa Laura Carnevali

Laureanda

Laura Zago

Matricola

2015058

Anno Accademico 2021/2022

"Quando il mondo intero resta in silenzio, anche una sola voce diventa potente".

Malala Yousafzai

A Gabriele,

ai tuoi sorrisi,

alla tua gestualità,

alla tua flebile voce e ai tuoi eloquenti silenzi,

alla tua vita interiore, intrisa di emozioni, bisogni, sentimenti e pensieri.

Indice

Introduzione 1

CAPITOLO 1 La Sincronia Interpersonale 3

1.1 Definizione e livelli di sincronia interpersonale 3

1.2 Elementi costitutivi della sincronia interpersonale 5

1.2.1 Il senso di agency 5

1.2.2 Il sistema di ricompensa 6

1.2.3 La contingenza temporale 8

1.3 Le funzioni della sincronia interpersonale 9

1.4 Lo sviluppo della sincronia interpersonale 11

1.5 Fattori di rischio per la sincronia interpersonale 13

1.5.1 Fattori di rischio relativi alle caratteristiche individuali 13

1.5.2 Fattori di rischio relativi all'ambiente di sviluppo 14

CAPITOLO 2 La sincronia interpersonale nel Disturbo dello Spettro Autistico 17

2.1 Il Disturbo dello Spettro Autistico 17

2.1.1 Le atipicità nella sfera dell'intersoggettività 18

2.2 Sincronia neurale, fisiologica e comportamentale nel disturbo dello spettro autistico 20

2.3 Il senso di agency nel disturbo dello spettro autistico 22

2.4 Il sistema di ricompensa nel disturbo dello spettro autistico 24

2.5 La contingenza temporale nel disturbo dello spettro autistico 26

CAPITOLO 3 La Ricerca 29

3.1 Obiettivi 29

3.2 Partecipanti 30

3.3 Materiali e procedura 31

3.4 Ipotesi sperimentali 36

CAPITOLO 4 Analisi dei risultati 37

4.1 Preparazione dei dati 37

4.2 Variabili 37

4.3 Approccio statistico 38

4.4 Risultati 38

4.4.1 Compito di agency 39

4.4.2 Compito di reward 42

4.4.3 Compito di contingenza 47

CAPITOLO 5 Discussione e conclusione 55

5.1 Discussione 55

5.2 Limiti e direzioni future 60

5.3 Implicazioni cliniche 61

5.4 Conclusioni 63

Bibliografia 65

Sitografia 81

Indice figure 83

Indice tabelle 83

Indice grafici 84

Ringraziamenti 85

Introduzione

Il presente elaborato si concentra sul tema della Sincronia Interpersonale (SI), un fenomeno intrinsecamente relazionale e indispensabile per entrare in relazione con le altre persone. Il primo capitolo proporrà un'analisi approfondita di tale concetto, focalizzandosi sui suoi elementi costitutivi; nello specifico il senso di agency provato nell'interazione con il mondo esterno, la sensibilità alle ricompense, in particolare, a quelle di tipo sociale e l'abilità di cogliere le contingenze nell'interazione con l'altro. Verrà data evidenza del ruolo della sincronia interpersonale nella crescita sociale ed emotiva del bambino, analizzandone lo sviluppo e i fattori che maggiormente lo influenzano.

Studiare la sincronia interpersonale nei bambini risulta cruciale per comprendere lo sviluppo delle abilità di interazione con l'altro e, in particolar modo, risulta interessante approfondirne il funzionamento in coloro che manifestano difficoltà a livello di relazione e comunicazione sociale. Per questo motivo, il secondo capitolo si concentrerà sulla sincronia interpersonale nel caso specifico del Disturbo dello Spettro dell'Autismo (ASD): dalla letteratura è infatti emerso come gli individui ASD, rispetto alla popolazione a sviluppo tipico, mostrino una capacità ridotta o assente di sincronizzarsi con gli altri, con effetti a cascata in particolare nelle aree sociali e comunicative (McNaughton & Redcay, 2020). Nello specifico, dopo una panoramica sul disturbo dello spettro autistico, verranno approfonditi gli elementi costitutivi della sincronia interpersonale, quali il senso di agency, il sistema ricompensa e la contingenza temporale, nel disturbo dello spettro autistico.

Il terzo capitolo sarà dedicato alla ricerca sperimentale svolta con l'obiettivo di indagare i precursori della sincronia interpersonale ed eventuali atipicità ad essi relate nel disturbo dello spettro autistico. La domanda di ricerca riguarda infatti il ruolo che il senso di agency e il meccanismo di reward possono avere nell'influenzare la selezione delle azioni e se atipicità a questo livello siano osservabili in bambini con una diagnosi di ASD. Inoltre, nella presente ricerca verrà valutata l'influenza della contingenza temporale e del grado di coinvolgimento sociale (*engagement*) sulle scelte di interazione con gli altri. Verrà di seguito valutata l'eventuale presenza di differenze in tali aspetti tra individui

dello spettro autistico e a sviluppo tipico. Pertanto, in questo capitolo verrà descritto il campione di riferimento, diviso in gruppo di controllo (TD) e gruppo sperimentale (ASD), il paradigma sperimentale, il materiale e il metodo utilizzato e verranno esplicitate le ipotesi iniziali.

Nel quarto capitolo, dopo la descrizione delle variabili analizzate e dell'approccio statistico impiegato, verranno presentati i risultati ottenuti dall'analisi dei dati rispettivamente nel compito di agency, di reward e di contingenza. Gli esiti ottenuti evidenziano alcune differenze significative tra il gruppo ASD e quello TD sia nelle percentuali di scelta che nel tempo di risposta, tali evidenze verranno poi discusse nel capitolo seguente.

L'ultimo capitolo, infatti, sarà dedicato alla discussione dei risultati ottenuti, confrontandoli con le ipotesi iniziali e con gli studi presenti in letteratura. Successivamente verranno presentati i limiti e le ricerche future, che potrebbero essere utili per fornire una comprensione più chiara della sincronia interpersonale e delle sue componenti nel disturbo dello spettro autistico. Infine, verranno mostrate le possibili implicazioni cliniche, poichè a livello applicativo, il presente studio permette di far luce sulle componenti che dovrebbero essere valutate per una diagnosi precoce e potrebbero essere stimolate a livello di intervento.

CAPITOLO 1

La Sincronia Interpersonale

1.1 Definizione e livelli di sincronia interpersonale

Il termine Sincronia Interpersonale (SI) indica la coordinazione ritmica e spazio-temporale di azioni, emozioni, pensieri, ma anche di processi fisiologici tra due o più individui (Ackerman & Bargh, 2010; Bernieri & Rosenthal, 1991; Palumbo et al., 2017). Nel 2012 Feldman l'ha descritta come il processo dinamico attraverso il quale avviene uno scambio ormonale, fisiologico e comportamentale tra due o più soggetti, che si regolano reciprocamente (Feldman, 2012).

Nell'articolo di Mayo e Gordon del 2020, viene evidenziato come la coordinazione interpersonale comprenda la sincronia interpersonale e l'imitazione (Mayo & Gordon, 2020). L'imitazione è un atto motorio o verbale caratterizzato da comportamenti simili, se non uguali, tra soggetti, dove l'aspetto ritmico e temporale viene considerato di secondaria importanza (Chartrand & Lakin, 2013). Al contrario, nella sincronia interpersonale, il fattore temporale risulta fondamentale e anche i comportamenti complementari possono essere considerati sincronizzati (Palumbo et al., 2017).

La SI è stata studiata in differenti contesti, come il dondolio allo stesso ritmo di due persone sedute su una sedia a dondolo mentre interagiscono (Marsh, Richardson, & Schmidt, 2009), la coordinazione dell'attività cardiaca tra una madre e il suo bambino (Feldman, 2007) e l'allineamento delle oscillazioni neuronali tra due individui che parlano tra loro (Pérez, Carreiras, & Duñabeitia, 2017). Dalle osservazioni è quindi emerso come la sincronia interpersonale si possa manifestare in tre differenti livelli (Mazzurega, Pavani, Paladino, & Schubert, 2011):

1. *Comportamentale:* si tratta della coordinazione spontanea di comportamenti tra individui e viene definita come il coordinamento temporale di sguardo, tocco, vocalizzazioni e movimenti del corpo (Feldman, 2007). La sincronia comportamentale comprende inoltre la sincronia motoria, che si riferisce nello

specifico all'allineamento temporale e formale dei movimenti durante le interazioni sociali (Wass et al., 2019);

2. *Fisiologico*: la sincronia fisiologica si basa su misure fisiologiche, come la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna, l'attività elettrodermica (Mayo & Gordon, 2020). È stato osservato come i partner interagenti tendano a mostrare un'attivazione simultanea del sistema nervoso simpatico e parasimpatico e dell'attività adrenocorticale, ciò significa che il loro stato fisiologico è allineato grazie allo scambio in corso (Palumbo et al., 2017). Un'altra misura fisiologica può essere il livello di cortisolo, ormone prodotto dal nostro organismo in misura maggiore in situazioni di stress. A sostegno di ciò, diversi studi hanno constatato una sincronizzazione del livello di cortisolo tra neonati e i loro caregiver (Gordon, Zagoory-Sharon, Leckman, & Feldman, 2010; Papp, Pendry, Simon, & Adam, 2013) e una correlazione positiva dei livelli di ossitocina periferica (OT) tra le coppie nei primi 6 mesi di genitorialità (Gordon et al., 2010);

3. *Neurale*: grazie a studi di risonanza magnetica (MRI) e di magnetoencefalografia (MEG) è stata possibile l'identificazione della sincronia neurale, ovvero l'allineamento dell'attività cerebrale tra individui interagenti (McNaughton & Redcay, 2020), ciò permette uno scambio ottimale di informazioni in quanto vengono fornite nel periodo di massima recettività (Wass, Whitehorn, Marriott Haresign, Phillips, & Leong, 2020). La SI neurale viene ad oggi valutata soprattutto tramite *l'hyperscanning*, una tecnica di *imaging* cerebrale in grado di effettuare una coregistrazione dell'attività neurale di più individui simultaneamente (Montague et al., 2002), che può avvenire attraverso elettroencefalogramma (EEG) o spettroscopia funzionale del vicino infrarosso (fNIRS).

Inoltre, è importante sottolineare come questi tre livelli interagiscano continuamente l'uno con l'altro e che durante questo scambio, che comincia fin dalle primissime fasi di vita, si costruiscano le basi per l'interazione con l'altro. Infine, una delle caratteristiche fondamentali della sincronia è l'aspetto temporale, in funzione del quale in letteratura sono state distinte due principali modalità (Markova, Nguyen, & Hoehl, 2019): la *sincronia concorrente*, che avviene nello stesso momento come

un'azione congiunta, lo sguardo reciproco ed il rispecchiamento; oppure la *sincronia sequenziale,* ad esempio reciprocità, imitazione e rispetto dei turni di dialogo (Schegloff & Sacks, 1973).

1.2 Elementi costitutivi della sincronia interpersonale

Il senso di agency provato nell'interazione con l'ambiente esterno, la sensibilità alle ricompense, in particolare a quelle di tipo sociale, e l'abilità di cogliere le contingenze temporali nell'interazione con l'altro, sono alcune componenti fondamentali, che si ipotizzano alla base della capacità di entrare in relazione con le altre persone.

1.2.1 Il senso di agency

Il senso di agency, caratteristica centrale dell'esperienza umana, si riferisce al sentirsi responsabile delle reazioni nell'ambiente e dipende da un accoppiamento implicito tra la propria azione e il risultato percepito. Pertanto, il senso di agency può essere definito come il percepirsi causa di un evento, sentire di avere il controllo sulle proprie azioni motorie e, quindi, sul corso degli avvenimenti (Haggard, 2017).

Dalla letteratura emerge una differenziazione del senso di agency in due tipologie (Moore, Middleton, Haggard, & Fletcher, 2012): *implicita*, ovvero non intenzionale e fuori dalla consapevolezza ed *esplicita*, dunque intenzionale e consapevole. L'agency implicita è sensibile al feedback sensoriale sugli effetti dell'azione (Redgrave & Gurney, 2006) e può influenzarne la selezione a livelli inferiori (ad esempio a livello motorio). Un giudizio esplicito di agency, invece, è condizionato dalle proprie percezioni e convinzioni (Wegner & Wheatley, 1999) e può influire su livelli più alti di scelta dell'azione. La percezione continua (implicita o esplicita) come causa di cambiamenti esterni ha una fondamentale importanza per l'organismo: permette all'individuo di adattarsi ad una situazione dinamica e di comportarsi in modo funzionale all'obiettivo (Hommel & Elsner, 2009).

Il senso di agency è stato approfondito dagli autori Karsh e Eitam in un articolo scritto nel 2020, nel quale offrono una prima prova diretta del fatto che i giudizi positivi di agency sugli effetti dell'azione motivano il comportamento, in altre parole che il semplice controllo risulta di per sé gratificante, motivante e desiderabile (Karsh et al.,

2020). I risultati ottenuti da uno studio precedente di Karsh e Eitam (2013), mostrano come le risposte corrette dei partecipanti siano più rapide quando sono immediatamente seguite da un esito (rispetto all'assenza di effetto oppure a un tempo di latenza di 300 ms). Il loro studio rappresenta dunque un passo significativo per stabilire il legame, fino a quel momento inesplorato, tra il giudizio di agency e la sua influenza sulla selezione delle azioni.

Dalla letteratura è noto come i premi tangibili attivino il sistema cerebrale di ricompensa del cervello, che a sua volta orienta la selezione di azioni verso le risposte con il più alto valore di compenso previsto. Allo stesso modo, il senso di agency sembra effettivamente influenzare la scelta, indicizzata dalla velocità e dalla frequenza di risposta (Karsh et al., 2020). A sostegno di ciò, dai dati emerge come l'agency implicita aumenti la frequenza e la velocità di scelta di azioni che producono un effetto (Karsh & Eitam, 2015, 2020). Inoltre, nell'articolo proposto da Karsh e Eitam, sono state analizzate le differenze tra il senso di agency implicita ed esplicita e i risultati sembrano supportare la conclusione che la selezione dell'azione sia influenzata dal livello implicito di agency e ciò si riflette nella velocità di scelta. Tuttavia, è emerso come anche i giudizi espliciti di agency possano avere un ruolo nel condizionare quali azioni saranno preferite. Sulla base dei risultati ottenuti, gli autori propongono il modello CBRS (*Control-based response selection*), in base al quale un giudizio positivo di agency attiva il sistema di ricompensa del cervello che, a sua volta, orienta la selezione delle azioni verso quelle associate alla maggiore quantità di agency.

1.2.2 Il sistema di ricompensa

Dalla letteratura emerge come un altro elemento costitutivo e alla base della sincronia interpersonale sia il sistema di ricompensa (*reward system)*, che rappresenta il valore di riconoscimento previsto di un'azione (Balleine, Delgado, & Hikosaka, 2007).

Nel momento in cui si agisce, ci si aspetta che all'azione compiuta corrisponda un effetto, che viene dunque interpretato come una ricompensa (Balleine et al., 2007). Quest'effetto previsto è finalizzato a mettere in atto comportamenti adattivi: dalla letteratura emerge come, a livello comportamentale, le opzioni di risposta con più alto valore di risultato previsto (come cibo o acqua) siano selezionate più frequentemente

(Samejima, Ueda, Doya, & Kimura, 2005) e più rapidamente (Brown & Bowman, 1995) rispetto ad altre possibilità di valore inferiore.

Il termine *reward system* si riferisce a un gruppo di strutture neurali che vengono attivate da stimoli rinforzanti o gratificanti. Quando il cervello è esposto a uno stimolo appagante, risponde rilasciando dopamina, un neurotrasmettitore che gioca un ruolo primario nel sistema di ricompensa. Dal punto di vista anatomo-funzionale, le strutture legate a tale sistema si trovano lungo le principali vie della dopamina: la via mesolimbica della dopamina collega il *nucleus accumbens*, che è la componente encefalica responsabile della motivazione e della ricompensa, all'area tegmentale ventrale (VTA) (Routtenberg, 1978).

Il sistema ricompensa risulta dunque di fondamentale importanza per la sincronia interpersonale, a tal punto che i correlati neuronali della SI sono stati indagati anche focalizzandosi sugli aspetti di gratificazione dell'esperienza (Kokal, Engel, Kirschner, & Keysers, 2011). Attraverso uno studio di *neuroimaging* funzionale (fMRI), è stata infatti evidenziata l'attivazione dell'area del nucleo caudato (formazione neuronale legata al meccanismo di ricompensa), quando il partecipante riusciva a suonare con un tamburo un ritmo in sincronia con lo sperimentatore; al contrario quando il ritmo risultava asincrono tali aree non si attivavano. Questo risultato mette in luce quale potrebbe essere il sistema neuronale che viene attivato dalla piacevolezza di un'azione compiuta in sincronia. La stessa conclusione è stata ottenuta valutando il rilascio di endorfine in uno studio su atleti che si allenavano in squadra rispetto ad un allenamento individuale (Sullivan, Rickers, & Gammage, 2014).

Infine, come visto precedentemente il senso di agency e il sistema ricompensa sono strettamente collegati tra loro. In particolare, la manipolazione del proprio controllo oggettivo sull'ambiente risulta influenzare sia la velocità che la frequenza di esecuzione di un'azione associata a tale controllo. Dalla letteratura è inoltre emerso come la mente selezioni le risposte sulla base del loro valore di controllo previsto: le azioni associate a giudizi positivi di agency, quindi codificate come più probabili di avere un effetto, sono scelte più rapidamente e più frequentemente rispetto a quelle con meno probabilità di avere un effetto (Karsh & Eitam, 2015). Dai risultati si può dunque concludere come il controllo sia di per sé gratificante per l'organismo e di conseguenza come possa

influenzarne la scelta. Il fatto di percepirsi agenti attivi nel mondo, ha inoltre delle ripercussioni anche sulle modalità di interazione sociale: allo stesso tempo, le risposte che riceviamo da tali interazioni possono fungere da ricompensa e stimolare un determinato comportamento sociale del soggetto agente.

1.2.3 La contingenza temporale

L'aspetto di contingenza temporale è uno degli elementi costitutivi della sincronia interpersonale: la capacità di rispondere in modo contingente in termini di tempo al comportamento dell'altro contribuisce alla costruzione dell'abilità che ciascuno ha di connettersi con le altre persone. Tale capacità è fondamentale affinché un individuo possa considerarsi agente attivo e riconoscersi causa primaria di un effetto che segue la sua azione volontaria (Elsner & Hommel, 2004).

Alcuni ricercatori hanno osservato come l'abilità di rilevare contingenze sia presente dalla nascita (Gewirtz & Peláez-Nogueras, 1992) o almeno fin dalle prime fasi di sviluppo (Canfield & Haith, 1991), a tal punto che l'interazione madre-bambino segna l'esperienza precoce del legame sociale e della sincronizzazione dei bambini (Feldman, 2007). Alcuni studi svolti con il metodo della preferenza visiva sostengono l'emergere precoce della contingenza intermodale; ad esempio, Bahrick e Watson (1985) hanno dimostrato come i bambini di 5 mesi guardassero più a lungo un video non contingente (preregistrazione dei movimenti della propria gamba) rispetto a quello contingente (video dal vivo dei movimenti della propria gamba).

Inoltre, dalla letteratura si evidenzia il ruolo importante giocato dalla contingenza temporale nelle interazioni sociali: la sensibilità precoce alla contingenza permette lo sviluppo della sincronia interpersonale (Murray & Trevarthen, 1985). A sostegno di ciò, lo studio di Pecenka et al. (2009) ha dimostrato come le diadi composte da due individui con ottime capacità di anticipazione coordinavano i loro movimenti (*tapping task*) con maggiore accuratezza e minore variabilità rispetto alle diadi a bassa predizione. Gli individui differiscono dunque nella loro capacità di prevedere la tempistica dell'evento imminente (Pecenka & Keller, 2011) e tali differenze nella previsione spiegano la varianza non solo nelle prestazioni della sincronizzazione diadica, ma anche nella capacità di sincronizzazione individuale.

La contingenza temporale è intrinsecamente collegata al senso di agency, citato precedentemente, in quanto, se un evento è contiguo a livello temporale a un'azione intenzionale, gli individui possono sentirsi agenti attivi e causa dell'avvenimento stesso. La tempistica appare critica in questo caso, in quanto all'aumentare del tempo di latenza tra il comportamento e l'evento, corrisponde la diminuzione del senso di agency (Dewey & Carr, 2013). Per di più, le azioni volontarie sono percepite come più vicine nel tempo rispetto alle azioni involontarie (Haggard, Clark, & Kalogeras, 2002).

In particolare, la letteratura documenta una forte connessione tra la contingenza temporale e il senso di agency nella sfera sociale, ovvero la sensazione di essere responsabili di un cambiamento nell'ambiente, come ad esempio la reazione di risposta in un'altra persona. Durante gli scambi sociali, la latenza di reazione di un interlocutore può determinare la percezione di quell'interazione, modificando il senso di agency percepito (Brandi, Kaifel, Bolis, & Schilbach, 2019). Nel caso in cui il tempo di reazione e la risposta sociale sono veloci e contingenti, le persone si percepiscono come molto capaci di produrre una risposta: un senso di agency sociale più elevato è associato a una maggiore probabilità di suscitare un riscontro (Canevello & Crocker, 2010; Brandi et al., 2019).

Riassumendo, la capacità di rilevare la contingenza temporale tra gli eventi sembra poter essere associata a una maggiore capacità di anticipazione e a una migliore sincronia interpersonale (Pecenka & Keller, 2011; Pouw & Holler, 2022). Ad ogni modo, la letteratura sull'effetto contingenza in ambito interpersonale è molto limitata. Numerosi autori concordano sul fatto che l'aspetto temporale sia importante per l'allineamento durante l'interazione tra individui e per il potenziamento della sincronia interpersonale; tuttavia non esistono ad oggi studi scientifici che indaghino nello specifico la relazione tra SI e contingenza temporale. Di conseguenza risulta necessario condurre ulteriori ricerche per avere una visione più ampia e chiara in merito.

1.3 Le funzioni della sincronia interpersonale

La sincronia interpersonale risulta un'abilità indispensabile e detiene un ruolo fondamentale in differenti frangenti: dalla creazione di un legame affettivo con il

caregiver e con gli altri individui, alla crescita sociale e alla cooperazione con l'altro, fino all'autoregolazione e alla crescita emotiva.

La prima funzione fondamentale della SI riguarda la creazione di una relazione selettiva e duratura tra caregiver e bambino: tale legame affettivo si forma e si consolida anche grazie all'esposizione ripetuta alla coordinazione tra stati fisiologici e comportamento interattivo tra i partner. Pertanto, la sincronia interpersonale aumenta la vicinanza tra gli individui che condividono l'esperienza: coordinare insieme i movimenti (muovere un braccio in perfetta corrispondenza spazio-temporale con l'altro) aumenta l'interesse verso l'altro, in termini di ricordo del volto e parole pronunciate (Macrae, Duffy, Miles, & Lawrence, 2008).

In secondo luogo, la sincronia interpersonale svolge un ruolo fondamentale per la crescita sociale del bambino: la capacità di impegnarsi in interazioni reciproche e caratterizzate da una buona responsività, fornisce ai bambini l'opportunità di coordinare i propri ritmi biologici con quelli di un altro essere umano e rappresenta un'ottima palestra in cui il bambino può allenarsi nelle interazioni sociali. Inoltre, Mayo e Gordon nel 2020 hanno affermato che, sia nei bambini che negli adulti, la SI aumenti i comportamenti pro-sociali, il legame sociale percepito e migliori la cognizione sociale. Gli atteggiamenti pro-sociali includono condivisione, aiuto e fiducia, ma anche affiliazione, conformità, sentimento di vicinanza, empatia e valutazione positiva (Hu, Cheng, Pan, & Hu, 2022).

La sincronia interpersonale, dunque, favorisce la cooperazione (Wiltermuth & Heath, 2009) e promuove atteggiamenti sociali e comportamenti prosociali in diverse situazioni (Cirelli, 2018). In particolare, è stato teorizzato come le attività sincrone aumentino la coesione tra i membri del gruppo, rendendo più frequente di conseguenza il comportamento cooperativo (Launay, Tarr, & Dunbar, 2016). A sostegno di ciò, un recente studio ha osservato come in seguito ai movimenti sincroni (ma non asincroni) coppie di bambini cooperassero di più (Rabinowitch & Meltzoff, 2017) e mostrassero più frequentemente comportamenti prosociali (Tunçgenç & Cohen, 2016).

Infine, la SI svolge un ruolo fondamentale per lo sviluppo di empatia, gioco simbolico e autoregolazione (Feldman, 2007). Dalla letteratura si evidenzia come differenti gradi di sincronia durante il primo anno di vita siano predittori del livello di

empatia osservato durante l'adolescenza (Kohlberg, 1969). Inoltre, in uno studio longitudinale è emerso come la sincronia interpersonale madre-figlio a 3 e 9 mesi abbia degli effetti a 2 anni sullo sviluppo del gioco simbolico e il discorso interno, precursore della teoria della mente, ovvero la capacità di comprendere gli stati mentali altrui (Feldman & Greenbaum, 1997).

1.4 Lo sviluppo della sincronia interpersonale

Studiare le fasi dello sviluppo della sincronia interpersonale è fondamentale in quanto permette di approfondire i meccanismi che contribuiscono alla capacità di interagire con l'altro nei diversi momenti dello sviluppo. Conoscere l'evoluzione della SI significa monitorare i cambiamenti, ovvero seguire per intervalli di tempo prolungato l'intero processo di crescita di un bambino e non solo l'esito di questo processo (presenza/assenza di tappe evolutive). Sebbene tenda ad emergere spontaneamente, la sincronia interpersonale viene interpretata come un fenomeno intrinsecamente sociale, di conseguenza può essere influenzata sia da differenze individuali, che dal contesto sociale (Marsh, Richardson, & Schmidt, 2009).

Gli studi effettuati negli anni non sono in grado di fornire una posizione univoca in merito allo sviluppo della sincronia interpersonale, che avviene in modo differente nelle diverse fasce d'età. Tuttavia, dalla letteratura è emerso come la formazione della SI cominci con l'emergere dei ritmi biologici nel feto durante il terzo trimestre di gravidanza (Mirmiran & Lunshof, 1996) e prosegua fino alla prima comparsa di simboli nel gioco caregiver-infante verso la fine del primo anno d'età e oltre (Tamis-LeMonda & Bornstein, 1994). Uno studio inoltre ha dimostrato come solo dopo i 7-8 anni di età, i bambini siano in grado di muoversi in sincronia con altri individui a livelli paragonabili a quelli degli adulti (McAuley, Jones, Holub, Johnston, & Miller, 2006).

Feldman nel 2007 ha proposto una linea temporale dello sviluppo della SI, con particolare attenzione al primo anno di vita, tuttavia, i ritmi biologici che emergono già durante l'ultimo trimestre di gravidanza hanno un ruolo fondamentale nel fornire il substrato neurobiologico per le interazioni coordinate (Feldman, 2007). Alla nascita, l'interazione madre-bambino segna la prima esperienza di legame e sincronizzazione sociale da parte dei neonati: quest'ultimi sembrano rilevare la contingenza

comportamentale e le madri sono in grado di adattarsi e rispondere ai segnali e ai bisogni dei figli (Feldman, 2007). Pertanto, la presenza del caregiver funge da regolatore esterno fin dal primo momento di vita, aiutando il bambino a rispondere ai segnali sociali.

Il primo mese di vita rappresenta un periodo sensibile per la formazione di un legame duraturo con il caregiver. In questo periodo, infatti, gli adulti forniscono continuamente informazioni ritmiche (come il tocco affettivo, il battito cardiaco e il canto) e tale coinvolgimento, alla base della formazione della sincronia interpersonale, stimola le interazioni reciproche tra i bambini e i loro caregiver (Markova et al., 2019). In questa fase di sviluppo gli elementi che vanno a costituire la sincronia sono le vocalizzazioni, le espressioni facciali, la sintonizzazione affettiva, la prossimità, il tono della voce, il battito cardiaco e i movimenti del tocco affettivo.

Le interazioni verso il secondo mese d'età cominciano ad avere una struttura temporale e sono caratterizzate da cicli ripetitivi dei comportamenti ritmici di diverse modalità, tra cui sguardo, tatto, espressione affettiva e orientamento del corpo (Weinberg & Tronick, 1996). A 2 mesi, si è osservato l'emergere di un'espressività negativa durante l'interazione materna non contingente (Soussignan, Nadel, Canet, & Gerardin, 2006). Harel et al. (2011) sostengono che a 4 mesi la condivisione dello sguardo tra caregiver e figlio diventi la modalità centrale dell'interazione tra i due (Harel, Gordon, & Feldman, 2011), poiché i bambini a quest'età non sono ancora in grado di manipolare gli oggetti. Quest'ultimi diventano il centro del gioco caregiver-infante verso i 9 mesi, quando grazie alla relazione dinamica tra sviluppo delle competenze sociali e sviluppo nel campo motorio, i bambini iniziano a gattonare, afferrare e manipolare gli oggetti.

Intorno al primo anno di vita gli infanti iniziano a mostrare giochi simbolici e gesti per comunicare con i caregiver, la loro azione è quindi diretta a un obiettivo, così come il tentativo di comunicazione sociale (Feldman, 2007). Inizia, inoltre, ad essere presente una mutua regolazione, dove non è più solamente il caregiver ad influenzare il bambino (Feldman, Greenbaum, & Yirmiya, 1999). Infine, in questo periodo avviene anche il passaggio dalla diade alla triade: si tratta di un cambiamento importante in quanto la relazione madre-padre-bambino rappresenta la prima esperienza di relazione sociale di gruppo per il figlio (Harel et al., 2011).

1.5 Fattori di rischio per la sincronia interpersonale

Come è emerso dall'analisi dello sviluppo della sincronia interpersonale, tale capacità è stata studiata in una prospettiva di periodo sensibile, ovvero la finestra temporale durante la quale il cervello è massimamente predisposto a fare tesoro di determinate esperienze. Nel caso della sincronia interpersonale, i primi mesi dello sviluppo risultano essere di fondamentale importanza poiché il bambino è maggiormente prono all'integrazione di ritmi biologici e segnali sociali (Feldman & Eidelman, 2006).

Al fine di studiare le traiettorie evolutive della sincronia e i possibili fattori di rischio, è importante applicare un modello ecologico multidimensionale (Bronfenbrenner & Ceci, 1994), che considera le disposizioni del bambino, la personalità e psicopatologia del caregiver e la natura del contesto sociale. Inoltre, essendo basata su una relazione reciproca, la SI risulta essere influenzata sia dalle caratteristiche individuali del bambino, sia da quelle del caregiver e dall'ambiente in cui ha vissuto (Feldman et al., 2006).

1.5.1 Fattori di rischio relativi alle caratteristiche individuali

- *Prematurità:* a livello biologico un primo fattore di rischio è la prematurità, che è la causa principale dell'interruzione della sincronia tra caregiver e bambino (Minde, 2000). Le interazioni tra i neonati prematuri e i caregiver sono state descritte come più lunghe e meno coordinate: le madri sembrano essere più invadenti, meno coordinate con i bisogni del figlio e allo stesso modo i bambini sono più irritabili, meno responsivi e meno allineati ai segnali coinvolgenti del caregiver (Feldman, 2003). Nello studio di Malatesta e colleghi (1989), si evince come i neonati prematuri interrompano lo sguardo reciproco con il caregiver entro due secondi dall'inizio della presentazione del volto (Malatesta, Culver, Tesman, & Shepard, 1989). Analogamente, anche le madri sono molto distaccate rispetto allo sguardo reciproco e lo interrompono entro due secondi dalla vista del volto del figlio (Karger, 1979);

- *Ritardo di crescita intrauterino:* un altro rischio biologico è relativo ai neonati che soffrono di una crescita intrauterina ritardata, i quali mostrano livelli maggiori di emotività negativa, disregolazione e difficoltà nella comunicazione affettiva. A

causa dell'alto coinvolgimento negativo i caregiver mostrano comportamenti più intrusivi e l'atmosfera diadica viene descritta come meno reciproca durante le interazioni della triade (Feldman et al., 2006);

- *Disturbi dello spettro autistico e fratelli di bambini con disturbo dello spettro autistico:* non solo la diagnosi di disturbo dello spettro autistico può interferire con lo sviluppo della sincronia interpersonale, ma anche essere un fratello di un bambino con ASD può essere un fattore di rischio. Uno studio di Yirmiya et al. (2006) ha confrontato fratelli di bambini ASD (gruppo HR) con fratelli di bambini a sviluppo tipico (gruppo LR). Dai risultati è emerso come a 4 mesi la relazione madre e figlio HR sia meno sincronizzata rispetto al gruppo LR e come a 14 mesi il gruppo ad alto rischio abbia ricercato meno l'interazione rispetto al campione a basso rischio (Yirmiya et al., 2006). Il tema della sincronia interpersonale nel caso del disturbo dello spettro dell'autismo verrà approfondito nel capitolo seguente.

1.5.2 Fattori di rischio relativi all'ambiente di sviluppo

Poiché si tratta di una relazione reciproca, i fattori di rischio per lo sviluppo della SI possono essere relativi anche all'ambiente di sviluppo ed in particolare al caregiver di riferimento:

- *Fattori teratogeni:* si tratta di tutte quelle sostanze che possono provocare gravi malformazioni nell'embrione prima e nel feto dopo, qualora la madre venisse esposta ad esse durante la gravidanza. il primo ambiente che il bambino incontra è proprio quello uterino durante la gravidanza, dunque la fase pre-natale è di fondamentale importanza. Lo sviluppo embrionale è dato dall'interazione tra fattori genetici e fattori ambientali e gli agenti teratogeni possono modificare l'assetto normale dell'ambiente pre-uterino ed avere pertanto un grande impatto sullo sviluppo embrionale. Un esempio di fattore teratogeno è l'utilizzo di sostanze stupefacenti da parte della futura madre: la ricerca di Tronick e colleghi nel 2005 ha mostrato come i feti esposti all'abuso materno di cocaina presentino un minor impegno nella relazione madre-bambino rispetto alle altre diadi che appartenevano al gruppo di controllo (Tronick et al., 2005).

- *Depressione materna:* tale patologia è stata a lungo studiata nel campo della sincronia interpersonale, in quanto rallenta la capacità della mamma di rilevare e rispondere ai cambiamenti delle espressioni facciali del bambino (Murray & Cooper, 1997). Le madri depresse inoltre tendono a mostrare ostilità, comportamenti invadenti e minori segnali sociali durante le interazioni; toccano raramente i loro figli e quando lo fanno il loro tocco non è affettuoso, ma è spesso funzionale alla richiesta (Feldman & Eidelman, 2003). Una madre depressa inoltre impiega il doppio del tempo per rispondere ai cambiamenti del comportamento del proprio figlio, di conseguenza i bambini mostrano una difficoltà nella regolazione sociale, emotiva e cognitiva (Lovejoy, Graczyk, O'Hare, & Neuman, 2000). Risulta chiaro come la diminuzione di numerosi elementi costitutivi della sincronia (sguardo, affetto, tatto, prossimità e contingenza) possa avere un impatto sulla sua formazione.

- *Ansia materna*: nonostante i pochi dati sperimentali presenti in letteratura, è emerso come le madri con disturbo d'ansia mostrino meno positività e calore, minore supporto nell'esplorazione e nell'autonomia del bambino e maggiore intrusione e controllo (Hirshfeld, Biederman, Brody, Faraone, & Rosenbaum, 1997). Nel periodo neonatale, le madri ansiose riferiscono paura e preoccupazione per quanto riguarda la sicurezza e la crescita del bambino, di conseguenza la costruzione della coordinazione sincrona madre-bambino può risultare alterata (Feldman, Weller, Leckman, Kuint, & Eidelman, 1999)

Riassumendo, sono stati presentati alcuni tra i fattori di rischio per lo sviluppo della sincronia interpersonale, al fine di sottolineare quanto sia fondamentale osservare sempre lo sviluppo in un'ottica neurocostruttivista, avendo chiaro quale può essere il ruolo dell'ambiente. Il contesto in cui avviene tale sviluppo infatti può modulare e bilanciare il rischio oppure una predisposizione iniziale.

CAPITOLO 2

La sincronia interpersonale nel Disturbo dello Spettro Autistico

2.1 Il Disturbo dello Spettro Autistico

Secondo il Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali, DSM-5 (American Psychiatric Association, APA, 2013) i criteri principali per la diagnosi di Disturbo dello Spettro Autistico (ASD) sono due:

1. *Deficit nella comunicazione e nell'interazione sociale*. Il primo criterio include deficit nella reciprocità socio-emotiva e nei comportamenti comunicativi non verbali, utili a stabilire un'interazione sociale; inoltre sono presenti deficit nello sviluppo, nel mantenimento e nella comprensione delle relazioni;

2. *Insieme di comportamenti, interessi e attività ripetitivi, limitati e stereotipati*. Il secondo criterio si riferisce a movimenti motori stereotipati, all'utilizzo di oggetti o parole in modo ripetitivo, a un'adesione inflessibile a routine o schemi ritualizzati di comportamento verbale e non verbale, interessi fortemente ristretti e fissi e, infine a un'iper- o ipo-reattività agli input sensoriali.

Per essere inclusi nello spettro, i sintomi devono essere presenti sin dalla fase iniziale dello sviluppo, sostenuti durante tutta la crescita ed essere pervasivi; inoltre, possono essere molto variabili in termini di severità (relativamente al tipo di supporto necessario) e direzionalità (esternalizzanti o auto-inflitti) (Johnson, Burkett, Reinhold, & Bultas, 2016). Per di più, la manifestazione del disturbo dello spettro autistico varia a seconda della combinazione tra il deficit comunicativo e quello comportamentale, l'età evolutiva, la gravità dei sintomi e anche in base a caratteristiche associate, come la presenza o meno di disabilità intellettiva e ritardo nello sviluppo del linguaggio (Vianello & Mammarella, 2015). Pertanto, il DSM-V suggerisce tre livelli di compromissione: grave, moderata e lieve (APA, 2013).

2.1.1 Le atipicità nella sfera dell'intersoggettività

Come visto precedentemente, l'area principalmente compromessa nelle persone con disturbo dello spettro autistico è quella sociale e relazionale e comprende numerose difficoltà nei meccanismi di base, come il contatto visivo, ma anche nelle abilità sociali più complesse, come la comprensione e la condivisione delle emozioni con altri (APA, 2013). Dalla letteratura si evidenziano alcune differenze tra il campione ASD e quello a sviluppo tipico nelle modalità di relazionarsi con l'altro. Le principali evidenze emerse sono di seguito esplicate.

Risposte atipiche ai segnali sociali

I neonati e i bambini con ASD sembrano dare risposte insolite ai segnali sociali e non sono attratti dalla voce dei genitori o da volti e sguardi familiari (Trevarthen & Aitken, 2001). Più specificatamente, i bambini a sviluppo tipico mostrano preferenze per gli stimoli sociali, per le persone rispetto agli oggetti e per il movimento biologico rispetto al movimento meccanico, mentre tali propensioni non si trovano nel campione con disturbo dello spettro autistico (Vivanti, 2021). Allo stesso modo, nei bambini ASD si osservano carenze negli scambi emotivi, spesso a causa di difficoltà sensoriali: nell'interazione con la propria madre (giocosa, tattile, sonora, visiva) tendono a non rispondere al proprio nome e non guardarla negli occhi (Johnson, Lum, Rinehart, & Fielding, 2016). Un ulteriore studio dimostra infatti come bambini che successivamente ricevono una diagnosi di autismo tendono a preferire e a guardare maggiormente un volto che risponde al loro sguardo in modo invariante piuttosto che variabile, dunque una preferenza per la prevedibilità piuttosto che per la variabilità nella risposta specialmente di tipo sociale (Vernetti et al., 2018).

Ridotta fissazione spontanea agli occhi

Sono state condotte numerose ricerche riguardanti la percezione e le preferenze dei bambini per il contatto visivo, poiché rappresenta uno dei primi mezzi di comunicazione tra neonati e caregiver: un contatto visivo assente o ridotto è uno degli indicatori più comuni dei tratti ASD. Dai risultati è emerso come verso i 5 mesi, i bambini a sviluppo tipico preferiscono guardare verso volti con sguardo diretto e sorridenti (Farroni, Massaccesi, Menon, & Johnson, 2007), mentre analisi retrospettive di video

domestici di bambini, a cui è stato successivamente diagnosticato il disturbo dello spettro autistico, hanno rivelato che i modelli atipici di contatto visivo possono essere osservati entro il primo anno di vita (Clifford, et al., 2007). Uno studio *eye-tracker* di Boraston e colleghi (2007) ha rilevato che un gruppo di adulti ASD guardava maggiormente all'area della bocca rispetto al gruppo di controllo TD, che si focalizzava principalmente sull'area degli occhi. Ciò impedisce ai bambini e agli adulti ASD di utilizzare il contatto visivo come segnale sociale e di conseguenza, compromette anche l'elaborazione di altre informazioni, come l'espressione del viso, gli stati emotivi e il giudizio delle situazioni sociali (Boraston & Blakemore, 2007). Oltre alle evidenze di cui sopra, gli individui con disturbo dello spettro autistico mostrano una ridotta fissazione spontanea agli occhi rispetto al gruppo di controllo durante la visualizzazione di immagini di volti (Dalton, et al., 2005) oppure di videoclip di scene sociali (Klin, Jones, Schultz, Volkmar, & Cohen, 2002). Ciò suggerisce che le prestazioni atipiche degli individui ASD su compiti di percezione del viso potrebbero essere collegate a una ridotta tendenza a guardare l'area degli occhi.

Difficoltà nell'attenzione congiunta

Un altro elemento importante nell'interazione sociale è l'attenzione congiunta, ovvero la condivisione triadica dell'attenzione tra due individui e un terzo oggetto o evento (Vivanti, 2021). Uno studio di Vivanti e colleghi (2017) che coinvolge adulti con ASD e TD, ha indagato l'attenzione congiunta e quella sociale, grazie alla tecnica dell'*eye tracker*. Durante la ricerca veniva chiesto ai partecipanti di seguire lo sguardo di un'altra persona e di reindirizzare l'attenzione verso un oggetto (condizione congruente), come faceva il partner, oppure verso un secondo oggetto che era presente contemporaneamente (condizione incongruente). I risultati dello studio hanno mostrato come i partecipanti con ASD avessero difficoltà a seguire lo sguardo di qualcun altro e a coinvolgere spontaneamente la loro attenzione visiva con l'obiettivo dell'attenzione dell'altro: il gruppo ASD ha mostrato una ridotta attenzione verso il viso del partner e, mentre il gruppo TD ha prediletto gli stimoli sociali rispetto a quelli non sociali, il gruppo ASD non ha mostrato alcuna preferenza (Vivanti, Hocking, Fanning, & Dissanayake, 2017).

2.2 Sincronia neurale, fisiologica e comportamentale nel disturbo dello spettro autistico

Vista la centralità della sincronia interpersonale nell'area sociale e relazionale, assume particolare rilevanza chiedersi se e quali possano essere le atipicità nella capacità di sincronizzazione con l'altro in quelle popolazioni che manifestano difficoltà proprio nella sfera sociale e comunicativa. Per questo motivo, la popolazione ASD diventa emblematica e la ricerca della sincronia interpersonale nell'ASD risulta fondamentale al fine di promuovere interazioni di maggior successo (Tordjman, et al., 2015).

Gran parte degli studi condotti finora ha indagato i deficit comunicativi, concentrandosi soprattutto sulle risposte atipiche ai segnali sociali, le distorsioni percettive e l'attenzione congiunta; solo recentemente la ricerca si è focalizzata nello studio della sincronia interpersonale. Quest'ultima è stata applicata in alcuni domini differenti confrontando gli individui con disturbi dello spettro autistico e individui a sviluppo tipico. Dalla letteratura è emerso come in tutti i domini (neurale, fisiologico e comportamentale), la sincronia durante le interazioni sociali sia presente ma ridotta o atipica negli individui ASD rispetto a individui TD (McNaughton & Redcay, 2020).

Livello neurale

Per quanto riguarda la sincronia neurale, uno studio ha analizzato le differenze con un gruppo di controllo di individui a sviluppo tipico e i risultati ottenuti hanno mostrato come le diadi ASD-TD avessero una ridotta SI neurale durante l'interazione, rispetto alle diadi TD-TD (Wilson, Rojas, Reite, Teale, & Rogers, 2007). Inoltre, la sincronia neurale nella banda di frequenza gamma, coinvolta in funzioni cognitive come l'elaborazione dello sguardo, si è rivelata anormale nel gruppo ASD (Richard, Lajiness-O'Neill, & Bowyer, 2013). Uno studio di Kruppa e colleghi (2020) ha testato le diadi bambino-caregiver durante compiti cooperativi, coinvolgendo diadi in cui sia bambino che caregiver erano considerati a sviluppo tipico (gruppo TD) e diadi in cui il bambino aveva un diagnosi di ASD. I risultati hanno evidenziato un aumento significativo della sincronia neurale durante il compito cooperativo nel gruppo TD, ma non ASD (Kruppa, et al., 2020).

Livello fisiologico

In riferimento alla sincronia fisiologica, da numerosi studi sono emerse delle differenze fisiologiche nella sincronia tra i caregiver e rispettivamente i bambini ASD e quelli a sviluppo tipico. Uno studio di Saxbe e colleghi (2017) ha cercato di trovare un collegamento tra il livello di cortisolo in un gruppo ASD e uno TD e i loro caregiver durante una serie di compiti di interazione. Dai risultati è emerso come il livello di cortisolo non fosse sincronizzato nelle diadi madre-bambino ASD, mentre il legame è risultato essere più forte nei bambini TD, dove il livello di cortisolo della madre poteva predire quello del figlio (Saxbe, et al., 2017). Il grado di sincronia osservato nei bambini con disturbo dello spettro autistico può dipendere dalla severità dei sintomi, in quanto gli individui con sintomi ASD di severità moderata o alta hanno mostrato una minore sincronia elettrodermica con i loro caregiver rispetto ai bambini con sintomi più lievi (Baker, et al., 2015).

Livello comportamentale

La sincronia comportamentale, in particolare la sincronia motoria, è stata indagata anche nel caso del disturbo dello spettro autistico, nell'osservazione di come i movimenti degli individui siano allineati nel tempo e nella forma durante un'interazione sociale. Quest'ultima è stata studiata in differenti modi: dalle oscillazioni del pendolo con un partner, dal dondolio della sedia, all'allineamento del movimento di tutto il corpo nelle conversazioni. I risultati ottenuti dall'osservazione di diversi compiti motori documentano come la SI motoria sia presente tra individui con disturbo dello spettro autistico e partner interattivi a sviluppo tipico, ma a livelli ridotti rispetto alla sincronia durante l'interazione di coppie di individui TD (McNaughton & Redcay, 2020). Tale riduzione della SI motoria nei bambini ASD non è stata notata solamente durante compiti sperimentali come il dondolio e il tamburellare, ma anche nelle sessioni di test neuropsicologici e nelle conversazioni con i clinici (Fitzpatrick, et al., 2017).

Nonostante questi risultati, da un ulteriore studio è emerso che in compiti con meno richieste socio-interattive, gli individui con ASD mostrano livelli di sincronia motoria simili a quelli dei coetanei TD (Fitzpatrick P. , et al., 2016). In particolare, quando agli individui ASD è stato chiesto di coordinare i loro movimenti con un avatar al

computer, le loro prestazioni sono risultate comparabili a quelle degli individui a sviluppo tipico (Noel, De Niear, Lazzara, & Wallace, 2018). Infine, è importante sottolineare come anche in questo caso, una maggiore sincronia motoria con un partner sociale sia associata a una sintomatologia più lieve, sia in termini di riduzione degli interessi ristretti e dei comportamenti ripetitivi che di miglioramento delle prestazioni sociali (Fitzpatrick, et al., 2018).

2.3 Il senso di agency nel disturbo dello spettro autistico

Come visto precedentemente il senso di agency è di fondamentale importanza per la sincronia interpersonale e risulta altrettanto cruciale studiarlo nell'ambito del disturbo dello spettro autistico, con l'obiettivo di analizzare se vi siano delle differenze tra bambini ASD e TD nel sentirsi agenti. Mentre un gran numero di studi ha riportato compromissioni nelle abilità sociali e interpersonali in individui con disturbo dello spettro autistico, un numero relativamente esiguo di ricerche si è concentrato sulla conoscenza del senso di agency in questa popolazione. Finora, i pochi studi che hanno indagato il ruolo di agenti nell'ASD hanno riportato risultati contrastanti: alcuni ipotizzano un senso di agency compromesso (Grynszpan, et al., 2012; Sperduti, Guionnet, Fossati, & Nadel, 2014; Zalla, Miele, Leboyer, & Metcalfe, 2015), mentre altri lo paragonano a quello della popolazione tipica (David, et al., 2008; Williams & Happé, 2009).

Gli studi pionieristici di Russell e Jarrold (1998, 1999) hanno suggerito che alla base della diminuzione del senso di agency nel disturbo dello spettro autistico vi sia un meccanismo alterato che mette in relazione i comandi motori con i risultati visivi. Le loro ricerche hanno rilevato infatti una compromissione del monitoraggio dell'azione nei bambini ASD e delle difficoltà a decidere correttamente se un'azione fosse stata prodotta da loro stessi o da un altro agente (Russell & Jarrold, 1998, 1999). Tuttavia, studi successivi non sono riusciti a replicare questi risultati. Ad esempio, Hill e Russell (2002) non hanno osservato alcuna difficoltà nell'attribuzione tra sé e l'altro di azioni precedentemente eseguite nei bambini con disturbo dello spettro autistico. Gli autori hanno dimostrato che i bambini con ASD erano in grado, al pari del gruppo di controllo, di discriminare le proprie azioni da quelle di un agente esterno giudicando quale dei diversi punti colorati presentati sullo schermo di un computer fosse sotto il loro controllo

intenzionale (Hill & Russell, 2002). Analogamente, Williams e Happé (2009) hanno riscontrato come i bambini con ASD non avessero difficoltà a controllare le proprie azioni utilizzando un compito di monitoraggio dell'azione online, che richiedeva di distinguere i cambiamenti causati dalla persona da quelli determinati dal computer (Williams & Happé, 2009).

Zalla e Sperduti nel loro articolo del 2015 suggeriscono una distinzione del senso di agency in *meccanismi prospettici*, che fanno riferimento ai processi che occorrono prima dell'esecuzione dell'azione e *retrospettivi,* che indicano invece quei meccanismi che si verificano in seguito allo svolgimento dell'azione. I primi agiscono sui segnali interni del senso di agency (ovvero l'intenzione, la selezione dell'azione o il comando prodotto per raggiungere l'obiettivo) e per questo motivo possono essere considerati responsabili del ridotto senso di agency nell'ASD (Zalla & Sperduti, 2015). Gli autori sostengono dunque l'idea, nel caso del disturbo dello spettro dell'autismo, di una compromissione specifica a livello dei meccanismi prospettici, a fronte dei meccanismi retrospettivi risparmiati.

A sostegno di ciò, dai risultati è emerso come i partecipanti ASD, nel formulare i loro giudizi di agency, si siano serviti soprattutto dei segnali esterni, come la performance, mentre abbiano utilizzato gli indizi sensoriali interni in misura minore rispetto ai partecipanti TD. Pertanto, Zalla e Sperduti (2015) hanno suggerito che, nel valutare le loro scelte e il controllo, i soggetti ASD facciano maggiormente affidamento sui processi retrospettivi piuttosto che su quelli prospettici.

Chambon e Haggard (2012) hanno dimostrato che le informazioni prospettiche, generate al momento di selezione dell'azione, possono influenzare il senso di agency in popolazioni tipiche. Si tratta di segnali precoci, che, secondo gli autori, operano a livello implicito per produrre una sensazione di controllo, mentre a livello esplicito, i meccanismi prospettici dell'azione potrebbero essere alla base del processo di auto-attribuzione dell'intenzione (Chambon & Haggard, 2012).

Riassumendo, alcuni autori sostengono che le difficoltà a livello della comunicazione sociale e dei comportamenti motori ristretti, tipici del disturbo dello spettro autistico, possano essere attribuite ad una compromissione del senso di agency

(Russell & Jarrold, 1998; Zalla & Sperduti, 2015). Alcune ricerche mostrano infatti che i soggetti con ASD hanno difficoltà nel riconoscimento delle proprie azioni motorie (Phillips, Baron-Cohen, & Rutter, 1998) e una compromissione nella pianificazione dell'azione (Rinehart, Bradshaw, Brereton, & Tonge, 2001).

All'opposto, nello studio di David e colleghi (2008) è stata evidenziata la presenza di una dissociazione tra due meccanismi cruciali della cognizione sociale: secondo gli autori, nel disturbo dello spettro autistico ci sarebbe un deficit nella mentalizzazione, mentre il senso di agency rimarrebbe intatto. Tramite compiti sia di teoria della mente (come ad esempio *Reading-the-mind-in-the-eyes test*) che di monitoraggio e valutazione delle proprie azioni (senso di agency), i ricercatori hanno potuto indagare le prestazioni di soggetti con disturbo dello spettro autistico ad alto funzionamento oppure con sindrome di Asperger. Dai risultati è emerso come, rispetto al gruppo di controllo a sviluppo tipico, non ci fossero differenze significative nei compiti che indagavano il senso di agency, mentre le prestazioni relative alla teoria della mente erano significativamente ridotte (David, et al., 2008). Secondo gli autori, questi dati suggeriscono che le difficoltà socio-cognitive che si riscontrano nel caso del disturbo dello spettro autistico non possano essere attribuite solamente ad un deficit nei meccanismi di agency, ma che tale compromissione delle abilità sociali si verifichi ad un livello superiore rispetto a quello necessario per il controllo e la consapevolezza dell'azione.

2.4 Il sistema di ricompensa nel disturbo dello spettro autistico

In letteratura sono stati documentati schemi di attivazione insoliti del sistema nervoso per le ricompense nelle persone con ASD, indipendentemente dalla tipologia di ricompensa (Scott-Van Zeeland, Dapretto, Ghahremani, Poldrack, & Bookheimer, 2010). Sebbene i sintomi principali del disturbo dello spettro autistico non siano stati tradizionalmente collegati ai processi alterati del sistema ricompensa, alcuni studi hanno mostrato risposte neurobiologiche e comportamentali atipiche alle ricompense negli individui con ASD. A sostegno di ciò, Kohls e colleghi (2013) hanno osservato come in tali individui, l'attività cerebrale atipica nel processamento della ricompensa sia legata ad anomalie a livello dello striato ventrale, dell'amigdala e della corteccia prefrontale (inclusa la corteccia cingolata anteriore). Inoltre, è stata riscontrata un'ipoattivazione di

queste aree sia per gli incentivi monetari, che per gli stimoli sociali (Kohls, et al., 2013). L'idea di un'alterazione negli individui ASD sia dei meccanismi di ricompensa sociali che non sociali è stata condivisa anche da altri autori (Radke, et al., 2016); in aggiunta a ciò è stato osservato come tale compromissione possa influire sulla mancanza di motivazione sociale, peculiare del disturbo dello spettro autistico.

Un ulteriore studio ha riscontrato che i deficit del sistema di ricompensa siano associati a deficit sociali nei bambini con disturbo dello spettro autistico, ciò significa che quest'ultimi possono avere anomalie strutturali o funzionali nel sistema cerebrale che normalmente rende gratificante l'interazione sociale (Chevallier, Kohls, Troiani, Brodkin, & Schultz, 2012).

Pertanto, l'ipotesi di una struttura alterata dei circuiti di ricompensa nel caso di ASD rafforza la teoria della motivazione sociale, ovvero un insieme di disposizioni psicologiche e meccanismi biologici che inducono l'individuo a orientarsi preferenzialmente verso il mondo sociale (orientamento sociale), a cercare e trarre piacere dalle interazioni (ricompensa sociale) e a lavorare per promuovere e mantenere legami sociali (mantenimento sociale) (Chevallier et al., 2012). Dalla letteratura si evidenzia come nei soggetti con disturbo dello spettro autistico sia l'orientamento, che la ricompensa e il mantenimento delle relazioni sociali risultino compromessi, a differenza degli individui a sviluppo tipico, che tendono invece a mantenere e aumentare nel tempo le relazioni sociali, grazie al loro valore intrinsecamente motivante e gratificante (Chevallier et al., 2012). Ciò è sostenuto dai risultati di alcuni studi che suggeriscono come i bambini ASD, rispetto ai soggetti a sviluppo tipico, guardino maggiormente lo sfondo di un'immagine piuttosto che i soggetti rappresentati che interagiscono (Riby & Hancock, 2008) e abbiano una maggiore motivazione per gli stimoli non sociali a scapito degli stimoli sociali (Stavropoulos & Carver, 2014). Alcune ricerche suggeriscono infatti come i bambini a sviluppo tipico possano trovare gli stimoli sociali più salienti degli stimoli non sociali, mentre i bambini ASD dimostrano una preferenza opposta (Keifer, Day, Hauschild, & Lerner, 2021). Oltre a deficit di motivazione e orientamento sociale, sono stati documentati nel gruppo ASD punteggi più bassi nei questionari che valutano il piacere tratto dalle amicizie (Baron-Cohen & Wheelwright, 2003) e un numero inferiore

di strategie messe in atto per il mantenimento delle relazioni sociali rispetto al gruppo TD (Chevallier et al., 2012).

Fino ad adesso l'attenzione è stata focalizzata sui deficit a livello sociale e comunicativo nel disturbo dello spettro autistico, tuttavia le evidenze scientifiche indicano che uno squilibrio del sistema di ricompensa del cervello possa influire sia nei deficit sociali che nei comportamenti ripetitivi e ristretti. I dati attuali supportano l'idea che un'alterazione del sistema di ricompensa possa contribuire a una maggiore motivazione per i comportamenti stereotipati nell'ASD, accompagnata da una minore motivazione per l'impegno sociale (Dichter, et al., 2012).

Inoltre, entrambi i criteri per la diagnosi di ASD possono essere spiegati dal modello CBRS (*Control-based response selection*) di Karsh ed Eitam (2015): la scelta è vista come un'opportunità di controllo, quest'ultimo deriva dall'agency e viene concepito come ricompensa (reward), la quale influenza la selezione dell'azione. Si evince dunque come l'agency aumenti il senso di controllo e faciliti la selezione dell'azione; mentre, il meccanismo di ricompensa, indipendentemente dal valore dell'*outcome*, aumenti la frequenza dei comportamenti. Di conseguenza, il semplice verificarsi di un effetto di risposta può rinforzare la risposta stessa (Karsh & Eitam, 2015; Hemed, Karsh, Mark-Tavger, & Eitam, 2022). In conclusione, il senso di agency e il meccanismo di reward sono strettamente interconnessi tra loro e risulta di fondamentale importanza analizzare questa relazione nel disturbo dello spettro autistico.

2.5 La contingenza temporale nel disturbo dello spettro autistico

La contingenza temporale si riferisce alla vicinanza tra un'azione e la risposta ambientale ed è la capacità fondamentale di rilevare le relazioni temporali tra il verificarsi di due eventi (Tarabulsy, Tessier, & Kappas, 1996). L'individuazione di contingenze basate sul comportamento è un'abilità che emerge precocemente e che consente ai bambini di percepire le regolarità nelle loro interazioni con l'ambiente (Watson & Ramey, 1972). Dagli studi emersi in letteratura sembrerebbe che tale capacità di apprendimento delle relazioni predittive, o delle regolarità strutturali nell'ambiente, e di generalizzazione di tali informazioni sia compromessa nel disturbo dello spettro autistico (Northrup, Libertus, & Iverson, 2017).

La contingenza rappresenta dunque la relazione temporale tra le azioni del bambino e le loro conseguenze, ad esempio le risposte date dai caregiver. Il bambino comprende il legame tra richiesta e risposta, percepisce l'interazione come gratificante e sviluppa un maggiore interesse per l'ambiente e per gli altri. Affinché ciò si verifichi, è necessario che i caregiver siano sensibili al bisogno del figlio, notando il comportamento e comprendendo quali siano le richieste ad esso associate. Come visto precedentemente, ci sono numerosi fattori che possono influenzare la percezione dell'interazione come premiante e di conseguenza compromettere lo sviluppo delle abilità sociali del bambino.

È importante sottolineare come la contingenza nei contesti sociali abbia la funzione di supportare aspetti cruciali per lo sviluppo emotivo, cognitivo e sociale dei bambini (Harrist & Waugh, 2002) e per questo motivo risulta fondamentale studiarla in quelle popolazioni che manifestano difficoltà proprio nella sfera sociale e comunicativa, come il disturbo dello spettro autistico. Nonostante la letteratura sul tema sia limitata, alcuni studi forniscono delle evidenze importanti: i risultati suggeriscono come i bambini con ASD prediligano le contingenze perfette, che sono tipiche del mondo degli oggetti fisici e non sociali (Klin et al., 2009), mentre le interazioni sociali non sono caratterizzate da contingenze perfette, ma da pause e giochi di attesa. Pertanto, il minore interesse sociale e le conseguenti difficoltà nelle interazioni sociali potrebbero essere spiegati dall'assenza o diminuzione di contingenza nell'interazione (Murray, 2015).

Klin e colleghi, nella loro ricerca del 2009, hanno analizzato la contingenza sia in un contesto sociale, che non sociale attraverso una serie di animazioni puntiformi. Dal confronto dei risultati ottenuti rispettivamente da un campione a sviluppo tipico e uno con diagnosi ASD, è emerso come il gruppo ASD mostri una sensibilità per il rilevamento della contingenza tra movimento e suono. I dati emersi evidenziano infatti come il campione con disturbo dello spettro autistico abbia mostrato una predilezione per qualsiasi presentazione con una sincronia audio-visiva negli stimoli: questo dato suggerisce una preferenza per la contingenza indipendentemente dalla natura dello stimolo (sociale o non sociale). Al contrario, i risultati ottenuti per il gruppo TD indicano come quest'ultimo abbia preferito guardare il movimento biologico rispetto a stimoli non sociali, in cui vi era una contingenza temporale tra la presentazione audio e quella visiva (Klin et al., 2009).

Un ulteriore studio ha analizzato le risposte al cambiamento di contingenza in un campione di bambini rispettivamente a basso rischio (gruppo LR) e ad alto rischio per il disturbo dello spettro autistico (gruppo HR) (Northrup et al., 2017). La ricerca si basava sulla presentazione iniziale di un sonaglio rumoroso e successivamente di uno silenziato; secondo gli autori, i bambini ad alto rischio o con diagnosi ASD avrebbero dovuto mostrare un deficit nel rilevare e rispondere alle contingenze nel loro ambiente (suono e movimento del sonaglio rumoroso) e avere delle difficoltà nell'utilizzare le esperienze precedenti per fare inferenze sull'interazione futura (sonaglio silenziato). Dai risultati è emerso come entrambi i gruppi HR e LR rispondano alla contingenza, dimostrando l'assenza di difficoltà nel rilevare la vicinanza temporale tra gli stimoli. Si potrebbe dunque ipotizzare che stimoli non sociali e sociali semplici e contingenti dovrebbero essere rilevati dalla popolazione ad alto rischio e con diagnosi ASD.

Tuttavia, ulteriori risultati hanno evidenziato una differenza tra i gruppi LR e HR: a 10 mesi il gruppo a basso rischio ha mostrato segni di anticipazione dovuta ad una precedente esperienza, ovvero si aspettava che il secondo sonaglio emettesse dei suoni. Ciò non è avvenuto nel gruppo HR, che ha avuto maggiori difficoltà nel prevedere eventi futuri. Tale compromissione è causata probabilmente da un deficit nell'apprendimento delle relazioni predittive o delle regolarità strutturali nell'ambiente e nel generalizzare tali informazioni (Northrup et al., 2017). Di conseguenza, imparare dalla contingenza passata, estendere tale conoscenza e anticipare gli eventi futuri potrebbe essere più difficile per il gruppo ad alto rischio e pertanto, potrebbe avere un maggiore impatto negativo sull'interazione sociale (Northrup et al., 2017). Per questo motivo, stimoli sociali più complessi e mutevoli, anche se contingenti, potrebbero risultare meno coinvolgenti per la popolazione ASD. Queste evidenze permettono di spiegare alcune caratteristiche peculiari del disturbo dello spettro autistico come la preferenza per gli stimoli predittivi e ripetitivi rispetto a quelli nuovi e la difficoltà ad adattarsi in un contesto sociale complesso e mutevole.

CAPITOLO 3

La Ricerca

3.1 Obiettivi

Nei capitoli precedenti è stato approfondito il ruolo della sincronia interpersonale nello sviluppo socio-comunicativo. A partire da tali considerazioni, la ricerca si è posta l'obiettivo di esplorare la SI in una popolazione che mostra maggiori difficoltà nella comunicazione sociale, come nel caso del disturbo dello spettro autistico. In particolare, il presente studio, che fa parte di uno studio più ampio che proseguirà successivamente, si focalizza sugli elementi costitutivi della SI e mira quindi ad analizzare il ruolo del senso di agency, del sistema di ricompensa e della contingenza temporale nello sviluppo della sincronia interpersonale nel disturbo dello spettro autistico.

La scelta di studiare la sincronia interpersonale nella popolazione dello spettro autistico è stata presa per due principali motivazioni: innanzitutto perché per definizione in tali soggetti vi è difficoltà a connettersi e a entrare in relazione con le altre persone e dunque a sincronizzarsi. I deficit a livello socio comunicativo che si manifestano durante le interazioni sociali sono infatti una caratteristica distintiva del disturbo dello spettro autistico (Johnson et al., 2016). Tali difficoltà sono riscontrabili in elementi sociali semplici come il contatto visivo, che appare atipico e ridotto nei confronti degli stimoli sociali (Farroni, Csibra, Simion, & Johnson, 2002), così come in attività cognitive più complesse, come l'attenzione congiunta (Vivanti et al., 2017). In secondo luogo, perché una serie di studi di letteratura mostra come nelle popolazioni con autismo vi sia un'atipicità nella sincronia interpersonale spontanea (McNaughton & Redcay, 2020).

L'obiettivo del presente studio è esplorare i precursori della sincronia interpersonale, che possono risultare atipici in individui nello spettro autistico. La ricerca si propone di valutare se il senso di agency e il meccanismo di reward possano influenzare e motivare la selezione delle azioni e se atipicità a questo livello siano osservabili in bambini con una diagnosi di ASD. Inoltre, un'altra finalità riguarda la valutazione dell'influenza della contingenza temporale e del grado di coinvolgimento sociale

(*engagement*) sulle scelte di interazione con gli altri e l'eventuale presenza di differenze in tali aspetti tra individui dello spettro autistico e a sviluppo tipico. Infine, la presente ricerca mira a comprendere se la contingenza temporale e l'*engagement* possano modificare il giudizio di piacevolezza degli interlocutori.

3.2 Partecipanti

La ricerca ha coinvolto n = 61 partecipanti, con un'età compresa tra 5.7 e 16.3 anni, divisi in gruppo di controllo (TD) e gruppo sperimentale (ASD). Il gruppo di controllo era formato da n = 31 partecipanti a sviluppo tipico; nessuno dei partecipanti del gruppo di controllo aveva ricevuto certificazioni per DSA o altri disturbi del neurosviluppo. Il gruppo sperimentale ASD era formato da n = 30 bambini e adolescenti con diagnosi di disturbo dello spettro autistico. I partecipanti a sviluppo tipico sono stati reclutati attraverso il *database* del *Babylab* dell'Università di Padova, mentre i partecipanti con diagnosi di ASD sono stati reclutati presso Ca' Leido, centro per l'autismo di Sonda Società Cooperativa Sociale Onlus e presso Chelis, centro psicoeducativo e riabilitativo per l'autismo.

Le informazioni riguardanti il genere dei partecipanti, la data di nascita ed eventuali diagnosi di condizioni psicologiche, mediche, neuropsicologiche sono state raccolte attraverso il *Modulo di consenso informato* alla ricerca. I genitori hanno firmato tale modulo, acconsentendo alla partecipazione del figlio alla ricerca, con la possibilità di ritiro in ogni momento e senza alcuna penalizzazione. I dati descrittivi del campione quali la numerosità campionaria, il genere e l'età dei partecipanti (range, media e deviazione standard) sono riportati nella Tabella 1.

Tabella 1. *Statistiche descrittive dei partecipanti divisi in gruppo di controllo (TD) e gruppo sperimentale (ASD).*

	Numerosità campionaria	M : F	Range età	Media (sd) età
ASD	30	29 : 1	5.9 – 16.3	11.04 (2.85)
TD	31	20 : 11	5.7 – 15.6	10.32 (2.6)
Totale	61	49 : 12	5.7 – 16.3	10.67 (2.73)

3.3 Materiali e procedura

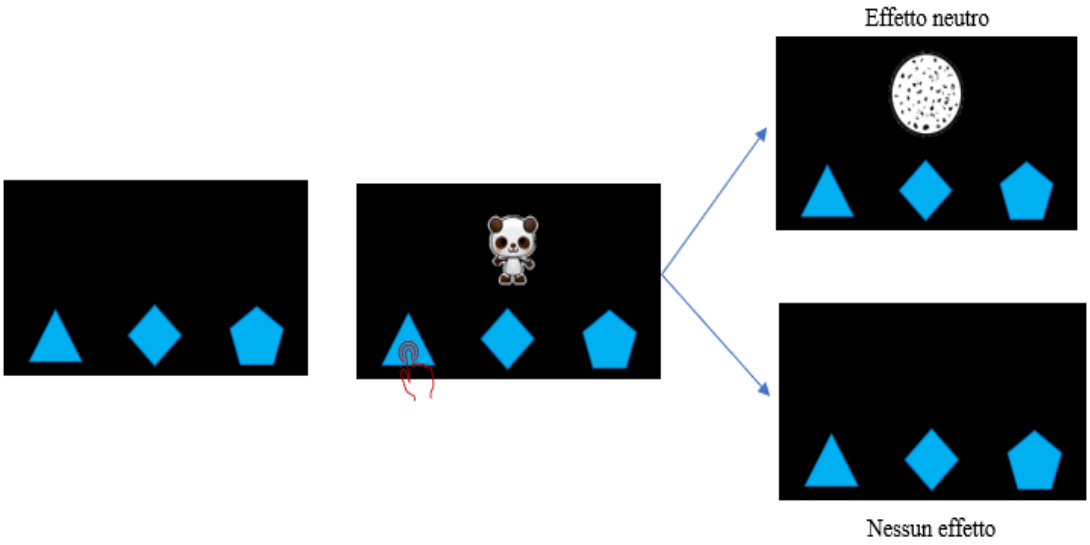
Il protocollo di studio è stato approvato dal Comitato Etico della Ricerca Psicologica (Università di Padova). Il paradigma sperimentale è stato somministrato nel medesimo tablet per tutti i partecipanti ed è stato programmato tramite *labvanced*, piattaforma che permette di creare esperimenti online e garantisce il salvataggio automatico dei dati. Le informazioni raccolte non avevano alcun fine diagnostico e sono state trattate esclusivamente a livello di gruppo, nel pieno rispetto della privacy e dell'anonimato, in accordo con il Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati UE 2016/679 (GDPR).

Il compito aveva una durata complessiva di circa 20 minuti: ai partecipanti è stato chiesto di eseguire tre differenti compiti sperimentali al tablet, che indagavano rispettivamente il senso di agency, il meccanismo di reward e la contingenza temporale. Si trattava di compiti semplici, veloci e interessanti, in modo tale da catturare l'attenzione, ma non essere sovrastimolanti (Dunn, 2007).

Compito di agency

Il primo compito era composto da 104 *trials* totali. La schermata iniziale era formata da tre figure geometriche di colore azzurro: un triangolo (T), un rombo (R) e un pentagono (P) posizionate in modo equidistante nella parte inferiore del *display*. L'abbinamento tra la forma e la loro posizione nello schermo è stato randomizzato tra i partecipanti (*between subjects*): TRP; PTR; RPT. Dopo un breve *delay* temporale variabile (compreso tra 500-1200 ms), compariva il disegno di un animale *(stimolo cue*) nella parte centrale superiore dello schermo. Alla comparsa dello stimolo *cue*, il compito del partecipante era quello di cliccare su uno dei tre tasti geometrici di risposta, scegliendo liberamente una delle tre figure geometriche. La scelta del partecipante poteva avere una conseguenza neutra, ovvero la comparsa di una pallina bianca e nera (stimolo non-sociale), oppure alternativamente poteva non essere seguita da alcun effetto. La durata dell'effetto era di 1500 ms. Qualora il partecipante non avesse provveduto a cliccare alcuna figura geometrica entro un tempo definito pari a 2000 ms, al centro dello schermo compariva il disegno di una mano che doveva essere toccato per passare al *trial* successivo; in questo caso la scelta veniva considerata come un'omissione.

Figura 1. *Paradigma sperimentale del compito di agency.*



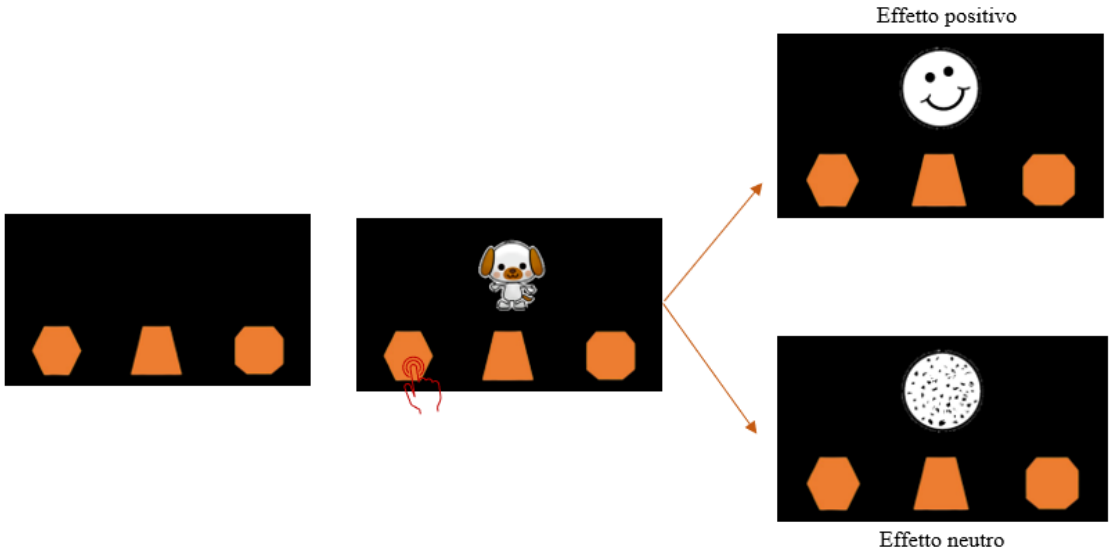
Ciascuna figura geometrica era associata a una diversa probabilità di comparsa dell'effetto neutro, ciò significa che in seguito al tocco di una delle tre figure geometriche la probabilità di comparsa della pallina bianca e nera variava tra il 10%, il 50% e il 90%. L'abbinamento tra la forma e la probabilità di comparsa dell'effetto neutro è stato randomizzato tra i partecipanti (*between subjects*): 10-50-90; 50-90-10; 90-10-50; 10-90-50; 90-50-10; 50-10-90. Le variabili che sono state analizzate in questo compito erano le percentuali di scelta verso ogni forma (perc) e i tempi di reazione (RT).

Compito di reward

Analogamente al primo compito, il secondo era composto di 104 *trials* totali; in questo caso le tre figure geometriche erano di colore arancione e si trattava di un esagono (E), un trapezio (T) e un ottagono (O), la cui posizione nello schermo è stata randomizzata tra i partecipanti (ETO; OET; TOE). Il paradigma sperimentale era molto simile al precedente, dunque entro 2000 ms dalla comparsa dello stimolo *cue*, il partecipante doveva cliccare una delle tre figure geometriche.

Nel compito di reward, la forma scelta poteva portare a un effetto positivo o ricompensa sociale, quale la comparsa di uno *smile* sorridente, oppure a un effetto neutro (pallina bianca e nera) e la durata dell'effetto era di 1500 ms. Il paradigma sperimentale del compito di reward è rappresentato nella Figura 2.

Figura 2. *Paradigma sperimentale del compito di reward.*



Anche in questo caso, a ciascuna figura geometrica è stata associata una diversa probabilità (10%, 50%, 90%) di fornire l'effetto positivo e l'abbinamento tra forma e probabilità è stato randomizzato tra i partecipanti (*between subjects):* 10-50-90; 50-90-10; 90-10-50; 10-90-50; 90-50-10; 50-10-90. Le variabili analizzate in questo compito erano le percentuali di scelta verso ogni forma (perc) e i tempi di reazione (RT).

Compito di contingenza

Nel terzo compito sono state modulate due componenti della sincronia interpersonale: la contingenza temporale e il coinvolgimento sociale (*engagement*). La prima si riferisce alla vicinanza temporale tra azione e risposte, che potrebbe facilitare il processo di sincronizzazione oltre ad aumentare il coinvolgimento verso gli stimoli. Questo sembra essere maggiore in presenza di uno stimolo sociale che condivide un comportamento comunicativo, grazie al suo valore motivante e gratificante (Chevallier et al., 2012). Il paradigma sperimentale è stato dunque progettato per indagare il ruolo della contingenza temporale e del coinvolgimento nelle interazioni sociali e per verificare se e come queste due componenti possano modulare le scelte e la preferenza per i volti presentati.

Il presente compito era costituito di tre parti: fase di pre-interazione, fase di interazione e fase di post-interazione. Durante le fasi di pre e post interazione, venivano presentati nel display quattro volti sorridenti e veniva chiesto al partecipante di metterli

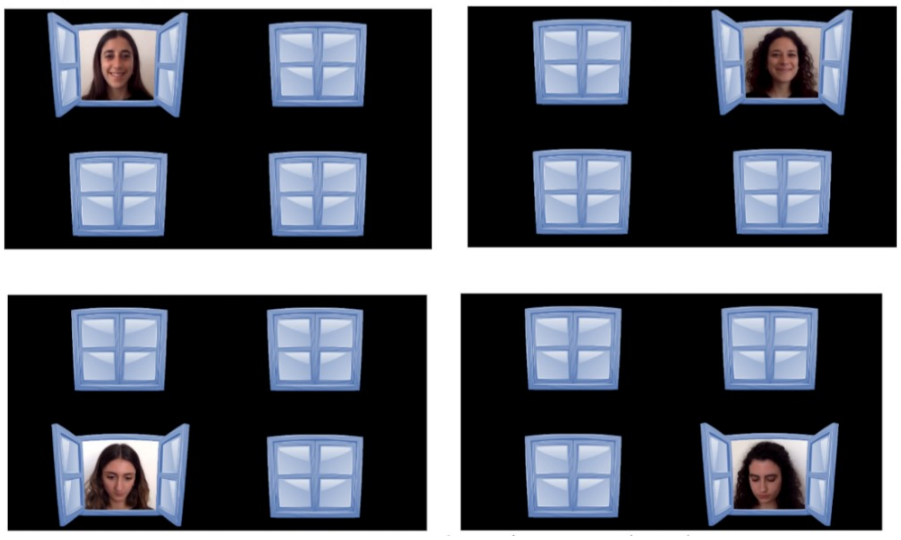
in ordine di preferenza: l'indice di preferenza variava da 4 (primo volto scelto a cui dare un regalo) a 1 (ultimo volto scelto).

Figura 3. *Fase pre e post-interazione nel compito di contingenza.*

Nel *task* di interazione, compariva una schermata con quattro finestre chiuse, dove il partecipante doveva cliccare su una finestra alla volta. Una volta effettuata la scelta, la finestra si apriva e veniva mostrato il videoclip della durata di 3000 ms di uno dei volti precedentemente presentati: i volti si muovevano dalla posizione laterale verso quella frontale. Il numero di *trials* totali era 60 e se il partecipante non effettuava una scelta entro 2500 ms, compariva il disegno di una mano che doveva essere toccato per passare al *trial* successivo, in questo caso la risposta veniva considerata come un'omissione.

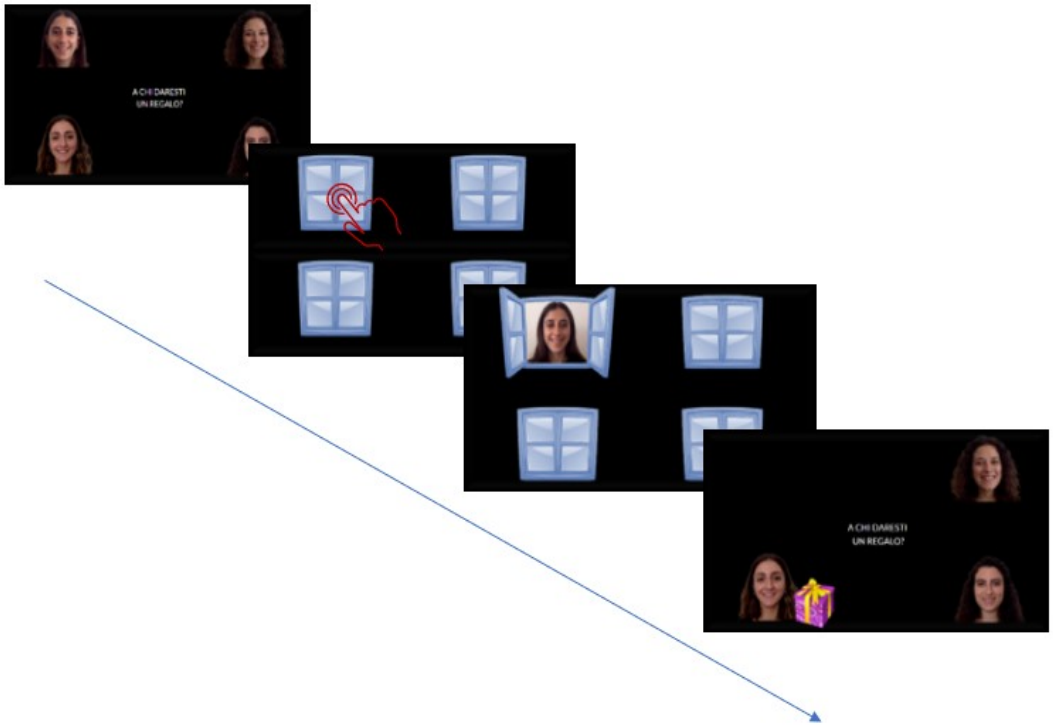
Le variabili che sono state manipolate sono contingenza ed *engagement*: due volti su quattro si voltavano immediatamente dopo che il partecipante cliccava sulla finestra corrispondente (volti contingenti), mentre gli altri due si muovevano dopo un ritardo temporale compreso tra 1000 e 1500 ms (volti non contingenti). Inoltre, per quanto riguarda il coinvolgimento: due volti sorridevano al partecipante con sguardo diretto (engaging), mentre gli altri due volti avevano lo sguardo rivolto verso il basso e un'espressione neutra (non-engaging) (Figura 4). Il partecipante vedeva, quindi, quattro diverse condizioni: volto contingente ed engaging (C-E), volto non contingente ed engaging (NC-E), volto contingente e non-engaging (C-NE) e volto non contingente e non-engaging (NC-NE). Le variabili di identità dei volti, contingenza e coinvolgimento, così come la loro posizione nelle quattro finestre sono state randomizzate (*between subjects*). Per ridurre ulteriormente i possibili *bias* di preferenza derivanti dalla collocazione spaziale dei volti, il compito è stato suddiviso in due blocchi (*within subjects*), che differivano per la posizione nello spazio dei volti all'interno delle quattro finestre.

Figura 4. *Fase di interazione nel compito di contingenza.*



Le variabili misurate in questo compito erano le percentuali di scelta verso ogni volto (perc), i tempi di risposta (RT) e la variazione nel punteggio di giudizio (PostPre), che indicava la differenza tra la preferenza dei partecipanti per ciascun volto prima e dopo la fase di interazione. Come variabili indipendenti, sono state incluse l'Età, il Gruppo, la contingenza dello stimolo e la comunicatività degli stimoli (*engagement*). La figura sottostante mostra il paradigma sperimentale del terzo compito (Figura 5).

Figura 5. *Paradigma sperimentale del compito di contingenza.*



3.4 Ipotesi sperimentali

Nel primo compito, si ipotizzava una minore sensibilità dell'effetto di agency nel gruppo ASD viste le atipicità nel loro sistema di integrazione sensomotoria. Per quanto riguarda il compito reward, ci si aspettava che il gruppo TD preferisse le opzioni di risposta con maggiore probabilità di ottenere un effetto positivo rispetto all'effetto neutro, in quanto potrebbero essere maggiormente motivanti rispetto all'effetto neutro; tuttavia si ipotizzava che tale preferenza non emergesse nel gruppo ASD. Si attendeva dunque che il gruppo ASD non preferisse le opzioni di risposta con maggiore probabilità di ottenere un effetto positivo, rispetto all'effetto neutro. Inoltre, nei primi due compiti si ipotizzava che gli effetti fossero osservati sia nella percentuale di scelta, che nei tempi di risposta.

Per quanto riguarda il compito di contingenza vi erano due ipotesi e dunque due possibili scenari complementari. Nel primo scenario ci si aspettava che il gruppo TD selezionasse con maggiore frequenza e più rapidamente i volti che rispondevano in modo contingente alle loro scelte e che, tra questi, preferisse i volti socialmente coinvolgenti. Nel gruppo di bambini con ASD, invece, ci si attendeva una maggiore difficoltà nel cogliere le contingenze temporali e una ridotta preferenza per stimoli sociali coinvolgenti. Allo stesso modo per quanto riguarda i giudizi PostPre, ci si aspettava che i bambini TD mostrassero una preferenza per volti contingenti-engaging, mentre il gruppo ASD non mostrasse alcuna preferenza.

Diversamente, nel secondo scenario si ipotizzava che i bambini con sviluppo tipico non mostrassero una preferenza per i volti contingenti e tollerassero la non contingenza tipica delle interazioni sociali ecologiche, ma che rimanesse la preferenza per i volti socialmente coinvolgenti. Nei bambini ASD, invece, si ipotizzava una maggiore percentuale di scelta per gli stimoli contingenti. Per quanto riguarda i giudizi PostPre il gruppo TD avrebbe dovuto mostrare una preferenza per i volti engaging e il gruppo ASD una preferenza per i volti contingenti.

CAPITOLO 4

Analisi dei risultati

4.1 Preparazione dei dati

Dall'analisi dei dati sono stati esclusi i *trials* in cui i bambini avevano impiegato a compiere la scelta (I) meno di 100 ms e (II) più di 2000 ms (per i compiti agency e reward) e 2500 ms (per il compito contingenza). La soglia minima è stata fissata al fine di escludere le anticipazioni, mentre quella massima rappresentava il tempo limite prima della comparsa del disegno della mano indicante un'omissione. Nei dati raccolti non sono stati riscontrati problemi tecnici per cui non è stato necessario escludere i *trials* che superassero la soglia alta (2000 e 2500 ms) di filtraggio dei dati. Infine, un criterio di esclusione del partecipante riguardava la presenza di eventuali casi estremi nelle percentuali di scelta, ovvero nel corso del compito sperimentale, il partecipante doveva aver selezionato almeno una volta ciascun tasto. Dai controlli non è emersa la necessità di escludere alcun partecipante per questo motivo.

4.2 Variabili

In tutti e tre i compiti sono state analizzate le variabili dipendenti di percentuali di scelta (perc) e tempi di reazione (RT). La prima variabile (perc) rappresenta la percentuale di scelta di ciascuno dei tasti sul totale dei *trials* effettuati da ogni partecipante e il suo valore varia tra 0 e 1. A causa di omissioni ed eventuali anticipazioni, non tutti i partecipanti avevano lo stesso numero di *trials*: per questo motivo la variabile che quantifica le scelte di ciascun partecipante è rappresentata dalle percentuali di scelta e non dalle frequenze, che indicano invece quante volte il partecipante sceglie un determinato tasto. La variabile tempi di reazione (RT) indica quanto velocemente ciascun partecipante clicca sul tasto di scelta e viene espressa in millisecondi (ms).

Nel *task* di contingenza è stata analizzata anche una terza variabile dipendente, ovvero il giudizio di piacevolezza (PostPre), che rappresenta la differenza tra la preferenza dei partecipanti per ciascun volto dopo e prima la fase di interazione (Post - Pre). Tale variabile ha un range che varia da -3 a +3, con 0 indicante assenza di

cambiamento, valori positivi indicanti un miglioramento e, viceversa, valori negativi indicanti un peggioramento a seguito dell'interazione con ciascuno stimolo.

Le variabili indipendenti che sono state valutate in questo studio sono le seguenti: Scelte, Gruppo ed Età. La prima variabile rappresenta i possibili tasti di scelta, quindi, nei compiti di agency e reward ha tre livelli (10; 50; 90), che riflettono la probabilità associata alla comparsa dell'effetto nei tasti; mentre nel *task* di contingenza è formata da 4 livelli (C-E; NC-E; C-NE; NC-NE). La variabile Gruppo è formata in ciascun compito da 2 livelli (ASD; TD) e la variabile Età, rappresenta l'età dei partecipanti ed è una variabile continua.

4.3 Approccio statistico

L'analisi statistica è stata effettuata con il supporto del software statistico *R* (R Core Team, 2016). Inizialmente sono state svolte le statistiche descrittive per ciascuna variabile dipendente. Successivamente è stato adottato un approccio di *model comparison* dei modelli generalizzati ad effetti misti: si tratta di un confronto tra modelli, al fine di determinare quello che meglio spiega i dati osservati, includendo nel modello gli effetti principali (+), d'interazione (*) e random dei partecipanti (1|ID). Per confrontare i modelli, sono stati estrapolati gli indici AIC (Akaike information criterion) e il peso AICcWt (AICc weight): il modello con il valore di AIC minore è quello che meglio spiega i dati osservati e il peso rappresenta la sua probabilità predittiva, ovvero quanto il modello selezionato spiega meglio i dati osservati rispetto agli altri modelli.

4.4 Risultati

In questa sezione verranno presentate le statistiche descrittive, i modelli statistici e i risultati delle analisi per ciascuna delle variabili dipendenti, separatamente per ognuno dei tre compiti sperimentali.

4.4.1 Compito di agency

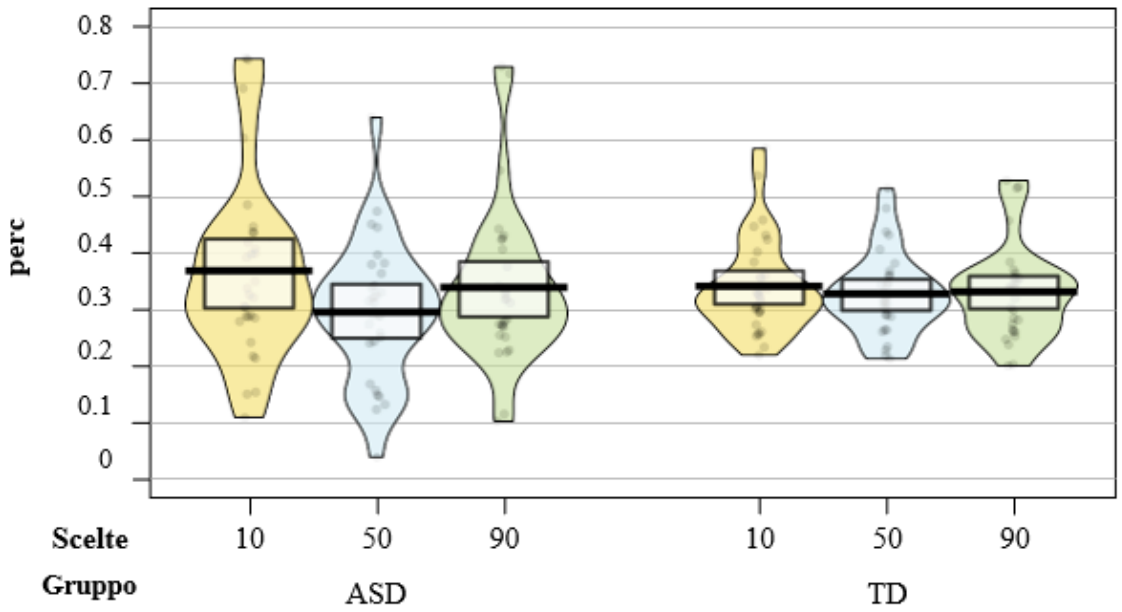
Percentuali di scelta (perc)

Il numero di osservazioni totali è stato 183, ovvero tre tasti di scelta per ogni partecipante e nella Tabella 2 sono riportate le medie e le deviazioni standard relative alle percentuali di scelta. Nel Grafico 1, inoltre, è possibile osservare le due variabili indipendenti (Gruppo e Scelte) e la variabile dipendente (perc).

Tabella 2. *Media e deviazione standard delle percentuali di scelta (perc) nel compito di agency.*

	10	50	90
ASD	0.4 (0.2)	0.3 (0.1)	0.3 (0.1)
TD	0.3 (0.1)	0.3 (0.1)	0.3 (0.1)

Grafico 1. *Pirateplot delle percentuali di scelta (perc) nel compito di agency.*



Inizialmente, attraverso il confronto tra modelli generalizzati ad effetti misti, è stato verificato che i cambiamenti nelle scelte effettuate non fossero spiegati dalla variabilità individuale. Per svolgere tale valutazione, il modello di base (perc~scelte) è stato confrontato con un modello che includeva anche un effetto random dei partecipanti (perc~scelte * (1|ID)). Poiché è risultato che il modello migliore fosse quello privo della variabilità individuale, nei modelli successivi non è stato preso in considerazione l'effetto random dei partecipanti. In seguito, come si osserva nella Tabella 3, sono stati confrontati

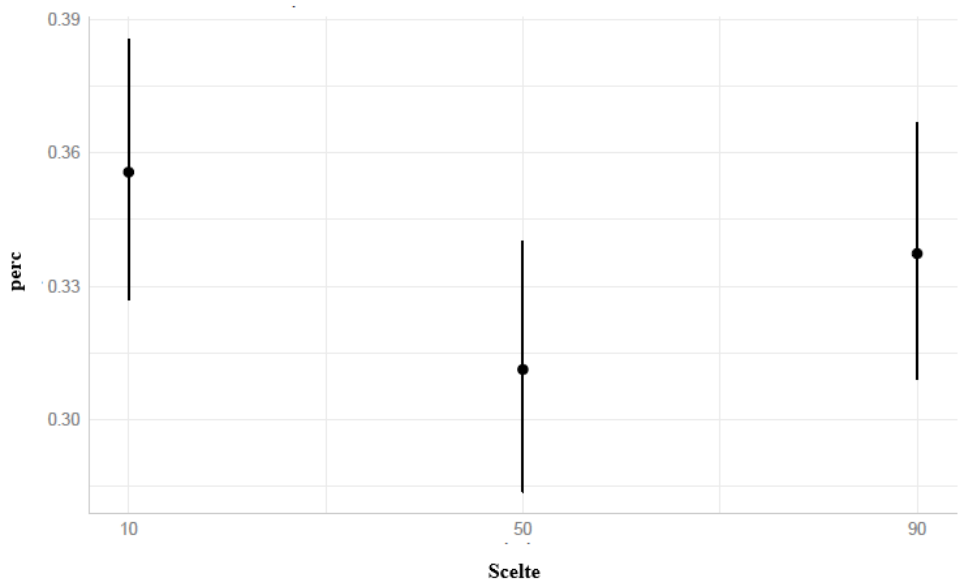
i seguenti modelli a complessità crescente: il modello 0 che include solamente i tre livelli di scelta; il modello 1 che considera l'interazione tra la scelta e il gruppo di appartenenza; il modello 2 che valuta l'effetto principale dell'età e il modello 3 che mette in interazione con i tre livelli di scelta non solo il gruppo, ma anche l'età dei partecipanti.

Tabella 3. *Model comparison delle percentuali di scelta (perc) nel compito di agency.*

Modelli	Variabili	AICc	AICcWt
M0	Perc ~ scelta	-269.48	0.76
M1	Perc ~ scelta * Gruppo	-266.09	0.14
M2	Perc ~ scelta * Gruppo + età	-263.91	0.05
M3	Perc ~ scelta * Gruppo * età	-264,27	0.06

L'approccio *model comparison* con modelli generalizzati a effetti misti ha mostrato come il modello che considerava solamente le percentuali di scelta (M0) è risultato il migliore nello spiegare i dati raccolti (AICc = -269.48), questo dato è in linea con il peso di M0 che è nettamente superiore rispetto a quello degli altri modelli (AICcWt = 0.76). Dalla sintesi (*summary*) di M0 emerge infatti un effetto significativo della scelta: la percentuale di volte in cui i partecipanti hanno cliccato sul tasto associato al 50% di probabilità di comparsa dell'effetto è risultata significativamente diversa dalla percentuale di scelta del tasto associato al 10% di probabilità (p = .03); mentre dal confronto tra le probabilità di scelta dei tasti 10% e 90% non sono emerse delle differenze significative (p = .38).

Grafico 2. *Valori predetti delle percentuali di scelta (perc) nel compito di agency.*



Quanto già osservato a livello descrittivo nel Grafico 1 è osservabile anche nel Grafico 2, nel quale, relativamente alle percentuali di scelta nel compito di agency, emerge un effetto principale della scelta: nello specifico i bambini, indipendentemente dalla loro possibile diagnosi, tendono a scegliere di meno il tasto associato al 50% di comparsa dell'effetto.

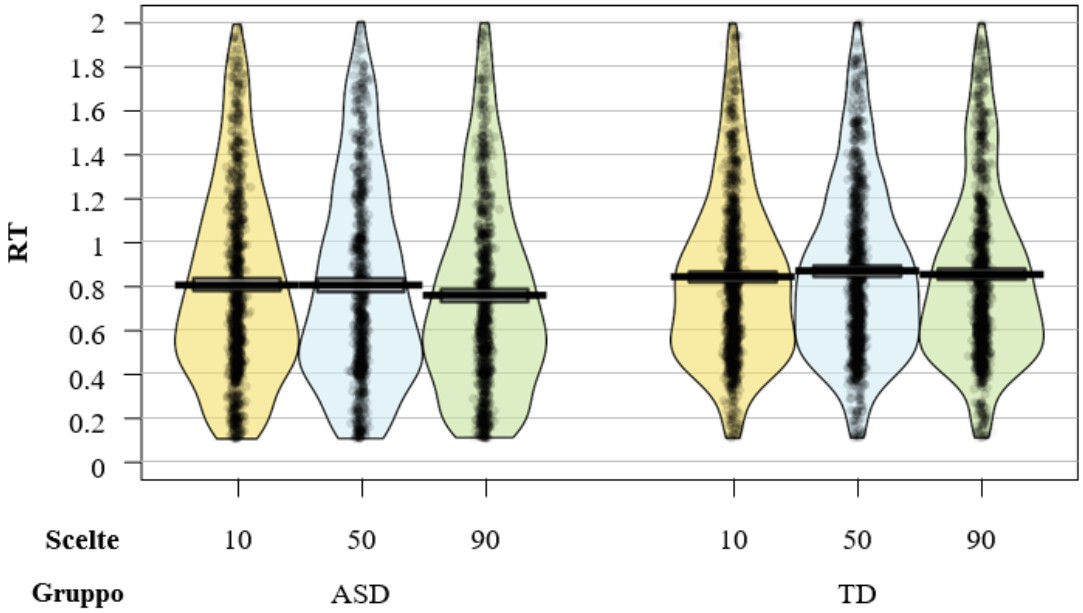
Tempi di reazione (RT)

Nella Tabella 4, sono indicate le statistiche descrittive (media e deviazione standard) della variabile dipendente RT e nel Grafico 3 si può osservare l'andamento dei due gruppi (ASD; TD) nei tempi di reazione per i tre tasti di scelta (10; 50; 90). Nel caso del tempo di reazione il numero di osservazioni totali è stato 5477.

Tabella 4. *Media e deviazione standard del tempo di reazione (RT) nel compito di agency.*

	10	**50**	**90**
ASD	0.80 (0.44)	0.80 (0.46)	0.75 (0.44)
TD	0.84 (0.39)	0.87 (0.39)	0.85 (0.40)

Grafico 3. *Pirateplot del tempo di reazione (RT) nel compito di agency.*



In seguito, come si osserva nella Tabella 5, sono stati confrontati i seguenti modelli a complessità crescente: il modello nullo (M0) include l'effetto random del partecipante e l'effetto principale dell'età; il primo modello (M1) considera anche

l'effetto principale della variabile scelta (10; 50; 90); il secondo modello (M2) valuta inoltre l'effetto principale del gruppo (ASD; TD) e infine il terzo modello (M3) analizza l'interazione tra scelta e gruppo. È importante sottolineare che l'età è stata inserita come effetto principale fin dal primo modello (M0), poiché in letteratura è noto come all'aumentare dell'età, i tempi di reazione diminuiscano (Woods, Wyma, Yund, Herron, & Reed, 2015).

Tabella 5. *Model comparison del tempo di reazione (RT) nel compito di agency.*

Modelli	Variabili	AICc	AICcWt
M0	RT~ (1 | id) + età	4286.67	0.48
M1	RT~ scelta + (1 | id) + età	4287.70	0.29
M2	RT~ scelta + Gruppo + (1 | id) + età	4288.41	0.20
M3	RT~ scelta * Gruppo + (1 | id) + età	4291.89	0.04

Dall'analisi *model comparison* dei modelli generalizzati ad effetti misti emerge come il modello che spiega meglio i dati raccolti sia M0 (AICc = 4286.67), questo dato è confermato anche dal peso (AICcWt = 0.48). Riassumendo, il modello che si adatta meglio ai dati analizzati è quello che considera l'effetto random del partecipante, ovvero la variabilità individuale che ci può essere nei diversi tempi di reazione e l'età, tuttavia non emergono effetti statisticamente significativi.

4.4.2 Compito di reward

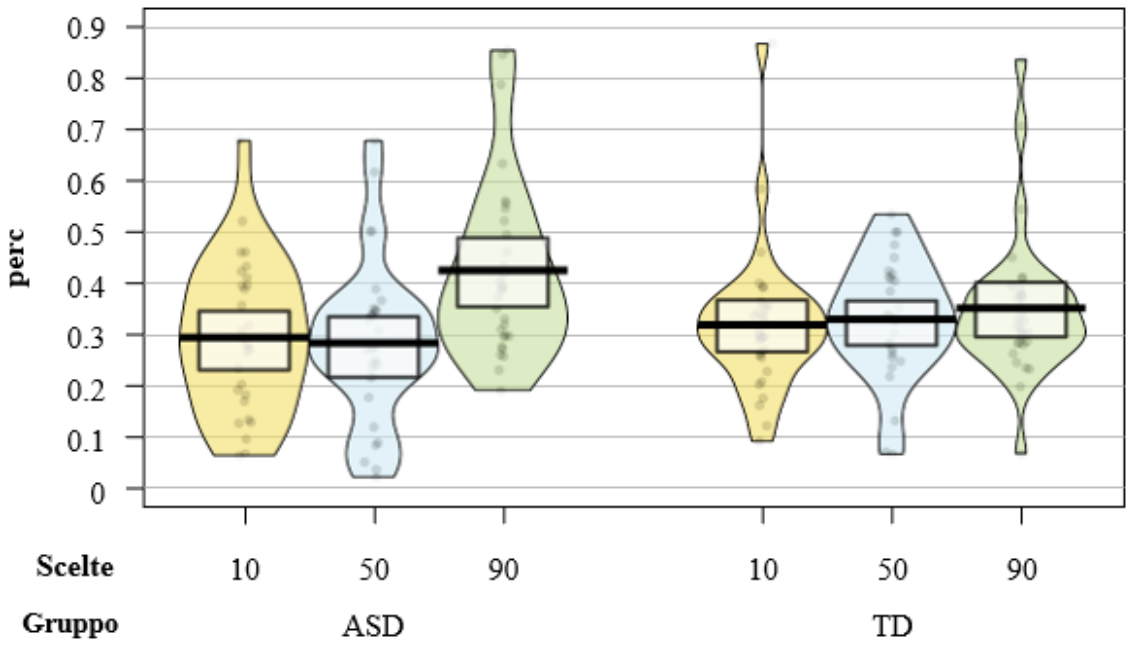
Percentuali di scelta (perc)

Come nel compito precedente, anche nel *task* di reward il numero di osservazioni totali è 183, ovvero tre tasti di scelta per ogni partecipante e nella Tabella 6 sono riportate le medie e le deviazioni standard relative alla variabile dipendente perc. Inoltre, dalle statistiche descrittive (Grafico 4) è possibile osservare come nel gruppo sperimentale ASD sembra che il tasto associato alla probabilità 90 sia preferito rispetto agli altri tasti, questo dato viene in seguito confermato statisticamente.

Tabella 6. *Media e deviazione standard delle percentuali di scelta (perc) nel compito di reward.*

	10	50	90
ASD	0.3 (0.1)	0.3 (0.2)	0.4 (0.2)
TD	0.3 (0.1)	0.3 (0.1)	0.4 (0.1)

Grafico 4. *Pirateplot delle percentuali di scelta (perc) nel compito di reward.*



Dopo aver controllato che il modello migliore per spiegare i dati fosse quello senza variabilità individuale, quest'ultima quindi non è stata inclusa nei successivi modelli di interesse. Per questo motivo, come si osserva nella Tabella 7, sono stati confrontati il modello nullo (M0) che include i tre livelli di scelta; il modello 1 (M1) che esamina l'interazione tra la scelta e il gruppo di appartenenza; il modello 2 (M2) che considera l'effetto principale dell'età ed infine il modello 3 (M3) che valuta l'interazione tra i tre livelli di scelta, il gruppo e anche l'età dei partecipanti (Tabella 7). Dal *model comparison* dei modelli generalizzati ad effetti misti, è emerso come il modello che meglio spiega i dati analizzati sia M1, ovvero quello che tiene in considerazione l'interazione tra scelta e gruppo.

Tabella 7. *Model comparison delle percentuali di scelta (perc) nel compito di reward.*

Modelli	Variabili	AICc	AICcWt
M0	Perc ~ scelta	-175.38	0.34
M1	Perc ~ scelta * Gruppo	-176.08	0.48
M2	Perc ~ scelta * Gruppo + età	-174.06	0.18
M3	Perc ~ scelta * Gruppo * età	-166.34	0.00

Inoltre, dal *summary* di M1 emerge non solo un effetto significativo dato dalla scelta del tasto ($p \leq .001$), ma anche un effetto significativo d'interazione tra la scelta e

il gruppo (p = .048), che riflette quanto già osservato a livello descrittivo nel Grafico 4. Infatti, come mostrato nel Grafico 5, il tasto associato al 90% di probabilità di produrre un effetto positivo è scelto più frequentemente degli altri tasti nel gruppo ASD rispetto al gruppo TD. Il gruppo TD invece sembra scegliere con frequenze simili tra loro i tre tasti.

Grafico 5. *Valori predetti delle percentuali di scelta (perc) nel compito di reward*

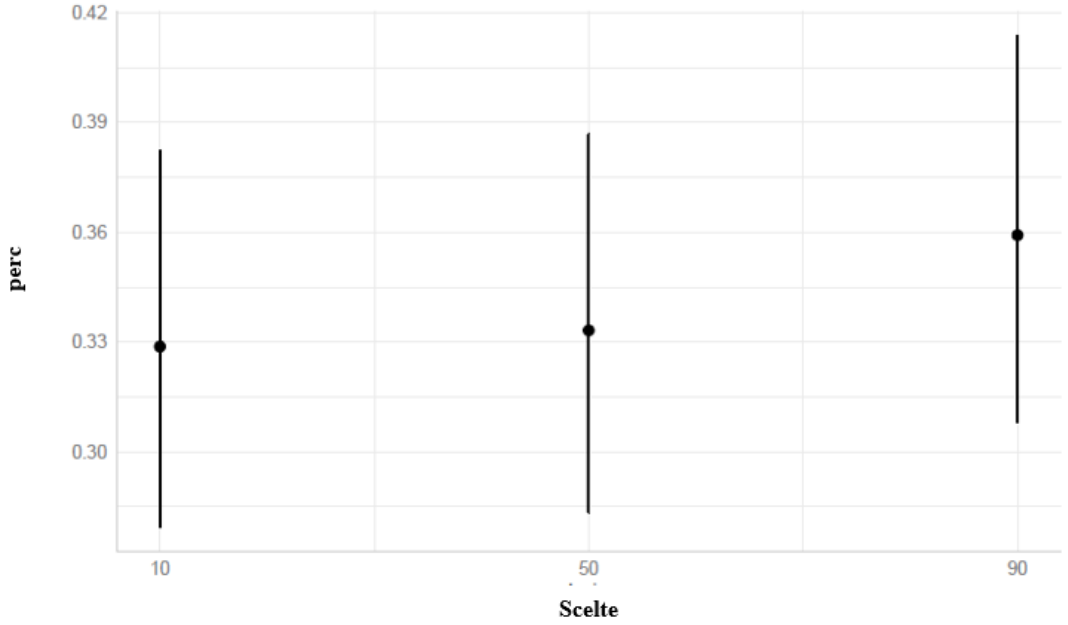
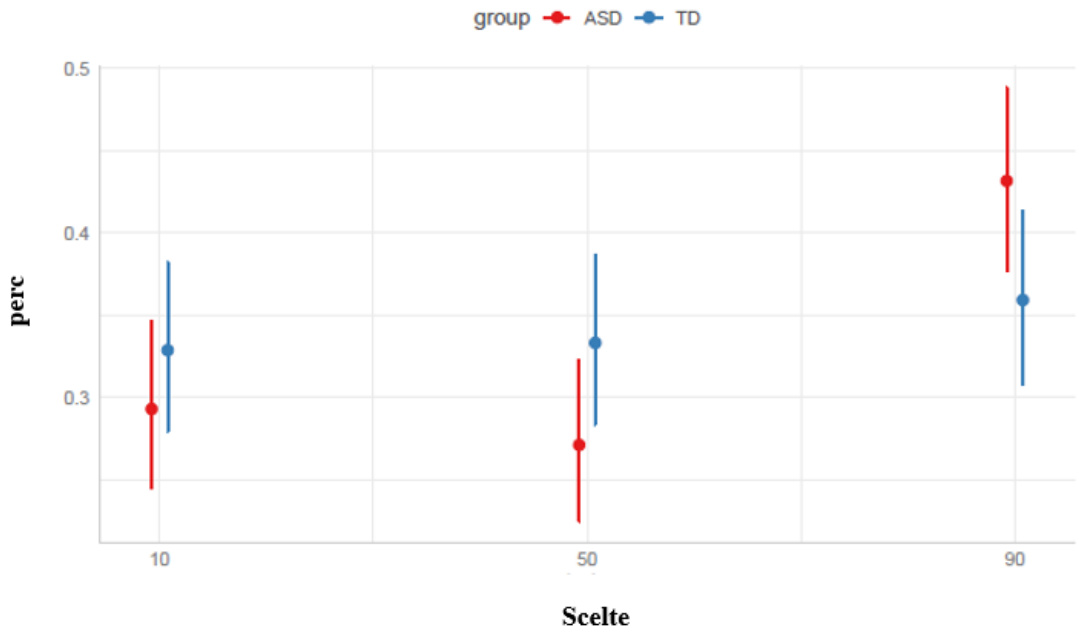


Grafico 6. *Valori predetti delle percentuali di scelta (perc) nel compito di reward divisi in gruppo di controllo (TD) e gruppo sperimentale (ASD).*



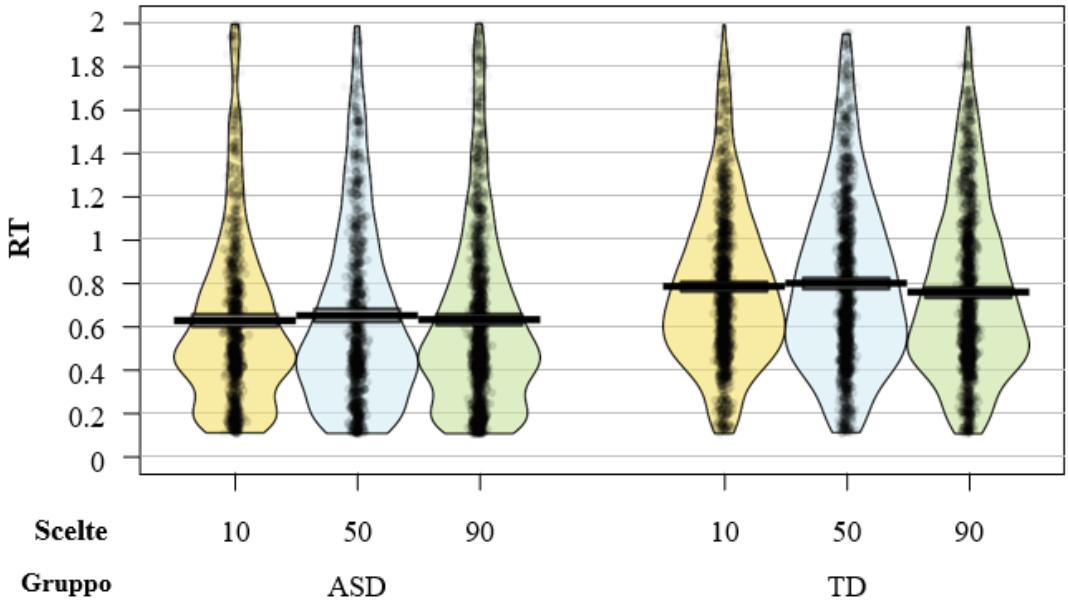
Tempi di reazione (RT)

Nella Tabella 8 e nel Grafico 7 sono rappresentate le statistiche descrittive (media e deviazione standard) della variabile dipendente RT indicata in secondi, per ciascuna possibilità di scelta (10; 50; 90) e diversificate nei due gruppi (ASD; TD). Il numero di osservazioni totali per i tempi di reazione è stato 5531.

Tabella 8. *Media e deviazione standard del tempo di reazione (RT) nel compito di reward.*

	10	**50**	**90**
ASD	0.62 (0.41)	0.65 (0.42)	0.63 (0.42)
TD	0.78 (0.37)	0.80 (0.40)	0.76 (0.39)

Grafico 7 *Pirateplot del tempo di reazione (RT) nel compito di reward.*



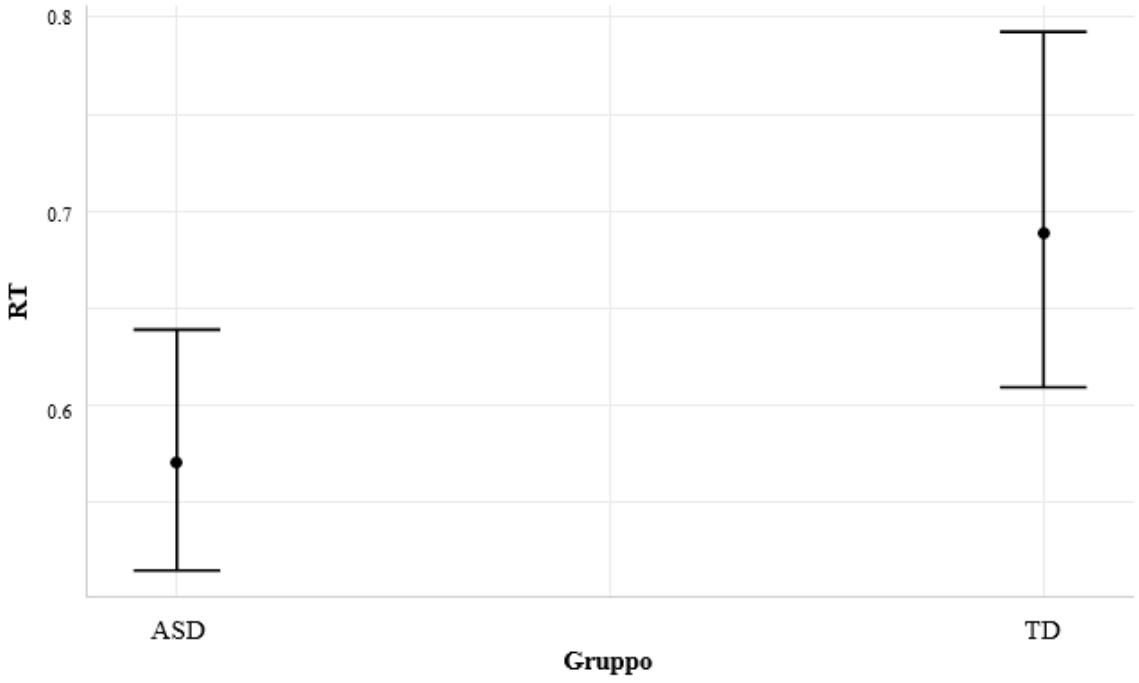
Successivamente, in modo del tutto analogo all'analisi dati del *task* di agency sono stati confrontati M0 che include l'effetto random del partecipante e l'effetto principale dell'età; M1 che considera anche l'effetto principale della variabile scelta (10; 50; 90); M2 che esamina inoltre l'effetto principale del gruppo (ASD; TD) e M3 che valuta l'interazione tra scelta e gruppo (Tabella 9). Anche in questo caso l'effetto principale dell'età è stato compreso già dal modello nullo (M0), a causa della diminuzione dei tempi di reazione all'aumentare dell'età (Woods et al., 2015).

Tabella 9. *Model comparison del tempo di reazione (RT) nel compito di reward.*

Modelli	Variabili	AICc	AICcWt
M0	RT~ (1 | id) + età	3454.33	0.01
M1	RT~ scelta + (1 | id) + età	3448.11	0.14
M2	RT~ scelta + Gruppo + (1 | id) + età	3445.33	0.56
M3	RT~ scelta * Gruppo + (1 | id) + età	3446.61	0.29

Dal confronto tra modelli, è emerso come M2 sembra essere il migliore nello spiegare i dati raccolti, M2 presenta infatti l'indice AIC minore (AICc = 3448.11) e il peso maggiore (AICcWt = 0.56). Ciò significa che vi è il 56% di probabilità che M2 sia il modello che si adatti meglio ai dati analizzati rispetto agli altri. Dalla sintesi del modello (*summary*) emerge un effetto principale del gruppo (p = .025): i bambini ASD mostrano tempi di reazioni minori indipendentemente dal tasto di scelta.

Grafico 8. *Valori predetti del tempo di reazione (RT) nel compito di reward.*



4.4.3 Compito di contingenza

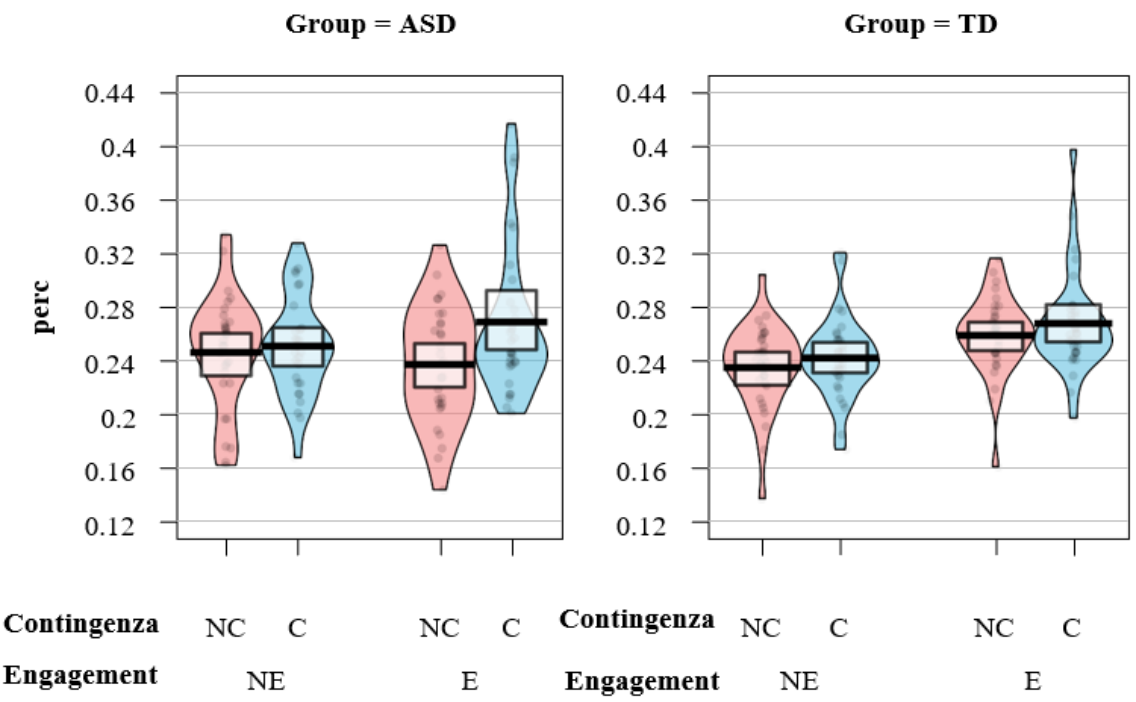
Percentuali di scelta (perc)

Le percentuali di scelta effettuate dai partecipanti sono state analizzate per valutare se fossero influenzate dalla contingenza degli stimoli (2 livelli: contingente C; non contingente NC) e dal coinvolgimento sociale (2 livelli: engaging E; non-engaging NE). Il numero totale di prove valide nel campione era 244 e come si può osservare a livello descrittivo nella Tabella 10 e nel Grafico 9, sembra che il gruppo ASD scelga maggiormente lo stimolo contingente quando è engaging, rispetto al non contingente. Tale effetto della contingenza non si osserva nel caso dei volti non engaging, infatti la percentuale di scelte C_NE e NC_NE sembra simile.

Tabella 10. *Media e deviazione standard delle percentuali di scelta (perc) nel compito di contingenza.*

	NC_NE	C_E	C_NE	NC_E
ASD	0.25 (0.04)	0.27 (0.06)	0.25 (0.04)	0.24 (0.04)
TD	0.23 (0.03)	0.27 (0.04)	0.24 (0.03)	0.26 (0.03)

Grafico 9. *Pirateplot delle percentuali di scelta (perc) nel compito di contingenza.*



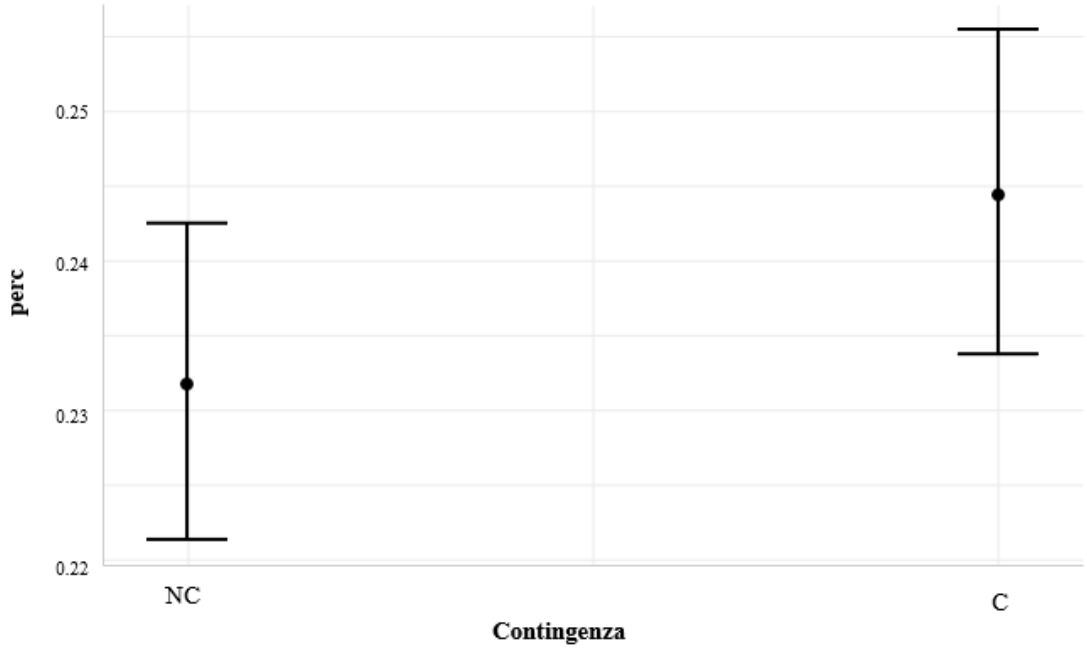
Dopo aver controllato che il modello migliore per spiegare i dati non fosse quello che includeva l'effetto random dei partecipanti, tale variabilità individuale non è stata inclusa nei successivi modelli di interesse. Successivamente, attraverso il *model comparison* dei modelli generalizzati ad effetti misti, sono stati confrontati differenti modelli, che hanno indagato l'effetto principale della contingenza (M1), l'effetto principale dell'*engagement* (M2), considerando anche il loro valore additivo (M3) e l'interazione tra loro (M4). Inoltre, è stato valutato il ruolo del gruppo di appartenenza, attraverso l'esplorazione della sua interazione rispettivamente con la contingenza (M5), con l'*engagement* (M6), con i due effetti di interazione separati (M7) ed è stata poi valutato l'effetto di interazione a tre vie (M8). Infine, è stata aggiunta la variabile dell'età sia come effetto principale (M9) che come effetto d'interazione (M10) (Tabella 11).

Tabella 11. *Model comparison delle percentuali di scelta (perc) nel compito di contingenza.*

Modelli	Variabili	AICc	AICcWt
M1	Perc ~ contingenza	-870.26	0.01
M2	Perc ~ engagement	-871.90	0.02
M3	Perc ~ contingenza + engagement	-876.54	0.23
M4	Perc ~ contingenza * engagement	-876.07	0.18
M5	Perc ~ contingenza * gruppo + engagement	-873.50	0.05
M6	Perc ~ contingenza + gruppo * engagement	-876.72	0.25
M7	Perc ~ contingenza * gruppo + engagement * gruppo	-875.67	0.15
M8	Perc ~ contingenza * engagement * gruppo	-874.60	0.09
M9	Perc ~ contingenza * engagement * gruppo + età	-872.45	0.03
M10	Perc ~ contingenza * engagement * gruppo * età	-861.26	0.00

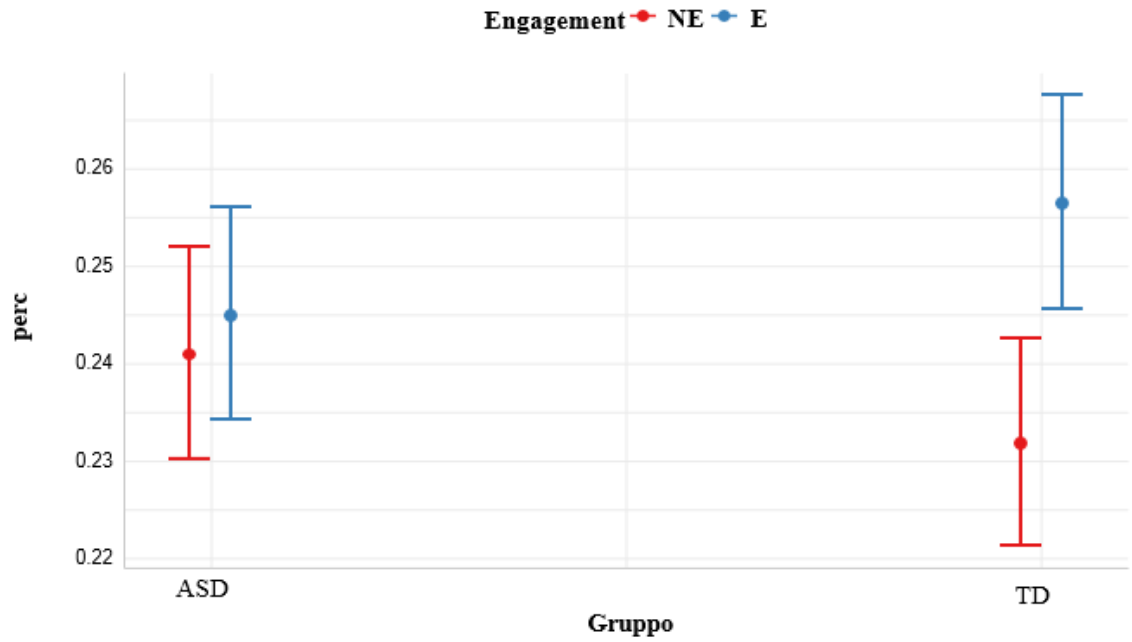
Il modello che spiega meglio i dati raccolti sembra essere M6, ovvero quello che include l'effetto principale della contingenza (C-NC) e un'interazione tra la condizione di *engagement* (E-NE) e il gruppo (ASD-TD). Tale modello, infatti, ha mostrato il valore AICc più basso (AICc = -876.72) e il valore di peso AICc più alto (AICcWt = 0.25). Dalla sintesi (*summary*) del modello emergono come significativi l'interazione tra l'*engagement* e il gruppo ($p = .037$) e un effetto principale della contingenza ($p = .008$). Come si può notare nel grafico sottostante (Grafico 10), in generale i volti contingenti vengono scelti maggiormente indipendentemente dal gruppo di appartenenza.

Grafico 10. *Valori predetti delle percentuali di scelta con effetto principale della contingenza (perc ~ contingenza).*



Inoltre, come si vede nel Grafico 11, nel gruppo TD è emersa una percentuale maggiore di scelte per volti engaging rispetto alla condizione non engaging, mentre nel gruppo ASD non è emersa una scelta preferenziale sulla base dell'*engagement*.

Grafico 11. *Valori predetti delle percentuali di scelta con interazione tra la condizione di engagement (E-NE) e il gruppo (ASD-TD).*



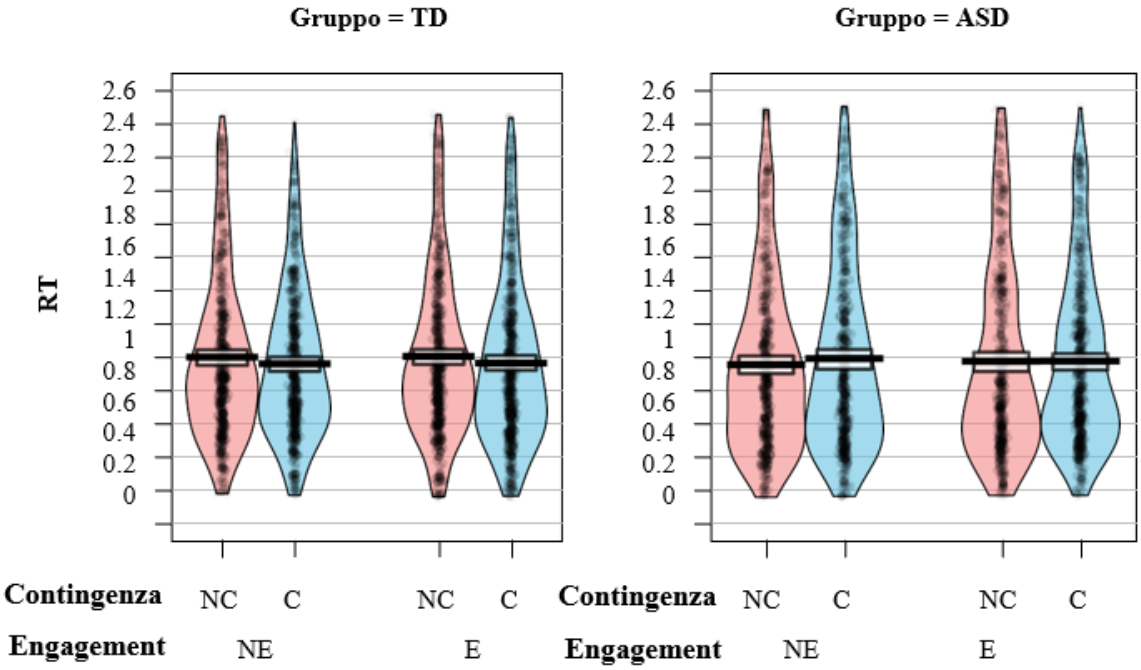
Tempi di reazione (RT)

Il numero di osservazioni totali è stato di 3138 e di seguito sono rappresentate le statistiche descrittive (media e deviazione standard) della variabile dipendente RT indicata in secondi, per ciascuna possibilità di scelta (NC_NE; C_E; C_NE; NC_E) e divise nei due gruppi (ASD; TD) (Tabella 12 e Grafico 12).

Tabella 12. *Media e deviazione standard del tempo di reazione (RT) nel compito di contingenza.*

	NC_NE	C_E	C_NE	NC_E
ASD	0.99 (0.49)	0.96 (0.50)	0.95 (0.45)	1.00 (0.49)
TD	0.95 (0.52)	0.97 (0.52)	0.98 (0.55)	0.96 (0.57)

Grafico 12. *Pirateplot del tempo di reazione (RT) nel compito di contingenza.*



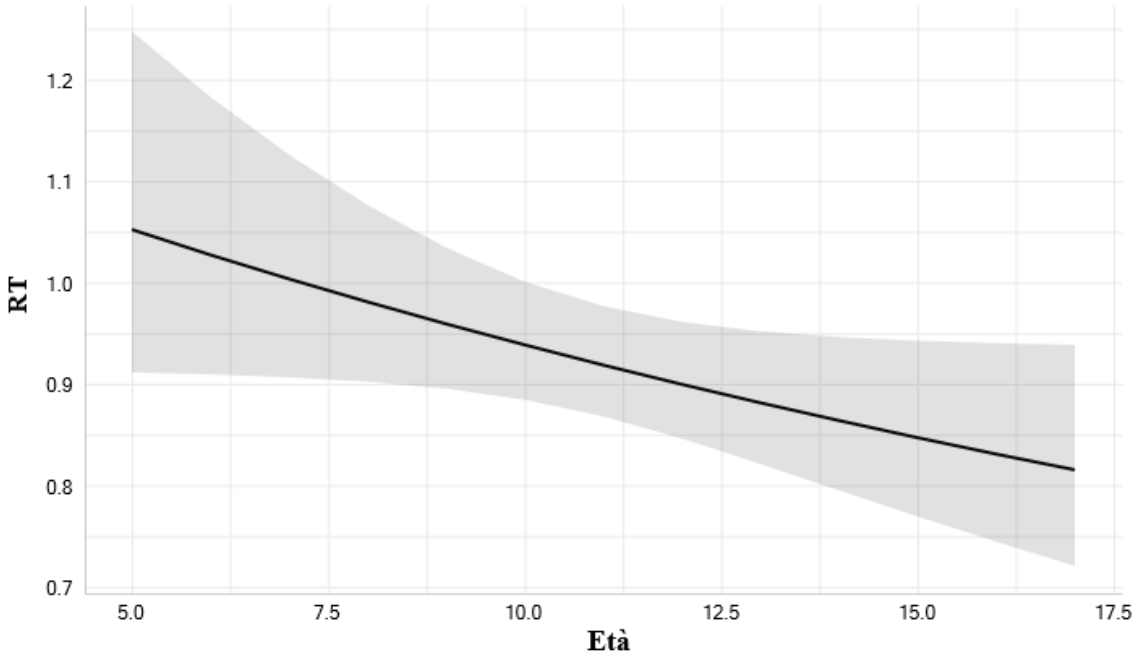
Successivamente, come si osserva in Tabella 13, è stato condotto un confronto tra modelli prendendo in considerazione sia gli effetti principali sia le interazioni delle seguenti variabili: età, contingenza, coinvolgimento ed effetto random del partecipante. Anche in questo caso la variabile età è stata inclusa fin dal modello nullo, poichè i dati consolidati in letteratura sostengono che i tempi di reazione diminuiscano all'aumentare dell'età (Woods et al., 2015).

Tabella 13. *Model comparison del tempo di reazione (RT) nel compito di contingenza.*

Modelli	Variabili	AICc	AICcWt
M0	RT ~ (1|ID) + età	3738.13	0.40
M1	RT ~ contingenza + (1|ID) + età	3739.01	0.26
M2	RT ~ engagement + (1|ID) + età	3740.13	0.15
M3	RT ~ contingenza + engagement + (1|ID) + età	3741.02	0.09
M4	RT ~ contingenza * engagement + (1|ID) + età	3743.00	0.03
M5	RT ~ contingenza * engagement + gruppo + (1|ID) + età	3745.00	0.01
M6	RT ~ contingenza *gruppo + engagement + (1|ID) + età	3743.31	0.03
M7	RT ~ contingenza + gruppo * engagement + (1|ID) + età	3744.89	0.01
M8	RT ~ contingenza * gruppo + engagement * gruppo + (1|ID) + età	3745.18	0.01
M9	RT ~ contingenza * engagement * gruppo + (1|ID) + età	3748.67	0.00

Dal *model comparison* dei modelli generalizzati ad effetti misti, è emerso come il modello che meglio spiega i dati analizzati sia M0, ciò significa che la velocità nel compiere la scelta dipende principalmente dalla variabilità individuale e non dalla manipolazione sperimentale effettuata (AICc = 3738.13; AICcWt = 0.40). Dalla sintesi (*summary*) di M0 emerge inoltre un effetto principale dell'età (p = .05) rappresentato nel Grafico 13. Tale effetto indica tempi di reazione minori al crescere dell'età dei partecipanti ed è in linea con la letteratura precedente (Woods et al., 2015).

Grafico 13. *Valori predetti del tempo di reazione (RT) con effetto principale dell'età ed effetto random dei partecipanti (RT ~ (1|ID) + età).*



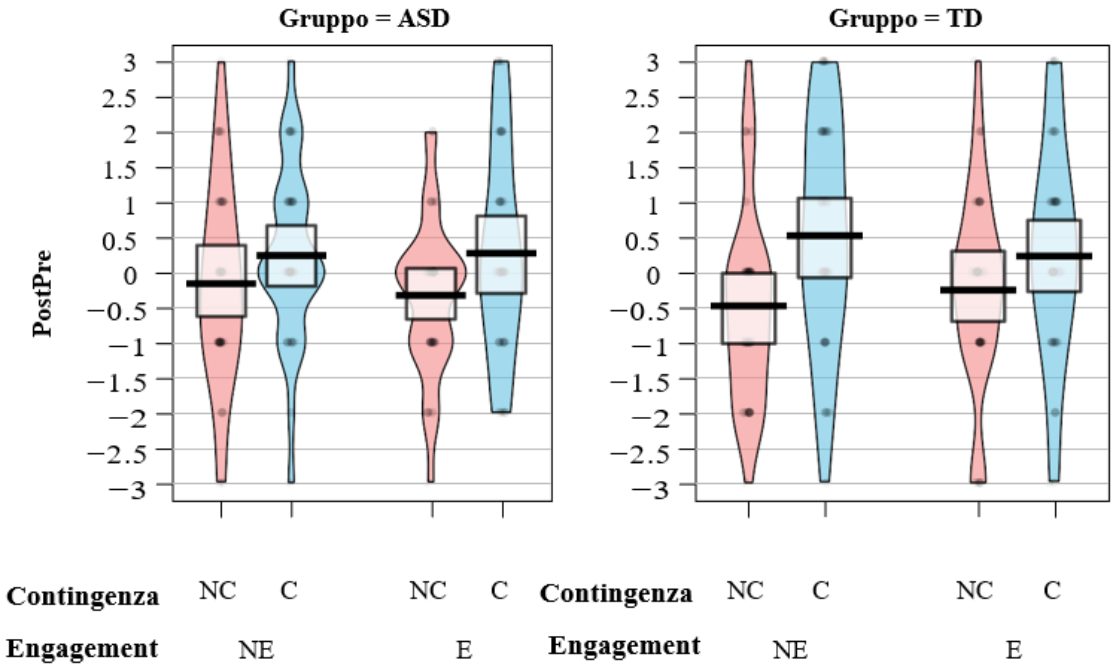
Giudizi di piacevolezza (PostPre)

Il numero di osservazioni totali è stato 244, ovvero le quattro possibilità di scelta per ogni partecipante e nella Tabella 14 sono riportate le medie e le deviazioni standard relative ai giudizi di piacevolezza. Nel Grafico 14, inoltre, è possibile osservare le due variabili indipendenti (gruppo e i quattro livelli possibili di scelta) e la variabile dipendente (PostPre) e, a livello descrittivo, sembra che ci sia un miglioramento per gli stimoli contingenti indipendentemente dal gruppo di appartenenza.

Tabella 14. *Media e deviazione standard del giudizio di piacevolezza (PostPre) nel compito di contingenza.*

	NC_NE	C_E	C_NE	NC_E
ASD	-0.17 (1.44)	0.27 (1.51)	0.23 (1.28)	-0.33 (1.12)
TD	-0.48 (1.41)	0.23 (1.59)	0.52 (1.65)	-0.26 (1.46)

Grafico 14. *Pirateplot del giudizio di piacevolezza (PostPre) nel compito di contingenza.*



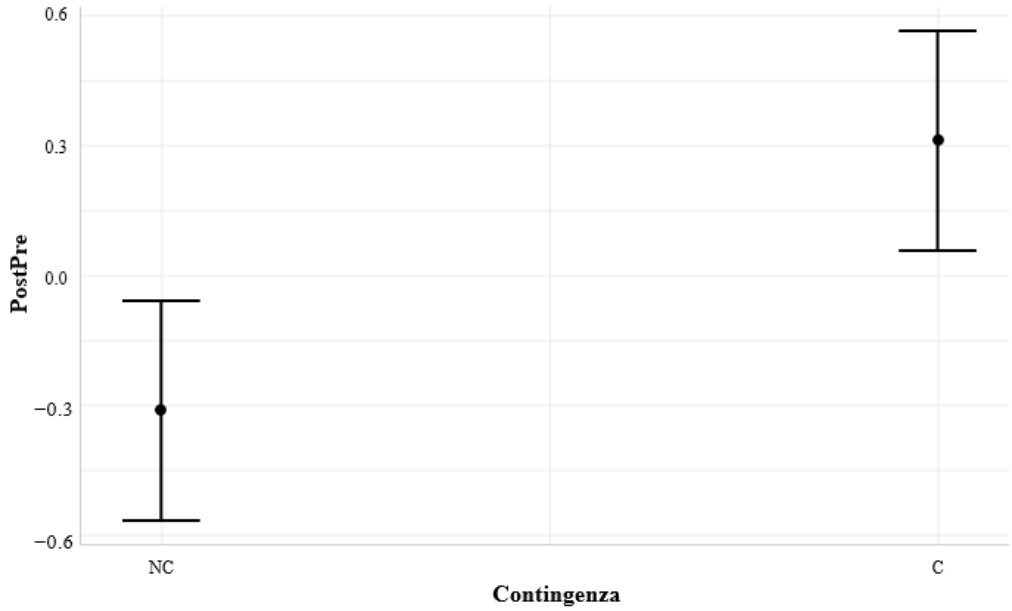
Successivamente, è stato svolto il confronto tra modelli considerando il giudizio di piacevolezza (PostPre) come variabile dipendente e l'effetto della variabilità individuale, della contingenza, dell'*engagement* e del gruppo sia come effetti principali che come interazioni (Tabella 15).

Tabella 15 *Model comparison del giudizio di piacevolezza (PostPre) nel compito di contingenza.*

Modelli	Variabili	AICc	AICcWt
M0	PostPre ~ (1|ID)	885.13	0.02
M1	PostPre ~ contingenza + (1|ID)	877.39	0.78
M2	PostPre ~ engagement + (1|ID)	888.64	0.00
M3	PostPre ~ contingenza + engagement + (1|ID)	880.96	0.13
M4	PostPre ~ contingenza * engagement + (1|ID)	883.03	0.05
M5	PostPre ~ contingenza * engagement + gruppo + (1|ID)	886.70	0.01
M6	PostPre ~ contingenza *gruppo + engagement + (1|ID)	886.47	0.01
M7	PostPre ~ contingenza + gruppo * engagement + (1|ID)	886.89	0.01
M8	PostPre ~ contingenza * gruppo + engagement * gruppo + (1|ID)	888.76	0.00
M9	PostPre ~ contingenza * engagement * gruppo + (1|ID)	890.87	0.00

I risultati hanno evidenziato che il miglior modello per descrivere la modifica del giudizio di piacevolezza fosse quello che includeva solo la contingenza e gli effetti random del partecipante (1|ID) (AICc = 877.39; AICcWt = 0.78). Infine, il *summary* del modello M1 ha mostrato un effetto principale di contingenza indipendentemente dal gruppo di appartenenza ($p \leq .001$), dunque l'aspetto della contingenza sembra aver influenzato il giudizio al di là dell'etichetta diagnostica: la valutazione dei volti con cui i partecipanti hanno interagito sembra migliorare quando questi rispondevano in modo contingente e diminuire nel caso della risposta non contingente (Grafico 15).

Grafico 15. *Valori predetti del giudizio di piacevolezza (PostPre) con effetto principale della contingenza ed effetto random dei partecipanti (PostPre ~ contingenza + (1|ID)*



CAPITOLO 5
Discussione e conclusione

5.1 Discussione

Nei capitoli precedenti è stato analizzato il costrutto della sincronia interpersonale, ovvero la coordinazione ritmica e temporale spontanea di azioni, emozioni, pensieri e processi fisiologici che si verificano tra due o più persone durante un'interazione (Mayo & Gordon, 2020). Questo meccanismo sembra essere fondamentale per costruire un'efficace interazione sociale, promuovere atteggiamenti pro-sociali e la cooperazione, oltre a contribuire alla crescita emotiva e all'autoregolazione (Hu et al., 2022; Markova et al., 2019; Mayo & Gordon, 2020; Wiltermuth & Heath, 2009).

Dalla letteratura è emerso come la SI si sviluppi fin dalla prima infanzia, nell'interazione caregiver-bambino e prosegua per tutta la vita nelle relazioni interpersonali (Feldman et al., 2003); tuttavia, lo sviluppo della SI può essere influenzato da alcuni fattori sia relativi alle caratteristiche individuali che relativi all'ambiente di sviluppo. Di conseguenza, la SI può risultare atipica in alcune popolazioni come quella con disturbo dello spettro autistico, che presenta come caratteristica fondamentale un deficit nella comunicazione e nell'interazione sociale (APA, 2013). Esistono molteplici teorie che spiegano questa caratteristica peculiare dell'ASD, ad esempio la teoria della motivazione sociale, secondo la quale gli individui ASD, a differenza degli individui a sviluppo tipico, sono meno attratti dagli stimoli sociali e li trovano meno gratificanti (Chevallier et al., 2012). Inoltre, in riferimento a studi precedentemente condotti, è emerso come la sincronia interpersonale sia presente ma ridotta negli individui ASD rispetto al gruppo TD a livello neurale (Kruppa et al., 2020), fisiologico (Saxbe et al., 2017) e comportamentale (McNaughton & Redcay, 2020).

A partire dunque dalla letteratura esistente, il presente studio si è posto l'obiettivo di esplorare i precursori della sincronia interpersonale, approfondendone possibili atipicità in individui nello spettro autistico. Il paradigma sperimentale è stato creato per comprendere come il senso di agency e il meccanismo di reward possano influenzare le azioni di scelta dei partecipanti e se atipicità a questo livello possano essere riscontrabili in bambini con una diagnosi di disturbo dello spettro autistico. Il terzo

compito aveva l'obiettivo di valutare l'influenza della contingenza temporale e dell'*engagement* sulle scelte di interazione con gli altri e l'eventuale presenza di differenze in tali aspetti tra individui dello spettro autistico e a sviluppo tipico. Infine, la presente ricerca ha cercato di comprendere se la contingenza temporale e il coinvolgimento possano modificare il giudizio di piacevolezza degli interlocutori.

Per quanto riguarda il compito di agency, dai risultati è emerso come i partecipanti, indipendentemente dalla loro possibile diagnosi, tendano a scegliere meno frequentemente il tasto associato al 50% di comparsa dell'effetto. Tale evidenza non è in linea con le ipotesi sperimentali iniziali poiché, nel primo compito, si attendeva una minor sensibilità dell'effetto di agency nel gruppo ASD rispetto al gruppo TD, viste le atipicità nel sistema di integrazione sensomotoria e la compromissione nel monitoraggio dell'azione, osservate in letteratura (Russell & Jarrold, 1998). Ciò nonostante, il fatto che non sia emersa alcuna differenza significativa tra il gruppo ASD e il gruppo TD nel compito di agency concorda con alcuni studi presenti in letteratura: in alcune ricerche con bambini ASD non è stata riscontrata alcuna difficoltà a controllare le proprie azioni (Williams & Happé, 2009; Hill & Russell, 2002) e, rispetto al gruppo di controllo a sviluppo tipico, non sono emerse differenze significative nei compiti che indagavano il senso di agency (David et al., 2008). Inoltre, si potrebbe ipotizzare che la minore frequenza di scelta del tasto associato al 50% di probabilità di comparsa dell'effetto sia imputabile al fatto che il tasto 50% sia quello caratterizzato da maggiore incertezza e che dunque risulti più difficile fare predizioni sull'esito di tale scelta. Questo dato potrebbe dunque essere un indicatore del fatto che, cliccando la figura associata al 50% di probabilità di comparsa dell'effetto, i partecipanti non sentano di avere il controllo delle proprie azioni e non possano percepirsi causa di un evento (Haggard, 2017). Di conseguenza, al fine di percepirsi come agenti attivi, i partecipanti tendono a scegliere più frequentemente i tasti associati al 10% e al 90% di probabilità di comparsa dell'effetto, in cui è invece per loro più semplice prevedere l'esito della loro azione.

Dall'analisi dei dati del compito di reward è emerso un effetto di interazione tra scelta e gruppo e, nello specifico, il gruppo ASD ha scelto più frequentemente il tasto associato al 90% della probabilità di comparsa dell'effetto positivo, rispetto agli altri tasti e rispetto al gruppo TD (Grafico 6) . Dai risultati emerge dunque come il gruppo ASD sia

sensibile alla ricompensa e per questo motivo abbia preferito azioni con conseguenze percepite come positive. Questi risultati, tuttavia, non sono in accordo con l'ipotesi sperimentale iniziale, che suggeriva che il gruppo ASD, rispetto a quello TD, non fosse più sensibile agli effetti di ricompensa e che di conseguenza non mostrasse percentuali di scelta maggiori per le figure associate ad una maggiore probabilità di fornire un effetto positivo.

È importante sottolineare che nel compito di reward viene mantenuto costante il senso di agency, ovvero le proprie azioni portano sempre alla comparsa di un effetto, ma viene manipolato il contenuto di tale effetto (neutro oppure positivo). Di conseguenza, se il controllo dell'azione fosse di per sé gratificante per l'organismo (Karsh & Eitam, 2015), non avremmo dovuto trovare l'effetto della percentuale di scelta perché nel compito reward l'azione produce sempre la comparsa di uno stimolo. Tuttavia, poiché lo stimolo positivo utilizzato è uno *smile*, ovvero una ricompensa sociale, non si può escludere che tale stimolo venga usato nella quotidianità dai bambini in modo premiante, e che quindi ricerchino appositamente questa tipologia di stimolo poiché associato a gratificazione. Per questo motivo, sarebbe interessante analizzare le scelte nel caso di stimoli sociali diversi. Inoltre, le evidenze emerse richiedono ulteriori approfondimenti poiché non sono in linea con alcuni studi condotti precedentemente, in cui è emerso come, a differenza degli individui a sviluppo tipico, nei soggetti ASD sia l'orientamento sociale che la ricompensa sociale risultino compromessi (Chevallier et al., 2012).

L'effetto emerso nel compito di reward non è osservabile solo nella percentuale di scelta, ma anche nei tempi di risposta: è emerso come i bambini ASD mostrino tempi di reazioni minori indipendentemente dal tasto di scelta (Grafico 8). In questo compito la scelta produceva sempre un effetto, di conseguenza potrebbe essere che il gruppo ASD fosse motivato dall'agency stesso: il fatto che la propria azione abbia una conseguenza, anche neutra ma prevedibile, su cui, implicitamente, il bambino ha il controllo, aumenta la frequenza e la velocità di selezione dell'azione, rispetto al caso in cui la stessa azione non abbia una conseguenza. Si potrebbe dunque ipotizzare che il controllo dell'azione sia in sé motivante per il gruppo ASD. Questa evidenza è sostenuta dalla letteratura esistente, per cui le opzioni di risposta con più alto valore di risultato previsto sono selezionate più rapidamente (Brown & Bowman, 1995). Ciò è strettamente collegato al senso di agency,

poiché le azioni associate a giudizi positivi di agency e dunque considerate come più probabili ad avere un effetto, sono selezionate più rapidamente rispetto a quelle con meno probabilità di avere un effetto (Karsh & Eitam, 2015).

Inoltre, il fatto che il gruppo ASD sia più veloce rispetto a quello TD nella scelta di qualsiasi tasto potrebbe essere collegato al dominio di stereotipie, di comportamenti ripetitivi e di impulsività, peculiare del disturbo dello spettro autistico (Leekam, Prior, & Uljarevic, 2011). I tempi di reazioni del gruppo ASD potrebbero infatti essere influenzati dai comportamenti impulsivi e ripetitivi caratteristici del disturbo. Il fatto che la richiesta del *task* fosse sempre la medesima potrebbe aver condizionato i tempi di risposta del gruppo ASD, che tende a prediligere gli schemi, le routine e ad avere interessi fissi (APA, 2013).

Inoltre, per quanto riguarda il compito di contingenza, è stato riscontrato un effetto significativo dato dalla scelta: in generale i volti contingenti vengono scelti maggiormente indipendentemente dal gruppo di appartenenza, ciò significa che entrambi i gruppi hanno modulato le loro scelte a seconda della condizione di contingenza, pertanto hanno privilegiato gli stimoli che forniscono risposte più immediate piuttosto che con un ritardo temporale. In altre parole, è emerso come tutti i partecipanti siano sensibili alla prontezza di risposta dell'altro a fronte delle proprie richieste comunicative.

In questo compito, come in quello di reward, il senso di agency era mantenuto costante: quando il partecipante sceglieva la finestra questa si apriva immediatamente (agency), ma ciò che veniva manipolato a livello di contingenza era il movimento dello stimolo. Il risultato ottenuto è in linea con la letteratura, per cui gli stimoli sociali contingenti sembrano più attraenti e possiedono un più alto valore motivante (Canfield & Haith, 1991). Il fatto che anche il gruppo ASD abbia scelto maggiormente i volti contingenti conferma i risultati presenti in letteratura: dallo studio di Northrup et al. (2017), non sono emerse differenze significative nel rilevare la contingenza temporale tra gli stimoli tra un gruppo HR e uno LR. I risultati del presente studio forniscono ulteriori prove confermative in questa direzione e suggeriscono che non sussista una difficoltà in individui con ASD nel cogliere la contingenza temporale nelle interazioni con l'altro (Northrup et al., 2017), ma che anzi essa sia privilegiata rispetto alla non contingenza.

Un’ulteriore spiegazione di tale risultato potrebbe essere collegata a un'intolleranza ai tempi di latenza sia nel gruppo sperimentale sia nel campione a sviluppo tipico.

Un'altra variabile che ha influenzato la scelta è stata la condizione di coinvolgimento in interazione con il gruppo di appartenenza: i bambini a sviluppo tipico tendono a scegliere maggiormente i volti engaging rispetto alla condizione non engaging, mentre nel gruppo ASD non è emersa una scelta preferenziale sulla base dell’*engagement*. Il risultato ottenuto è in accordo con la seconda ipotesi iniziale, infatti ci si attendeva che il gruppo TD preferisse i volti socialmente coinvolgenti e nel gruppo ASD ci fosse una preferenza per i volti contingenti, ma un ridotto interesse per gli stimoli sociali coinvolgenti. Questo risultato supporta l’ipotesi di Northrup e colleghi (2017), secondo la quale stimoli sociali più complessi e mutevoli, anche se contingenti, potrebbero risultare meno coinvolgenti e dunque meno attraenti per la popolazione ASD, a causa di un deficit nell’apprendimento delle regolarità strutturali dell’ambiente. Di conseguenza, queste evidenze rappresentano una possibile spiegazione della difficoltà degli individui ASD di adattarsi in un contesto sociale complesso e mutevole (Vernetti, et al., 2018).

Infine, relativamente ai giudizi di preferenza, è stato osservato un effetto principale dato dalla contingenza, per cui tale condizione sembra aver influenzato il giudizio al di là dell’etichetta diagnostica: la valutazione dei volti con cui i partecipanti hanno interagito sembra migliorare rispetto alla fase di pretest quando i volti rispondevano in modo contingente e diminuire nel caso della risposta non contingente. Un dato importante da osservare è il miglioramento della valutazione dei volti contingenti, indipendentemente dal gruppo di appartenenza (Grafico 15). Tale risultato concorda parzialmente con la seconda ipotesi sperimentale, per cui il gruppo ASD avrebbe dovuto mostrare una preferenza per i volti contingenti. Tuttavia, tale evidenza necessita di ulteriori approfondimenti poiché, inizialmente si ipotizzava che i bambini a sviluppo tipico non mostrassero alcuna preferenza per i volti contingenti e tollerassero dunque la non contingenza tipica delle interazioni sociali ecologiche. I risultati ottenuti nel presente studio potrebbero essere imputabili al fatto che la contingenza temporale è intrinsecamente collegata al senso di agency e dunque al sistema ricompensa: il giudizio di piacevolezza del partecipante potrebbe essere influenzato sia dall’aspetto di

contingenza temporale che dal considerarsi agente attivo e quindi causa primaria di un effetto che segue la sua azione volontaria (Elsner & Hommel, 2004).

5.2 Limiti e direzioni future

Sebbene i risultati contribuiscano ad aggiungere conoscenza sui precursori della sincronia interpersonale nello sviluppo dell'individuo, è necessario sottolineare i limiti che tale studio presenta.

Un primo limite riguarda il paradigma sperimentale: il *task* utilizzato è relativamente strutturato e come la maggior parte degli studi sull'argomento, è stato svolto in un contesto sperimentale controllato. Per il futuro sarebbe interessante svolgere indagini che si focalizzino sull'interazione naturalistica tra caregiver e bambino con paradigmi di ricompensa e coinvolgimento sociale ecologicamente più validi.

Un'ulteriore difficoltà è stata riscontrata nel cogliere la probabilità statistica associata a ciascun tasto, perciò una sfida futura potrebbe essere quella di inserire un compito che indaghi la capacità di apprendere le regolarità statistiche. In aggiunta a ciò, è necessario sottolineare che i compiti di agency e reward sono simili e di conseguenza, potrebbe esserci un effetto apprendimento che influenza i tempi di reazione: per le ricerche future risulta dunque opportuno aggiungere due gruppi indipendenti che svolgano rispettivamente solo agency e solo reward. Inoltre, per quanto riguarda il compito di contingenza, al fine di confermare l'ipotesi di preferenza per la contingenza temporale nel gruppo ASD, in futuro sarà importante includere anche una condizione con oggetti del mondo fisico non sociale.

Ulteriore limiti riscontrati in questa ricerca riguardano la numerosità campionaria non molto estesa e l'eterogeneità dell'età dei partecipanti, tuttavia, è importante sottolineare che si tratta di dati preliminari poiché lo studio è ancora in corso e che le differenti fasce di età considerate permettono di studiare i meccanismi in ottica di sviluppo. Inoltre, nella presente ricerca non viene condotta una differenziazione tra individui ASD con sintomatologia lieve, moderata e grave e non viene osservato il variare della sincronia interpersonale in base alla severità dei sintomi. In futuro sarebbe interessante condurre uno studio che si concentri maggiormente sulla variabile severità

dei sintomi, poiché potrebbe modulare la capacità di sincronizzarsi con gli altri (Dowell, Mahone, & Mostofsky, 2009): una maggiore severità dei sintomi sembra essere collegata a una maggiore difficoltà nell'interazione con gli altri e nella sincronizzazione in un ambiente sociale più complesso (Bloch, Vogeley, Georgescu, & Falter-Wagner, 2019). Di conseguenza, in riferimento agli studi presenti in letteratura, si ipotizza che ricerche con individui con tratti ASD più gravi potrebbero fornire prove di una maggiore riduzione della SI, rispetto a un gruppo TD; mentre individui ASD con una sintomatologia più lieve e con migliori abilità sociali potrebbero mostrare un effetto più limitato (Kaur, Srinivasan, & Bhat, 2018).

In conclusione, è emerso come vi siano alcune differenze tra il gruppo ASD e quello TD nei compiti di reward e contingenza, tuttavia, rimangono delle domande sul funzionamento dei meccanismi che contribuiscono alla sincronia atipica. In particolare, la sincronia ridotta o atipica può riflettere l'influenza di processi sia intra-individuali che inter-individuali, e ulteriori ricerche dovrebbero chiarire i precursori della sincronia atipica nell'ASD prendendo in considerazione le caratteristiche dell'intera diade. Inoltre, poiché la SI può essere sensibile al contesto dell'interazione, la ricerca futura dovrebbe comprendere non solo i meccanismi inter-individuali, ma anche le dinamiche contestuali che determinano un'appropriata sincronia interpersonale.

Per quanto riguarda le ricerche future sulla SI, risultano necessari ulteriori studi che vadano ad analizzarne più specificatamente la dimensione neurale, fisiologica e comportamentale. Una sfida potrebbe essere quella di testare la sincronia a più livelli, indagando le tre dimensioni simultaneamente, e non separatamente. Futuri sviluppi potrebbero apportare alcune modifiche agli strumenti utilizzati: la ricerca potrebbe avvalersi di una strumentazione più precisa come ad esempio l'*eye tracker*, questo metodo consentirà una migliore manipolazione dell'interazione sociale simulata, al fine di sondare ulteriormente la condizione in cui emerge un'interazione sociale compromessa nell'ASD.

5.3 Implicazioni cliniche

Studiare i precursori della sincronia interpersonale nei bambini e nei ragazzi risulta cruciale per comprendere lo sviluppo delle abilità di interazione con l'altro e, in special modo, per approfondirne il funzionamento in coloro che manifestano difficoltà a

livello di interazione e comunicazione sociale. L'analisi di queste componenti nel disturbo dello spettro autistico ha dei risvolti applicativi, in quanto una maggiore comprensione dei meccanismi alla base dei deficit sociali nell'ASD permette di mantenere sempre un approccio alla diagnosi precoce e di promuovere interventi terapeutici. Per questo motivo, la ricaduta applicativa del presente studio è quella di individuare possibili atipicità dello sviluppo in una fase precoce e di promuovere interventi tempestivi al fine di ridurre gli effetti a cascata sulla crescita successiva.

Gli studi sull'implicazione clinica della sincronia interpersonale sono cruciali per comprendere il ruolo di quest'ultima nell'intervento e nell'esperienza quotidiana degli individui con ASD. L'importanza di tali interventi clinici è stata confermata da uno studio di Landa e colleghi (2010), che ha coinvolto un campione di bambini dai 21 ai 33 mesi e i loro caregiver. L'obiettivo della ricerca era quello di verificare gli effetti di un intervento intensivo di sincronia interpersonale e l'impatto sullo sviluppo delle abilità sociali in un campione TD e ASD. Dai risultati è emerso un forte impatto positivo dell'intervento, infatti solo il gruppo stimolato a livello di interazione sociale imitativa, attenzione congiunta e condivisione degli affetti ha mostrato un tasso più elevato di comportamenti imitativi e di contatto visivo; inoltre tali abilità sono state generalizzate a contesti non familiari e mantenute nei mesi successivi al trattamento (Landa, Holman, O'Neill, & Stuart, 2010).

Dal punto di vista applicativo, la presente ricerca permette di far luce sulle componenti che, in futuro, potrebbero essere stimolate a livello di intervento al fine di promuovere la sincronia interpersonale: ad esempio consente di strutturare possibili interventi clinici che aumentino la motivazione sociale basata sulla ricompensa (Bartz, Zaki, Bolger, & Ochsner, 2011) e che lavorino sullo sviluppo della tolleranza alle pause tra una richiesta e la risposta (Ferguson, et al., 2020). Un'ulteriore implicazione clinica del presente studio potrebbe essere quella di coinvolgere i caregiver nell'intervento, insegnando loro ad attuare comportamenti coinvolgenti e contingenti e spiegando come il loro pattern comportamentale potrebbe avere un effetto a cascata sulle abilità sociali dei bambini (Landa et al., 2010).

Sebbene i primi interventi di sincronia abbiano dimostrato dei miglioramenti nel comportamento sincrono, sono necessarie ulteriori ricerche per determinare la misura in

cui questi progressi si possano generalizzare ad altre forme di comportamento sociale, in particolare per gli individui con ASD. La sfida del futuro, a livello applicativo, è dunque quella di chiarire in che modo fattori come l'età dei partecipanti, la durata dell'intervento e il tipo di sincronia possano influenzare lo sviluppo della sincronia interpersonale, in particolare nella popolazione ASD.

5.4 Conclusioni

Il presente studio ha indagato i precursori della sincronia interpersonale, rivolgendo un'attenzione particolare al disturbo dello spettro autistico. Nei capitoli precedenti si è discusso il ruolo che il senso di agency, il sistema ricompensa e la contingenza possono avere sulla selezione delle azioni e come atipicità a questo livello siano osservabili in bambini con una diagnosi di ASD. Al fine di raggiungere tali obiettivi, sono state proposte le ipotesi sperimentali riguardanti le componenti di agency, reward e contingenza temporale. Successivamente sono stati analizzati i dati ottenuti, confrontati con quelli attesi e dunque verificata l'eventuale correttezza delle ipotesi iniziali.

I dati rilevati dalla presente ricerca mostrano come i bambini ASD sembrino sviluppare una sensibilità agli effetti di reward, poiché hanno mostrato tempi di reazione generalmente minori quando la loro azione produceva sempre la comparsa di un effetto (*task* reward) e percentuali di scelta superiori per le figure associate ad una maggiore probabilità di fornire un effetto positivo. Inoltre, in linea con la letteratura esistente (Canfield & Haith, 1991), da questo lavoro di tesi è emerso come sia i bambini a sviluppo tipico che con diagnosi ASD, siano risultati sensibili alla contingenza nelle interazioni con l'altro e dunque abbiano privilegiato gli stimoli che forniscono risposte più rapide e temporalmente più vicine. Si suppone dunque che gli stimoli sociali contingenti vengano percepiti da entrambi i gruppi come più attraenti e con un più alto valore motivante. Tuttavia, in linea con la letteratura e le ipotesi iniziali, il coinvolgimento sociale sembra avere un impatto minore sulle scelte dei bambini ASD: mentre i partecipanti a sviluppo tipico tendono a scegliere maggiormente i volti engaging rispetto alla condizione non engaging, nel gruppo ASD non è emersa una scelta preferenziale sulla base del coinvolgimento.

Nonostante alcuni limiti discussi precedentemente, la presente ricerca ha numerose implicazioni cliniche e risulta cruciale per una maggiore comprensione dei meccanismi alla base dei deficit sociali nell'ASD. Pertanto, è auspicabile in futuro l'individuazione precoce di possibili atipicità dello sviluppo e la promozione di interventi terapeutici tempestivi, che aumentino la motivazione sociale basata sul senso di agency e sulla ricompensa. Inoltre, lavorare sulla contingenza temporale potrebbe fornire benefici e miglioramenti nella capacità di allinearsi e comportarsi in sincronia con gli altri, in particolare per le abilità sociali del gruppo ASD.

In conclusione, i risultati ottenuti dal presente lavoro di indagine sono in linea con alcuni studi presentati in letteratura e mostrano come il fatto di percepirsi causa di un evento (senso di agency) sia gratificante per l'organismo (sistema ricompensa) non solo per il gruppo a sviluppo tipico, ma anche per quello con diagnosi di ASD e che possa avere delle ripercussioni anche sulle modalità di interazione sociale. Allo stesso modo, le risposte ricevute da tali interazioni, soprattutto se contingenti a livello temporale, possono fungere da ricompensa e permettere lo sviluppo della sincronia interpersonale. Infine, una sfida del futuro è quella di condurre ulteriori ricerche per approfondire il legame intrinseco tra agency, reward e contingenza.

Bibliografia

Ackerman, J. M., & Bargh, J. A. (2010). Two to Tango: Automatic Social Coordination and the Role of felt effort. In B. Brian, *Effortless Attention: A New Perspective in the Cognitive Science of Attention and Action* (p. 335). Cambridge: online edn, MIT Press Scholarship Online, 22 Aug. 2013.

Bahrick, L. E., & Watson, J. S. (1985). Detection of intermodal proprioceptive–visual contingency as a potential basis of self-perception in infancy. *Developmental Psychology*, 21(6), 963–973. doi:10.1037/0012-1649.21.6.963

Baker, J. K., Fenning, R. M., Howland, M., Baucom, B. R., Moffitt, J., & Erath, S. A. (2015). Brief Report: A Pilot Study of Parent-Child Biobehavioral Synchrony in Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(12):4140-6. doi:10.1007/s10803-015-2528-0

Balleine, B., Delgado, M., & Hikosaka, O. (2007). The role of the dorsal striatum in reward and decision-making. *Journal of Neuroscience*, 27(31):8161-5. doi:10.1523/JNEUROSCI.1554-07.2007

Baron-Cohen, S., & Wheelwright, S. (2003). The Friendship Questionnaire: An Investigation of Adults with Asperger Syndrome or High-Functioning Autism, and Normal Sex Differences. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 33, 509–517. doi:https://doi.org/10.1023/A:1025879411971

Bartz, J. A., Zaki, J., Bolger, N., & Ochsner, K. N. (2011). Social effects of oxytocin in humans: context and person matter. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(7):301-9. doi:10.1016/j.tics.2011.05.002

Bernieri, F. J., & Rosenthal, R. (1991). Interpersonal coordination: Behavior matching and interactional synchrony. In R. S. Feldman, & B. Rimé, *Fundamentals of nonverbal behavior* (p. 401–432). Cambridge University Pres: Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.

Bloch, C., Vogeley, K., Georgescu, A. L., & Falter-Wagner, C. M. (2019). INTRApersonal Synchrony as Constituent of INTERpersonal Synchrony and Its

Relevance for Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Robotics and AI*, 20;6:73. doi:https://doi.org/10.3389/frobt.2019

Boraston, Z., & Blakemore, S. J. (2007). The application of eye-tracking technology in the study of autism. *The Journal of Physiology* , 581(Pt 3):893-8. doi:10.1113/jphysiol.2007.133587

Brandi, M. L., Kaifel, D., Bolis, D., & Schilbach, L. (2019). The Interactive Self – A Review on Simulating Social Interactions to Understand the Mechanisms of Social Agency. *i-com*, 18(1): 17–31. doi:https://doi.org/10.1515/icom-2018-0018

Bronfenbrenner, U., & Ceci, S. (1994). Nature–nurture reconceptualized in developmental perspective: A bioecological model. *Psychological Review*, 101, 568–586. doi:https://doi.org/10.1037/0033-295X.101.4.568

Brown, V. J., & Bowman, E. M. (1995). Discriminative cues indicating reward magnitude continue to determine reaction time of rats following lesions of the nucleus accumbens. *European Journal of Neuroscience*, 7(12):2479-85. doi:10.1111/j.1460-9568.1995.tb01046.x

Canevello, A., & Crocker, J. (2010). Creating good relationships: responsiveness, relationship quality, and interpersonal goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 99(1):78-106. doi:10.1037/a0018186

Canfield, R. L., & Haith, M. M. (1991). Young infants' visual expectations for symmetric and asymmetric stimulus sequences. *Developmental Psychology*, 27(2), 198–208. doi:10.1037/0012-1649.27.2.198

Chambon, V., & Haggard, P. (2012). Sense of control depends on fluency of action selection, not motor performance. *Cognition*, 125, 441–451. doi:https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.07.011

Chartrand, T. L., & Lakin, J. L. (2013). The Antecedents and Consequences of Human Behavioral Mimicry. *Annual Review of Psychology*, 64:1, 285-308. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143754

Chevallier, C., Kohls, G., Troiani, V., Brodkin, E. S., & Schultz, R. T. (2012). The social motivation theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(4):231-9. doi:10.1016/j.tics.2012.02.007

Cirelli, L. K. (2018). How interpersonal synchrony facilitates early prosocial behavior. *Current Opinion in Psychology*, 20:35-39. doi:10.1016/j.copsyc.2017.08.009

Clifford, C. W., Webster, M. A., Stanley, G. B., Stocker, A. A., Kohn, A., Sharpee, T. O., & Schwartz, O. (2007). Visual adaptation: neural, psychological and computational aspects. *Vision Research*, 47(25):3125-31. doi:10.1016/j.visres.2007.08.023

Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., Schaefer, H. S., Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H., . . . Davidson, R. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature Neuroscience*, 8(4):519-26. doi:10.1038/nn1421

David, N., Gawronski, A., Santos, N. S., Huff, W., Lehnhardt, F. G., Newen, A., & Vogeley, K. (2008). Dissociation between key processes of social cognition in autism: impaired mentalizing but intact sense of agency. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38, 593–605. doi:10.1007/s10803-007-0425-x

Dewey, J. A., & Carr, T. H. (2013). When dyads act in parallel, a sense of agency for the auditory consequences depends on the order of the actions. *Consciousness and Cognition*, 22(1):155-66. doi:10.1016/j.concog.2012.12.004

Dichter, G. S., Felder, J. N., Green, S. R., Rittenberg, A. M., Sasson, N. J., & Bodfish, J. W. (2012). Reward circuitry function in autism spectrum disorders. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(2):160-72. doi:10.1093/scan/nsq095

Dowell, L. R., Mahone, E. M., & Mostofsky, S. H. (2009). Associations of postural knowledge and basic motor skill with dyspraxia in autism: Implication for abnormalities in distributed connectivity and motor learning. *Neuropsychology*, 23(5), 563–570. doi:https://doi.org/10.1037/a0015640

Dunn, W. (2007). Supporting Children to Participate Successfully in Everyday Life by Using Sensory Processing Knowledge. *Infants & Young Children*, 20(2), 84–101. doi:https://doi.org/10.1097/01.iyc.0000264477.05076.5d

Eitam, B., Kennedy, P. M., & Tory, H. E. (2013). Motivation from control. *Experimental Brain Research*, 229(3):475-84. doi:10.1007/s00221-012-3370-7

Elsner, B., & Hommel, B. (2004). Contiguity and contingency in action-effect learning. *Psychological Research*, 68(2-3):138-54. doi:10.1007/s00426-003-0151-8

Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M. H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Science*, 99(14), 9602–9605. doi:https://doi.org/10.1073/pnas.152159999

Farroni, T., Massaccesi, S., Menon, E., & Johnson, M. H. (2007). Direct gaze modulates face recognition in young infants. *Cognition*, 102(3):396-404. doi:10.1016/j.cognition.2006.01.007

Feldman, R. (2003). Infant-mother and infant-father synchrony: The coregulation of positive arousal. *Infant Mental Health Journal*, 24(1), 1–23. doi:https://doi.org/10.1002/imhj.10041

Feldman, R. (2007). Parent–infant synchrony and the construction of shared timing; physiological precursors, developmental outcomes, and risk conditions. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(3–4), 329–354. doi:10.1111/j.1469-7610.2006.01701.x

Feldman, R. (2012). Bio-behavioral Synchrony: A Model for Integrating Biological and Microsocial Behavioral Processes in the Study of Parenting . *Parenting*, 12:2-3, 154-164. doi:10.1080/15295192.2012.683342

Feldman, R., & Eidelman, A. I. (2003). Direct and indirect effects of maternal milk on the neurobehavioral and cognitive development of premature infants. *Developmental Psychobiology*, 43, 1–12. doi:10.1002/dev.10126

Feldman, R., & Eidelman, A. I. (2006). Maternal postpartum behavior and the emergence of infant–mother and infant–father synchrony in preterm and full-term infants:

The role of neonatal vagal tone. *Developmental Psychobiology*, 49(3), 290–302. doi:https://doi.org/10.1002/dev.20220

Feldman, R., & Greenbaum, C. W. (1997). Affect regulation and synchrony in mother–infant play as precursors to the development of symbolic competence. *Infant Mental Health Journal*, 18(1), 4–23. doi:10.1002/(SICI)1097-0355(199721)18:1<4::AID-IM

Feldman, R., Greenbaum, C. W., & Yirmiya, N. (1999). Mother–infant affect synchrony as an antecedent to the emergence of self-control. *Developmental Psychology*, 35, 223–231. doi:10.1037//0012-1649.35.1.223

Feldman, R., Weller, A., Leckman, J. F., Kuint, J., & Eidelman, A. I. (1999). The nature of the mother's tie to her infant: maternal bonding under conditions of proximity, separation, and potential loss. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 40(6):929-39.

Ferguson, J. L., Leaf, J. A., Cihon, J. H., Milne, C. M., Leaf, J. B., McEachin, J., & Leaf, R. (2020). Practical Functional Assessment: A Case Study Replication and Extension with a Child Diagnosed with Autism Spectrum Disorder. *Education and Treatment of Children*, 43(2), 171–185. doi:https://doi.org/10.1007/s43494-020-00015-1

Fitzpatrick, P., Frazier, J. A., Cochran, D. M., Mitchell, T., Coleman, C., & Schmidt, R. C. (2016). Impairments of social motor synchrony evident in autism spectrum disorder. *Frontiers in Psychology*, 7:1323. doi: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01323

Fitzpatrick, P., Frazier, J. A., Cochran, D., Mitchell, T., Coleman, C., & Schmidt, R. C. (2018). Relationship Between Theory of Mind, Emotion Recognition, and Social Synchrony in Adolescents With and Without Autism. *Frontiers in Psychology*, 9:1337. doi:10.3389/fpsyg.2018.01337

Fitzpatrick, P., Romero, V., Amaral, J. L., Duncan, A., Barnard, H., Richardson, M. J., & Schmidt, R. C. (2017). Evaluating the importance of social motor synchronization and motor skill for understanding autism. *Autism Research*, 10(10):1687-1699. doi:10.1002/aur.1808

Gajić, A., Arsić, B., Maćešić-Petrović, D., Bašić, A., & Parezanović, R. Z. (2021). Teaching a child with Autism Spectrum Disorder to tollerate delayed reinforcement. *European Journal of Special Education Research*, 7(2). doi:https://doi.org/10.46827/ejse.v7i2.3767

Gewirtz, J. L., & Peláez-Nogueras, M. (1992). Social referencing as a learned process. In S. Feinman, *Social referencing and the social construction of reality in infancy* (p. pp. 151–173). Michigan: Plenum Press. doi:10.1007/978-1-4899-2462-9_7

Gordon, I., Zagoory-Sharon, O., Leckman, J. F., & Feldman, R. (2010). Oxytocin and the development of parenting in humans. *Biol Psychiatry*, 68(4):377-382. doi:10.1016/j.biopsych.2010.02.005

Grynszpan, O., Nadel, J., Martin, J. C., Simonin, J., Bailleul, P., Wang, Y., . . . Constant, J. (2012). Self-monitoring of gaze in high functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* , 42(8):1642-50. doi:10.1007/s10803-011-1404-9

Haggard, P. (2017). Sense of agency in the human brain. *nature reviews neuroscience*, 18, 196–207. doi:10.1038/nrn.2017.14

Haggard, P., Clark, S., & Kalogeras, J. (2002). Voluntary action and conscious awareness. *Nature Neuroscience*, 5(4):382-5. doi:10.1038/nn827

Harel, H., Gordon, I. G., & Feldman, R. (2011). Gaze Behaviors of Preterm and Full-Term Infants in Nonsocial and Social Contexts of Increasing Dynamics: Visual Recognition, Attention Regulation, and Gaze Synchrony. *Infancy*, 16(1):69-90. doi:10.1111/j.1532

Harrist, A. W., & Waugh, R. M. (2002). Dyadic synchrony: Its structure and function in children's development. *Developmental Review*, 22(4), 555–592. doi:https://doi.org/10.1016/S0273-2297(02)00500-2

Hemed, E., Karsh, N., Mark-Tavger, I., & Eitam, B. (2022). Motivation(s) from control: response-effect contingency and confirmation of sensorimotor predictions reinforce different levels of selection. *Experimental Brain Research*, 240, 1471–1497. doi:10.1007/s00221-022-06345-3

Hill, E. L., & Russell, J. (2002). Action memory and self-monitoring in children with autism: Self versus other. *Infant and Child Development*, 11(2), 159–170. doi:https://doi.org/10.1002/icd.303

Hirshfeld, D. R., Biederman, J., Brody, L., Faraone, S. V., & Rosenbaum, J. F. (1997). Expressed emotion toward children with behavioral inhibition: Associations with maternal anxiety disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 36(7), 910–917. doi:https://doi.org/10.1097/00004583-199707000-00012

Hommel, B., & Elsner, B. (2009). Acquisition, representation, and control of action. In E. Morsella, & J. A. Bargh, *Oxford handbook of human action* (p. 371–398). New York: Oxford University Press.

Hu, Y., Cheng, X., Pan, Y., & Hu, Y. (2022). The intrapersonal and interpersonal consequences of interpersonal synchrony. *Acta Psychol (Amst)*, 224:103513. doi:10.1016/j.actpsy.2022.103513.

Johnson, B. P., Lum, J. A., Rinehart, N. J., & Fielding, J. (2016). Ocular motor disturbances in autism spectrum disorders: Systematic review and comprehensive meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 69:260-79. doi:10.1016/j.neubiorev.2016.08.007

Johnson, N. L., Burkett, K., Reinhold, J., & Bultas, M. W. (2016). Translating Research to Practice for Children With Autism Spectrum Disorder: Part I: Definition, Associated Behaviors, Prevalence, Diagnostic Process, and Interventions. *Journal of Pediatric Health Care*, 30(1):15-26. doi:10.1016/j.pedhc.2015.09.008

Karger, R. H. (1979). Synchrony in mother–infant interactions. *Child Development*, 50, 882–885. doi:https://doi.org/10.2307/1128959

Karsh, N., & Eitam, B. (2015). I control therefore I do: judgments of agency influence action selection. *Cognition*, 138:122-31. doi:10.1016/j.cognition.2015.02.002

Karsh, N., Hemed, E., Nafcha, O., Elkayam, S. B., Custers, R., & Eitam, B. (2020). The differential impact of a response's effectiveness and its monetary value on

response-selection. *Scientific reports*, 10(1):3405. doi:10.1038/s41598-020-60385-9.

Kaur, M., Srinivasan, S. M., & Bhat, A. N. (2018). Comparing motor performance, praxis, coordination, and interpersonal synchrony between children with and without Autism Spectrum Disorder (ASD). *Research in Developmental Disabilities*, 72, 79–95. doi:https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.10.025

Keifer, C. M., Day, T. C., Hauschild, K. M., & Lerner, M. D. (2021). Social and Nonsocial Reward Anticipation in Typical Development and Autism Spectrum Disorders: Current Status and Future Directions. *Current Psychiatry Reports*, 23(6):32. doi:10.1007/s11920-021-01247-7

Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives Of General Psychiatry*, 59(9):809-16. doi:10.1001/archpsyc.59.9

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. doi:https://doi.org/10.1038/nature07868

Kohlberg, L. (1969). A cognitive-developmental approach to socialization. . In D. (. Goslin, *Handbook of socialization* (p. 347–480). New York: Academic Press.

Kohls, G., Schulte-Rüther, M., Nehrkorn, B., Müller, K., Fink, G. R., Kamp-Becker, I., . . . Konrad, K. (2013). Reward system dysfunction in autism spectrum disorders. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(5):565-72. doi:10.1093/scan/nss033

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. doi:10.1371/journal.pone.0027272

Kruppa, J. A., Reindl, V., Gerloff, C., Oberwelland, W. E., Prinz, J., Herpertz-Dahlmann, B., . . . Schulte-Rüther, M. (2020). Brain and motor synchrony in children and

adolescents with ASD—a fNIRS hyperscanning study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 16(1–2), 103–116. doi: https://doi.org/10.1093/scan/nsaa092

Landa, R. J., Holman, K. C., O'Neill, A. H., & Stuart, E. A. (2010). Intervention targeting development of socially synchronous engagement in toddlers with autism spectrum disorder: a randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(1), 13–21. doi:https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02288.x

Launay, J., Tarr, B., & Dunbar, R. I. (2016). Synchrony as an Adaptive Mechanism for Large-Scale Social Bonding. *Ethology*, 122, 779-789. doi:https://doi.org/10.1111/eth.12528

Leekam, S. R., Prior, M. R., & Uljarevic, M. (2011). Restricted and repetitive behaviors in autism spectrum disorders: A review of research in the last decade. *Psychological Bulletin*, 137(4), 562–593. doi:https://doi.org/10.1037/a0023341

Lovejoy, M. C., Graczyk, P. A., O'Hare, E., & Neuman, G. (2000). Maternal depression and parenting behavior: a meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 20(5):561-92. doi:10.1016/s0272-7358(98)00100-7

Macrae, C. N., Duffy, O. K., Miles, L. K., & Lawrence, J. (2008). A case of hand waving: Action synchrony and person perception. *Cognition*, 109(1):152-6. doi:10.1016/j.cognition.2008.07.007

Malatesta, C. Z., Culver, C., Tesman, J. R., & Shepard, B. (1989). The development of emotion expression during the first two years of life. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 54(1–2),1–104.

Markova, G., Nguyen, T., & Hoehl, S. (2019). Neurobehavioral interpersonal synchrony in early development: The role of interactional rhythms. *Frontiers in Psychology*, 10:2078. doi:10.3389/fpsyg.2019.02078

Marsh, K. L., Richardson, M. J., & Schmidt, R. C. (2009). Social Connection Through Joint Action and Interpersonal Coordination. *Topics in Cognitive Science 1*, 320–339. doi:10.1111/j.1756-8765.2009.01022.x

Marsh, K. L., Richardson, M. L., & Schmidt, R. C. (2009). Social Connection Through Joint Action and Interpersonal Coordination. *Topics in cognitive science*, 1(2), 320-339. doi:10.1111/j.1756-8765.2009.01022.x

Mayo, O., & Gordon, I. (2020). In and out of synchrony—behavioral and physiological dynamics of dyadic interpersonal coordination. *Psychophysiology*, 57(6) Article e13574. doi:10.1111/psyp.13574

Mazzurega, M., Pavani, F., Paladino, M. P., & Schubert, T. W. (2011). Self-other bodily merging in the context of synchronous but arbitrary-related multisensory inputs. *Experimental Brain Research*, 213 213–221. doi:10.1007/s00221-011-2744-6

McAuley, J. D., Jones, M. R., Holub, S., Johnston, H. M., & Miller, N. S. (2006). The time of our lives: Life span development of timing and event tracking. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(3), 348–367. doi:10.1037/0096-3445.13

McNaughton, K. A., & Redcay, E. (2020). Interpersonal Synchrony in Autism. *Current Psychiatry Reports*, 22(3):12. doi:10.1007/s11920-020-1135-8. PMID: 32025922

Minde, K. (2000). Prematurity and serious medical conditions in infancy: Implications for development, behavior, and intervention. In C. Zeanah, *Handbook of infant mental health* (p. pp. 176–194). New York: The Guilford Press.

Mirmiran, M., & Lunshof, S. (1996). Perinatal development of human circadian rhythms. *Progress in Brain Research*, 8990917., 111:217-26. doi:10.1016/s0079-6123(08)60410-0

Montague, P. R., Berns, G. S., Cohen, J. D., McClure, S. M., Pagnoni, G., Dhamala, M., . . . Fisher, R. E. (2002). Hyperscanning: simultaneous fMRI during linked social interactions. *Neuroimage*, 16(4):1159-64. doi:10.1006/nimg.2002.1150

Moore, J. W., Middleton, D., Haggard, P., & Fletcher, P. C. (2012). Exploring implicit and explicit aspects of sense of agency. *Consciousness and Cognition*, 21, 1748–1753. doi:10.1016/j.concog.2012.10.005

Murray, L. (2015). Lo sviluppo cognitivo - Il ruolo delle interazioni sociali. In L. Murray, *Le prime relazioni del bambino. Dalla nascita a due anni, i legami fondamentali per lo sviluppo* (p. 173–207). Cortina Raffaello.

Murray, L., & Cooper, P. (1997). *Postpartum depression and child development.* New York: The Guilford Press.

Murray, L., & Trevarthen, C. (1985). Emotional regulations of interactions between two--month-olds and their mothers. In T. M. Field, & N. A. Fox, *Social perception in infants* (p. 177-197). Norwood, NJ: Ablex Publishing.

Noel, J. P., De Niear, M. A., Lazzara, N. S., & Wallace, M. T. (2018). Uncoupling between multisensory temporal function and nonverbal turntaking in autism spectrum disorder. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, 10:973–82. doi: https://doi.org/10.1109/TCDS.2017.2778141

Northrup, J. B., Libertus, K., & Iverson, J. M. (2017). Response to changing contingencies in infants at high and low risk for autism spectrum disorder. *Autism Research Journal*, 10(7):1239-1248. doi: 10.1002/aur.1770

Palumbo, R. V., Marraccini, M. E., Weyandt, L. L., Wilder-Smith, O., McGee, H. A., Liu, S., & Goodwin, M. S. (2017). Interpersonal autonomic physiology: A systematic review of the literature. *Personality and Social Psychology Review*, 21(2), 99–141. doi:10.1177/10888 68316 628405

Papp, L. M., Pendry, P., Simon, C. D., & Adam, E. K. (2013). Spouses' cortisol associations and moderators: testing physiological synchrony and connectedness in everyday life. *Fam Process*, 52(2):284-98. doi:10.1111/j.1545-5300.2012.01413.x

Pecenka, N., & Keller, P. E. (2011). The role of temporal prediction abilities in interpersonal sensorimotor synchronization. *Experimental Brain Research*, 211, 505–515. doi:10.1007/s00221-011-2616-0

Pérez, A., Carreiras, M., & Duñabeitia, J. A. (2017). Brain-to-brain entrainment: EEG interbrain synchronization while speaking and listening. *Scientific Reports*, 7, 1–12. doi:10.1038/s41598-017-04464-4

Phillips, W., Baron-Cohen, S., & Rutter, M. (1998). Understanding intention in normal development and in autism. *British Journal of Developmental Psychology*, 16, 337–348. doi:10.1111/j.2044-835X.1998.tb00756.x

Pouw, W., & Holler, J. (2022). Timing in conversation is dynamically adjusted turn by turn in dyadic telephone conversations. *Cognition*, 222:105015. doi:10.1016/j.cognition.2022.105015

Rabinowitch, T. C., & Meltzoff, A. N. (2017). Synchronized movement experience enhances peer cooperation in preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 160, 21–32. doi:https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.03.001

Radke, S., Seidel, E. M., Eickhoff, S. B., Gur, R. C., Schneider, F., Habel, U., & Derntl, B. (2016). When opportunity meets motivation: Neural engagement during social approach is linked to high approach motivation. *Neuroimage*, 127:267-276. doi:10.1016/j.neuroimage.2015.12.014

Redgrave, P., & Gurney, K. (2006). The short-latency dopamine signal: a role in discovering novel actions? *Nat Rev Neurosci*, 7, 967–975. doi: https://doi.org/10.1038/nrn2022

Riby, D. M., & Hancock, P. J. (2008). Viewing it differently: social scene perception in Williams syndrome and autism. *Neuropsychologia*, 46(11):2855-60. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2008.05.003

Richard, A. E., Lajiness-O'Neill, R. R., & Bowyer, S. M. (2013). Impaired prefrontal gamma band synchrony in autism spectrum disorders during gaze cueing. *Neuroreport*, 13;24(16):894-7. doi:10.1097/WNR.0000000000000015

Rinehart, N. J., Bradshaw, J. L., Brereton, A. V., & Tonge, B. J. (2001). Movement preparation in high-functioning autism and Asperger disorder: a serial choice reaction time task involving motor reprogramming. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(1):79-88. doi:10.1023/a:10056178310

Romero, V., Fitzpatrick, P., Schmidt, R. C., & Richardson, M. J. (17–19 June 2015). Using crossrecurrence quantification analysis to understand social motor coordination in children with autism spectrum disorder. In J. C. Webber, C. Ioana, & N. Marwan (A cura di), *Recurrence plots and their quantifications: Expanding Horizons: Proceedings of the 6th International Symposium on Recurrence Plots* (p. Vol. 180, pp. 227-240). Grenoble, France: Springer, Springer Nature. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-29922-8_12

Routtenberg, A. (1978). The reward system of the brain. *Scientific American*, 239(5):154-64. doi:10.1038/scientificamerican1178-154

Russell, J., & Jarrold, C. (1998). Error-Correction Problems in Autism: Evidence for a Monitoring Impairment? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 28, 177–188. doi:10.1023/A:1026009203333

Russell, J., Jarrold, C., & Hood, B. (1999). Two Intact Executive Capacities in Children with Autism: Implications for the Core Executive Dysfunctions in the Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29, 103–112. doi:10.1023/A:1023084425406

Samejima, K., Ueda, Y., Doya, K., & Kimura, M. (2005). Representation of action-specific reward values in the striatum. *Science*, 310(5752):1337-40. doi:10.1126/science.1115270

Saxbe, D. E., Golan, O., Ostfeld-Etzion, S., Hirschler-Guttenberg, Y., Zagoory-Sharon, O., & Feldman, R. (2017). HPA axis linkage in parent-child dyads: Effects of parent sex, autism spectrum diagnosis, and dyadic relationship behavior. *Developmental Psychobiology*, 59(6), 776–786. doi:https://doi.org/10.1002/dev.21537

Schegloff, E. A., & Sacks, H. (1973). Opening up Closings . *Semiotica*, 8: 289–327. doi:10.5539/ijel.v9n5p153

Scott-Van Zeeland, A. A., Dapretto, M., Ghahremani, D. G., Poldrack, R. A., & Bookheimer, S. Y. (2010). Reward processing in autism. *Autism Research Journal*, 3(2):53-67. doi:10.1002/aur.122

Soussignan, R., Nadel, J., Canet, P., & Gerardin, P. (2006). Sensitivity to Social Contingency and Positive Emotion in 2-Month-Olds. *Infancy*, 10: 123-144. doi:https://doi.org/10.1207/s15327078in1002_2

Sperduti, M., Guionnet, S., Fossati, P., & Nadel, J. (2014). Mirror Neuron System and Mentalizing System connect during online social interaction. *Cognitive Processing*, 15(3):307-16. doi:10.1007/s10339-014-0600-x

Stavropoulos, K. K., & Carver, L. J. (2014). Reward anticipation and processing of social versus nonsocial stimuli in children with and without autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(12):1398-408. doi:10.1111/jcpp.12270

Sullivan, P. J., Rickers, K., & Gammage, K. L. (2014). The effect of different phases of synchrony on pain threshold. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 18(2), 122–128. doi:https://doi.org/10.1037/gdn0000001

Tamis-LeMonda, C. S., & Bornstein, M. H. (1994). Specificity in mother-toddler language-play relations across the second year. *Developmental Psychology*, 30(2), 283–292. doi:10.1037/0012-1649.30.2.283

Tarabulsy, G. M., Tessier, R., & Kappas, A. (1996). Contingency detection and the contingent organization of behavior in interactions: implications for socioemotional development in infancy. *Psychological Bulletin Journal*, 120(1):25-41. doi:10.1037/0033-2909.120.1.25

Tordjman, S., Davlantis, K. S., Georgieff, N., Geoffray, M. M., Speranza, M., Anderson, G. M., . . . Dawson, G. (2015). Autism as a disorder of biological and behavioral rhythms: toward new therapeutic perspectives. *Frontiers in Pediatrics*, 23;3:1. doi:10.3389/fped.2015.00001

Trevarthen, C., & Aitken, K. (2001). Infant intersubjectivity: Research, theory, and clinical applications. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(1), 3–48. doi: https://doi.org/10.1111/1469-7610.00701

Tronick, E. Z., Messinger, D. S., Weinberg, M. K., Lester, B. M., LaGasse, L., Seifer, R., . . . Liu, J. (2005). Cocaine Exposure Is Associated With Subtle Compromises of Infants' and Mothers' Social-Emotional Behavior and Dyadic Features of Their Interaction in the Face-to-Face Still-Face Paradigm. *Developmental Psychology*, 41(5), 711–722. . doi:https://doi.org/10.1037/0012-1649.41.5.711

Tunçgenç, B., & Cohen, E. (2016). Movement Synchrony Forges Social Bonds across Group Divides. *Frontiers in Psychology*, 27;7:782. doi:10.3389/fpsyg.2016.00782

Vernetti, A., Senju, A., Charman, T., Johnson, M. H., Gliga, T., & BASIS, T. (2018). Simulating interaction: Using gaze-contingent eye-tracking to measure the reward value of social signals in toddlers with and without autism. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 29, 21–29. doi:https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.08.004

Vianello, R., & Mammarella, I. (2015). *Psicologia delle disabilità: Una prospettiva life span.* Parma: Edizioni Junior - Gruppo Spaggiari.

Vivanti, G. (2021). *La mente autistica. Le risposte della ricerca scientifica all'enigma dell'autismo.* Firenze: Hogrefe.

Vivanti, G., Hocking, D. R., Fanning, P., & Dissanayake, C. (2017). The social nature of overimitation: Insights from Autism and Williams syndrome. *Cognition*, 161:10-18. doi:10.1016/j.cognition.2017.01.008

Wass, S. V., Smith, C. G., Clackson, K., Gibb, C., Eitzenberger, J., & Mirza, F. U. (2019). Parents mimic and influence their infant's autonomic state through dynamic affective state matching. *Current Biology*, 29(14), 2415–2422. doi:10.1016/j.cub.2019.06.016

Wass, S. V., Whitehorn, M., Marriott Haresign, I., Phillips, E., & Leong, V. (2020). Interpersonal Neural Entrainment during Early Social Interaction. *Trends in Cognitive Sciences*, 24(4):329-342. doi:10.1016/j.tics.2020.01.006

Watson, J. S., & Ramey, C. T. (1972). Reactions to response-contingent stimulation in early infancy. *Merrill-Palmer Quarterly*, 18(3), 219–227.

Wegner, D. M., & Wheatley, T. (1999). Apparent mental causation: Sources of the experience of will. *American Psychologist*, 54, 480–492. doi:10.1037//0003-066x.54.7.480

Weinberg, M. K., & Tronick, E. Z. (1996). Infant Affective Reactions to the Resumption of Maternal Interaction after the Still-Face. *Child Development*, 67(3), 905–914. doi: https://doi.org/10.2307/1131869

Williams, D., & Happé, F. (2009). Pre-conceptual aspects of self-awareness in autism spectrum disorder: the case of action-monitoring. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(2):251-9. doi:10.1007/s10803-008-0619-x

Wilson, T. W., Rojas, D. C., Reite, M. L., Teale, P. D., & Rogers, S. J. (2007). Children and adolescents with autism exhibit reduced MEG steady-state gamma responses. *Biological Psychiatry*, 62(3), 192–197. doi:https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.07.002

Wiltermuth, S. S., & Heath, C. (2009). Synchrony and cooperation. *Psychological Science*, 20(1):1-5. doi:10.1111/j.1467-9280.2008.02253.x

Woods, D. L., Wyma, J. M., Yund, E. W., Herron, T. J., & Reed, B. (2015). Age-related slowing of response selection and production in a visual choice reaction time task. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9:350. doi:10.3389/fnhum.2015.00193

Woods, D., Wyma, J., Yund, E., Herron, T., & Reed, B. (2015). Age-related slowing of response selection and production in a visual choice reaction time task. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9:350. doi:10.3389/fnhum.2015.00193

Yirmiya, N., Gamliel, I., Pilowsky, T., Feldman, R., Baron-Cohen, S., & Sigman, M. (2006). The development of siblings of children with autism at 4 and 14 months: Social engagement, communication, and cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47, 511–523. doi:10.1111/j.1469-7610.2005.01528.x

Zalla, T., & Sperduti, M. (2015). The sense of agency in autism spectrum disorders: a dissociation between prospective and retrospective mechanisms? *Frontiers in Psychology*, 6:1278. doi:10.3389/fpsyg.2015.01278

Zalla, T., Miele, D., Leboyer, M., & Metcalfe, J. (2015). Metacognition of agency and theory of mind in adults with high functioning autism. *Consciousness and Cognition*, 31:126-38. doi:10.1016/j.concog.2014.11.001

Sitografia

R Core Team (2016) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/

Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati UE 2016/679 ("GDPR"). https://www.garanteprivacy.it/regolamentoue

https://www.labvanced.com/

https://embrace-autism.com/reading-the-mind-in-the-eyes-test/

Indice figure

Figura 1. *Paradigma sperimentale del compito di agency.*.....32
Figura 2. *Paradigma sperimentale del compito di reward*.....33
Figura 3. *Fase pre e post-interazione nel compito di contingenza*.....34
Figura 4. *Fase di interazione nel compito di contingenza*.....35
Figura 5. *Paradigma sperimentale del compito di contingenza.*.....35

Indice tabelle

Tabella 1. *Statistiche descrittive dei partecipanti divisi in gruppo di controllo (TD) e gruppo sperimentale (ASD)*.....30
Tabella 2. *Media e deviazione standard delle percentuali di scelta (perc) nel compito di agency*.....39
Tabella 3. *Model comparison delle percentuali di scelta (perc) nel compito di agency.* 40
Tabella 4. *Media e deviazione standard del tempo di reazione (RT) nel compito di agency*.....41
Tabella 5. *Model comparison del tempo di reazione (RT) nel compito di agency.* 42
Tabella 6. *Media e deviazione standard delle percentuali di scelta (perc) nel compito di reward.* 42
Tabella 7. *Model comparison delle percentuali di scelta (perc) nel compito di reward.* 43
Tabella 8. *Media e deviazione standard del tempo di reazione (RT) nel compito di reward.* 45
Tabella 9. *Model comparison del tempo di reazione (RT) nel compito di reward.*.....46
Tabella 10. *Media e deviazione standard delle percentuali di scelta (perc) nel compito di contingenza.* 47
Tabella 11. *Model comparison delle percentuali di scelta (perc) nel compito di contingenza*.....48
Tabella 12. *Media e deviazione standard del tempo di reazione (RT) nel compito di contingenza*.....50
Tabella 13. *Model comparison del tempo di reazione (RT) nel compito di contingenza.* 51

Tabella 14. *Media e deviazione standard del giudizio di piacevolezza (PostPre) nel compito di contingenza*.....52
Tabella 15. *Model comparison del giudizio di piacevolezza (PostPre) nel compito di contingenza*.....53

Indice grafici

Grafico 1.. *Pirateplot delle percentuali di scelta (perc) nel compito di agency.* 39
Grafico 2. *Valori predetti delle percentuali di scelta (perc) nel compito di agency.*.....40
Grafico 3. *Pirateplot del tempo di reazione (RT) nel compito di agency.*.....41
Grafico 4. *Pirateplot delle percentuali di scelta (perc) nel compito di reward.* 43
Grafico 5. *Valori predetti delle percentuali di scelta (perc) nel compito di reward.*.....44
Grafico 6. *Valori predetti delle percentuali di scelta (perc) nel compito di reward divisi in gruppo di controllo (TD) e gruppo sperimentale (ASD).*.....44
Grafico 7. *Pirateplot del tempo di reazione (RT) nel compito di reward*.....45
Grafico 8. *Valori predetti del tempo di reazione (RT) nel compito di reward.*.....46
Grafico 9. *Pirateplot delle percentuali di scelta (perc) nel compito di contingenza.* 47
Grafico 10. *Valori predetti delle percentuali di scelta con effetto principale della contingenza (perc ~ contingenza).* 49
Grafico 11. *Valori predetti delle percentuali di scelta con interazione tra la condizione di engagement (E-NE) e il gruppo (ASD-TD).*.....49
Grafico 12. *Pirateplot del tempo di reazione (RT) nel compito di contingenza.*.....50
Grafico 13. *Valori predetti del tempo di reazione (RT) con effetto principale dell'età ed effetto random dei partecipanti (RT ~ (1|ID) + età).*.....51
Grafico 14. *Pirateplot del giudizio di piacevolezza (PostPre) nel compito di contingenza.* 52
Grafico 15. *Valori predetti del giudizio di piacevolezza (PostPre) con effetto principale della contingenza ed effetto random dei partecipanti (PostPre ~ contingenza + (1|ID))*.....53

Ringraziamenti

Innanzitutto, desidero ringraziare la mia relatrice Prof.ssa Teresa Farroni, per avermi permesso di partecipare al presente progetto, fornendomi ottimi strumenti e indicazioni per la ricerca. Vorrei ringraziare di cuore la mia correlatrice Dott.ssa Laura Carnevali, per la sua professionalità e disponibilità, per essere sempre stata presente e per avermi seguita con cura, attenzione e costanza. Grazie per i preziosi consigli e per avermi permesso di sviluppare un pensiero critico.

Un ringraziamento sentito alla Dott.ssa Valeria Andriollo e alla Dott.ssa Marica Pietrobon per aver supervisionato con estrema competenza il mio percorso di tirocinio. Grazie alla validissima equipe di Ca' Leido e Kairos, per avermi accolta fin dal primo giorno, per avermi mostrato il vostro importante ruolo educativo e per avermi spiegato pazientemente il vostro prezioso lavoro, che svolgete con estrema dedizione e cura. Vi ringrazio inoltre per la fiducia che mi avete dato e vi ammiro per il valore, la dignità e la speranza di cambiamento che donate ad ogni prezioso ospite del vostro centro.

Un ringraziamento speciale è dedicato ai veri protagonisti sia di questa tesi che della mia esperienza di tirocinio: grazie per avermi insegnato un nuovo modo di percepire il mondo.

Un'altra espressione di riconoscimento va a tutti i genitori e tutti i bambini e le bambine che hanno compreso l'importanza della presente ricerca e che hanno deciso di prenderne parte. Grazie per il tempo dedicato e per l'interesse mostrato: senza di voi questo studio non sarebbe stato condotto.