



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MESSINA
DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE COGNITIVE
XXIX CICLO

**MOTIVAZIONE SOCIALE E PREFERENZA PER STIMOLI SOCIALI:
ALTERAZIONI NEI SOGGETTI CON DISTURBO DELLO SPETTRO AUTISTICO**

Dottoranda:

Francesca Isabella Famà

Coordinatore del dottorato:

Prof. Antonino Pennisi

Supervisore di tesi:

Prof.ssa Alessandra Falzone

Anno Accademico 2015 - 2016

INDICE

INTRODUZIONE	pag.4
---------------------------	-------

CAPITOLO I

La teoria della Motivazione Sociale dell'autismo

1.1 Introduzione	pag.11
1.2 Motivazione sociale e apprendimento sociale nello sviluppo umano	pag.13
1.3 Difficoltà di orientamento sociale nei soggetti con ASD nella prima infanzia: un modo diverso di apprendere	pag.17
1.4 <i>Social motivation e social cognition</i>	pag.20
1.5 Il sistema di <i>reward</i> : cosa c'è dietro la motivazione	pag.22
1.5.1 Il sistema di <i>reward</i> nei soggetti con ASD: studi di <i>neuroimaging</i>	pag.25
1.5.2 Il sistema di <i>reward</i> nei soggetti con ASD: studi elettrofisiologici	pag.30
1.5.3 Ossitocina e motivazione sociale.....	pag.32

CAPITOLO II

Attenzione sociale nei soggetti con ASD nella prima infanzia

2.1 Misure di attenzione sociale nei bambini con ASD	pag.35
2.2 Studi di <i>eye-tracking</i>	pag.39
2.2.1 Studi con uso di stimoli statici	pag.40
2.2.2 Studi con uso di stimoli dinamici	pag.43

CAPITOLO III

Studio della preferenza per i rinforzi sociali in soggetti con ASD

3.1 Introduzione.....	pag.48
3.2 Ridotta preferenza per i rinforzi sociali in età prescolare in soggetti con ASD	pag.51
3.2.1 Partecipanti	pag.52
3.2.2 Presentazione degli stimoli.....	pag.53
3.2.3 Procedure	pag.56
3.3 Analisi statistiche e risultati.....	pag.58
3.4 Motivazione sociale come rinforzo intrinseco.....	pag.61

CAPITOLO IV

Attenzione sociale e stimoli ecologici in bambini con ASD: uno studio di *eye-tracking*

4.1 Introduzione.....	pag.67
4.2 Stimoli sociali naturali: cosa guardano i soggetti a sviluppo tipico?	pag.68
4.2.1 Stimoli sociali naturali: anomalie di attenzione sociale in soggetti con ASD.....	pag.71
4.3 Salienza affettiva e sue componenti: espressioni facciali, gesti e prosodia.....	pag.73
4.4 Interessi speciali nei soggetti con ASD	pag.79
4.5 Ipotesi dello studio.....	pag.81
4.5.1 Partecipanti	pag.82
4.5.2 Presentazione degli stimoli	pag.84
4.5.3 Apparato e procedura	pag.87
4.6 Analisi statistiche e risultati	pag.90
4.7 Discussione.....	pag.96

APPENDICE 1

Implicazioni per il trattamento dei soggetti con ASD e Teoria della Motivazione Sociale

Introduzione.....	pag.104
Strategie per favorire la motivazione sociale: l' <i>Early Start Denver Model</i> (ESDM)	pag.106

CONCLUSIONI	pag.110
--------------------------	---------

BIBLIOGRAFIA	pag.113
---------------------------	---------

INTRODUZIONE

I Disturbi dello Spettro Autistico (*ASD – Autism Spectrum Disorders*) sono una categoria di disturbi del neurosviluppo particolarmente eterogenea in quanto l'espressione sintomatica dei deficit socio-comunicativi e dei comportamenti/interessi ristretti e ripetitivi che li caratterizzano si presentano in modo estremamente variegato rendendo le persone autistiche molto diverse tra loro (APA, 2013). Esse ad esempio possono essere molto diverse nella loro capacità di usare il linguaggio (da assente ad estremamente forbito) e nelle capacità cognitive (da estremo ritardo cognitivo ad abilità logico-matematiche complesse) oltre che nella specificità dei loro interessi. Nonostante tale eterogeneità c'è un aspetto che le rende particolarmente simili: la presenza di una organizzazione atipica del comportamento sociale. Tale elemento distintivo della patologia si manifesta attraverso multiformi aspetti quali alterazioni nell'orientamento e nella preferenza verso gli stimoli sociali, presenza di anomalie nella ricerca spontanea degli altri per condividere i propri interessi, mancanza di reciprocità sociale, ridotta capacità di comprendere, usare ed adattare le norme sociali che regolano la convivenza.

Nello sviluppo tipico (*TD – Typical Development*) i processi che regolano le interazioni sociali sono molto precoci: fin dalle prime ore e settimane di vita, i neonati mostrano un'attenzione preferenziale per la voce dei loro familiari, per i volti e per i movimenti del corpo. Questa innata propensione verso il mondo sociale è fondamentale in quanto getta le basi per lo sviluppo dei circuiti cerebrali coinvolti nelle risposte sociali e rende gli esseri umani "esperti" nella fruizione dei segnali che provengono dagli altri. L'apprendimento infantile è infatti guidato da un particolare tipo di curiosità nei confronti degli altri, da un fascino naturale per le persone e per le loro azioni. Per i bambini con TD la partecipazione agli scambi sociali risulta essere più gratificante e motivante delle attività solitarie e per tale ragione sono più propensi a fare le cose con gli altri piuttosto che da soli. La natura stessa delle interazioni sociali fa sì che

essi non siano contenitori passivi degli *input* provenienti dagli adulti ma creatori attivi delle interazioni a cui partecipano e da cui apprendono. Di conseguenza, la motivazione a ricercare gli altri fornisce ai bambini con TD una grande ricchezza di apprendimento sociale e contribuisce alla costruzione dell'organizzazione cerebrale durante lo sviluppo. Il cervello umano è infatti programmato per specializzarsi nell'elaborazione degli stimoli con cui siamo attivamente e frequentemente coinvolti. Potremmo dire che il nostro cervello ha la forma della nostra esperienza. Durante la prima infanzia, infatti, il cervello umano è costituito da una sovrabbondanza di cellule cerebrali e connessioni sinaptiche la cui proliferazione è continuamente stimolata dalle interazioni che il bambino ha con le persone e con gli oggetti. L'organizzazione cerebrale della nostra specie risente molto della tendenza innata ad orientarsi verso gli stimoli sociali e quanto più spesso questi ultimi vengono percepiti come gratificanti e piacevoli, tanto più verranno nuovamente ricercati e frequentati durante lo sviluppo. È questo il processo mediante il quale la quotidiana e precoce immersione nelle interazioni sociali scolpisce letteralmente il nostro cervello rendendoci degli animali "ultra-sociali" (Tomasello et al., 2013).

Anche i bambini con autismo sono in grado di apprendere, ma ad essi manca la lente sociale di cui sono dotati i bambini con TD. Per tale ragione essi risultano meno attratti dal mondo sociale e le loro documentate difficoltà di attenzione ed elaborazione delle informazioni sociali possono ostacolare la capacità di imparare dagli altri.

Come ben sappiamo esistono diversi modelli teorici che cercano di individuare l'eziopatogenesi di tale disturbo. I progressi nel campo delle neuroscienze hanno contribuito all'emergere di modelli esplicativi fortemente radicati in diverse componenti neurobiologiche del disturbo. Oggi infatti i ricercatori ed i clinici sono sempre più in accordo nel ritenere che gli ASD, nella loro complessità, siano l'esito di diversi fattori tra loro interconnessi.

Secondo la “Teoria della Motivazione Sociale dell’Autismo” (SMT – *Social Motivation Theory*) (Dawson et al., 2005; Chevallier et al., 2012) una delle possibili cause alla base delle difficoltà di interazione sociale nei soggetti con ASD potrebbe essere la presenza di un deficit motivazionale, strettamente associato ad anomalie nel circuito cerebrale deputato alle ricompense (*reward*). A seguito di tale anomalia nel funzionamento cerebrale, i soggetti con ASD avrebbero una ridotta sensibilità per le gratificazioni sociali e fallirebbero nell’attribuire un valore di *reward*, intrinsecamente motivante, a stimoli socialmente rilevanti. Secondo la SMT la mancata esperienza del mondo sociale impedirebbe la specializzazione dei circuiti neuronali che sottendono questi domini e che sono esperienza dipendenti. (Dawson et al., 2008; Johnson et al., 2005). Seppure l’alterazione della motivazione sociale potrebbe non essere l’unica responsabile di questi esiti sociali indesiderati, una precoce ridotta risposta ai rinforzi sociali in questi bambini potrebbe effettivamente ostacolare lo sviluppo di un repertorio di abilità necessarie per un corretto funzionamento sociale.

Il primo capitolo del presente lavoro è dedicato all’esposizione degli aspetti comportamentali che caratterizzano lo sviluppo tipico e quello autistico nei confronti del mondo sociale. Segue l’esposizione dei principi della SMT e degli studi di *neuroimaging*, elettrofisiologici e molecolari interessati ad indagare il funzionamento del sistema di *reward* con particolare riferimento ai meccanismi neuronali coinvolti in due diversi aspetti della motivazione: la componente “*wanting*” con cui ci si riferisce alla spinta motivazionale, allo sforzo fatto per ottenere una ricompensa a cui è associata ad una intensa attività nello striato ventrale; la componente “*liking*” con cui si fa riferimento all’impatto piacevole derivante dall’ottenere un ricompensa, associata all’attivazione della corteccia prefrontale ventro-mediale (Berridge et al., 2009). Viene evidenziato che i risultati delle ricerche scientifiche ad oggi condotte, pur concordando sulla presenza di un anomalo funzionamento del circuito cerebrale implicato nella ricompensa nei soggetti con ASD, non concordano sulla specificità di queste anomalie. Non è

infatti chiaro se esse siano attribuibili esclusivamente al processamento degli stimoli sociali (Schultz et al., 2000; Zeeland et al., 2010; Delmente et al., 2012) o se riguardino il coinvolgimento del sistema di *reward* in generale (Kohls et al., 2012, Dichter et al., 2012).

Nel secondo capitolo sono stati riportati i risultati di studi comportamentali e studi con uso di *eye-tracking* interessati ad indagare il costrutto di attenzione sociale, cioè la tendenza ad orientare la propria attenzione verso stimoli sociali (es. volti e scene sociali) rispetto a stimoli non sociali (es. oggetti, ambienti) (Birmingham et al., 2009). I risultati di tali studi ci permettono di avere informazioni in merito all'interesse ed alla preferenza dei soggetti con ASD e con TD verso il mondo sociale (entrambi fattori impliciti nella motivazione) soprattutto quando questo compete con altri aspetti non sociali presenti nella scena. Possiamo in generale asserire che la letteratura scientifica prodotta sull'argomento concorda nel ritenere che i soggetti con ASD mostrano anomalie di vario genere nell'attenzione sociale riscontrabili sia nella scelta preferenziale tra stimoli sociali e non sociali, sia nelle modalità usate nell'esplorazione degli stimoli sociali quali i volti (Guillon, 2014). In generale viene riportata la presenza di una ridotta attenzione sociale nei soggetti con ASD rispetto a quelli con TD (Pierce et al., 2011; Pierce et al., 2015; Sasson et al., 2008; Sasson et al., 2014; Klin et al., 2002; Riby et al., 2009a, 2009b; Riby et al., 2013; Rice et al., 2012; Shi et al., 2015; Shic et al., 2011; Chawarska et al., 2012) anche se alcuni studi non hanno rilevato differenze tra i due gruppi (Birmingham et al., 2011; Freeth et al., 2010; Marsh et al., 2015; Parish-Morris et al., 2013). E' stato ipotizzato che tale discordanza possa dipendere da diversi fattori: differenze nelle procedure sperimentali utilizzate, nell'età dei soggetti (bimbi di pochi mesi vs. adolescenti ed adulti) nella tipologia degli stimoli utilizzati (immagini statiche, scene dinamiche, scene sociali complesse), nel numero di soggetti presenti (singoli vs. multipli; interagenti vs. non interagenti) (Chita-Tegmar, 2015).

Nel terzo capitolo viene presentata una ricerca da noi condotta con l'obiettivo di indagare la preferenza per rinforzi sociali vs. non sociali in soggetti con ASD in età infantile. A tal fine è stato sviluppato un nuovo paradigma comportamentale implementato su *tablet* evolutivamente adeguato a bambini piccoli. Nel compito sperimentale è stato richiesto ai partecipanti di scegliere attivamente tra due tipi di stimoli con diverso valore motivazionale (viso di una bimba sorridente vs. trenino giocattolo) allo scopo di studiare la loro spinta motivazionale identificabile con lo sforzo attivo fatto per vedere lo stimolo preferito (*reward seeking*). L'ipotesi di base dello studio è che la preferenza per l'immagine sociale vs. non sociale possa essere relata al valore di ricompensa intrinseco al contenuto dell'immagine. I risultati di questo studio hanno messo in evidenza una ridotta preferenza per i rinforzi sociali nei bambini con ASD rispetto ai controlli di pari età a sviluppo tipico. Come misura della preferenza è stato considerato il numero di tocchi che il bambino ha effettuato su uno dei due tasti presenti sullo schermo del *tablet* ognuno associato all'immagine sociale o non sociale. Lo studio introduce un importante aspetto innovativo in quanto è il primo di questo tipo ideato per soggetti in età infantile. Inoltre lo studio ha rilevato che tale preferenza è positivamente correlata con diversi indici di comportamento socio-comunicativo (es. contatto oculare, vocalizzazioni, sorriso sociale) messi in atto dai bambini di fronte alla visione dell'immagine sociale. Si ritiene infatti che tali comportamenti siano testimonianza del valore di rinforzo dello stimolo sociale e confermano l'effettiva capacità del compito sperimentale di rilevare la preferenza per stimoli sociali rispetto a quelli non sociali in soggetti in età infantile. Tale risultato è in accordo con parecchi studi di *eye-tracking* e fornisce nuove prove a supporto delle difficoltà di motivazione sociale nei soggetti con ASD (Chevallier et al., 2012).

Il quarto capitolo riguarda la presentazione di uno studio di *eye-tracking* in cui ci siamo posti l'obiettivo di indagare il comportamento di attenzione sociale durante la visione di una scena di interazione naturale in bambini con ASD in età infantile. In particolare il presente lavoro è nato

dalla considerazione che nella vita reale le interazioni di gioco tra adulti e bambini, oltre ad essere complesse in quanto coinvolgono più persone e più modalità sensoriali (visive, uditive), sono caratterizzate da affetto positivo e uso amplificato di segnali verbali e non verbali (intensità delle espressioni facciali, gesti, prosodia) la cui vitalità e musicalità contribuiscono a creare quella che noi abbiamo definito “salienza affettiva”. Il loro uso ha il fine di catturare l’attenzione dei bambini e garantire che essi la focalizzino sulle informazioni appropriate creando un ottimo ambiente per apprendere e comprendere le interazioni sociali (Falk, 2009).

Per valutare l’impatto del fattore “salienza affettiva” sul comportamento visivo nei due gruppi, sono stati realizzati dei video di interazione di gioco adulto-bambino in cui sono state manipolate l’intensità delle espressioni facciali, la gestualità e le caratteristiche prosodiche del linguaggio verbale. Ciò ha permesso di creare due diverse condizioni: neutra/saliente. I risultati del presente studio sono in linea con i risultati di studi precedenti (si veda la meta-analisi di Chita-Tegmark, 2016) in quanto evidenziano la presenza di minore interesse da parte dei soggetti con ASD verso gli elementi sociali (Persone e Attività) rispetto ai soggetti con TD. In particolare i Volti delle persone presenti sulla scena sono osservati per un tempo nettamente inferiore rispetto al gruppo di controllo. Lo studio inoltre rileva un dato particolarmente interessante: la condizione di salienza affettiva ha influito positivamente sull’attenzione sociale dei bambini con e senza autismo aumentando i tempi di sguardo sul Volto, elemento della scena che per antonomasia veicola informazioni sociali. I dati ottenuti suggeriscono che, come avviene nello sviluppo tipico fin nei primi mesi di vita, la componente di affetto positivo veicolata da espressioni facciali amplificate, gestualità e prosodia maggiormente modulata aiuta a catturare l’attenzione dei soggetti con ASD in età infantile dirigendola sul volto di chi parla. Una interpretazione in linea con quanto ipotizzato in questo lavoro è che la salienza affettiva abbia di fatto aumentato l’interesse verso le aree con maggiore significato sociale e che l’aumento dell’attenzione al volto sia stata dettata dalla maggiore attrattività delle espressioni

facciali amplificate.

Infine nell'Appendice 1 sono state esposte le implicazioni cliniche degli studi sulla motivazione sociale e le caratteristiche dell'intervento intensivo precoce Early Start Denver Model (ESDM). Diversi studi condotti su soggetti con ASD sottoposti a questo tipo di intervento suggeriscono la possibilità che l'uso precoce di strategie finalizzate allo sviluppo della motivazione sociale possa favorire l'aumento dell'interesse dei bimbi con ASD verso gli altri e di conseguenza aumentare le loro opportunità di apprendimento, migliorando globalmente il loro percorso di sviluppo.

CAPITOLO I

La teoria della Motivazione Sociale dell'autismo

1.1 Introduzione

I Disturbi dello Spettro Autistico (ASD) sono disturbi del neurosviluppo biologicamente determinati ad eziologia multifattoriale. Essi sono caratterizzati da un deficit persistente nell'area socio-comunicativa e dalla presenza di comportamenti e interessi ristretti e ripetitivi (DSM-5; APA, 2013) ma con fenotipo clinico estremamente eterogeneo. La prevalenza degli ASD è di 1 bambino ogni 100 (Centers for Disease Control and Prevention, 2012).

Anche se è chiaro che le persone con ASD mostrano difficoltà in molteplici aspetti del comportamento sociale e della cognizione sociale, l'origine di tali difficoltà è stata ed è tutt'oggi oggetto di dibattito. Negli ultimi decenni infatti l'interesse per la grande eterogeneità dei percorsi eziopatogenetici e delle espressioni fenotipiche degli ASD ha contribuito al fiorire di ricerche scientifiche ed all'elaborazione di diversi modelli teorici che citeremo brevemente. Tra i più accreditati ricordiamo la Teoria della mente (Baron-Cohen et al, 1985), la Teoria della Coerenza centrale (Frith, 1989), la Teoria delle funzioni esecutive (Ozonoff, 1995) che si sono concentrate soprattutto sulla descrizione e spiegazione del "funzionamento cognitivo" di questi soggetti. Tali teorie, pur considerando le compromissioni nello sviluppo sociale come un aspetto fondamentale di questa sindrome, hanno sempre chiamato in causa una primaria e diversa organizzazione cognitiva per spiegare le difficoltà a livello interpersonale. Un altro filone di ricerca si è focalizzato sull'identificazione di anomalie strutturali e funzionali del cosiddetto "cervello sociale" con cui si fa riferimento ad un complesso *network* di circuiti cerebrali che comprendono il lobo frontale, il lobo temporale, il sistema limbico e l'amigdala. Indagini successive, facendo anche riferimento alla neuroplasticità del SNC, si sono focalizzate

sulla identificazione di possibili anomalie a carico della connettività cerebrale nei soggetti con ASD. Secondo gli studi sulla connettività cerebrale, nei soggetti con ASD sarebbe presente una iperconnettività locale a fronte di una ridotta connettività a lunga distanza. Le suddette anomalie nel funzionamento cerebrale priverebbero le regioni cerebrali che presiedono alle funzioni integrative delle informazioni necessarie per la processazione degli *input* provenienti dai diversi sistemi locali (Belmonte, 2004; Casanova, 2002). Altra ipotesi esplicativa che ha ricevuto grande attenzione da parte della comunità scientifica è la teoria della simulazione incarnata che fa riferimento al sistema dei neuroni specchio (Gallese & Rizzolatti, 1996).

La teoria a cui si intende fare riferimento nel presente lavoro di ricerca è la “Teoria della Motivazione Sociale dell’Autismo” (Dawson, 2008; Dawson & Bernier, 2007; Dawson et al., 2002; Dawson et al., 2004; Dawson et al., 2005; Grelotti et al., 2002) secondo cui la causa primaria delle difficoltà di interazione sociale nei soggetti con ASD è un deficit motivazionale, strettamente associato ad anomalie nel circuito cerebrale deputato alle ricompense che seguono un comportamento. Secondo questa teoria, i soggetti con ASD avrebbero una ridotta sensibilità per le gratificazioni sociali che si manifesta in un fallimento nell’attribuire un valore di ricompensa, intrinsecamente motivante, a stimoli socialmente rilevanti. Riprendendo le parole di Coralie Chevallier possiamo definire il costrutto di “motivazione sociale” come *“un insieme di disposizioni psicologiche e di meccanismi biologici che spingono l'individuo ad orientare preferenzialmente il proprio interesse verso il mondo sociale (orientamento sociale), a cercare e trarre piacere dalle interazioni sociali (ricompensa sociale), ed a prodigarsi per favorire e mantenere legami sociali (social mantenimento). Ad un livello evolutivo la motivazione sociale costituisce un adattamento teso ad incrementare l'adattamento di un individuo in ambienti collaborativi”* (Chevallier et al., 2012:231 trad.mia).

1.2 Motivazione sociale e apprendimento sociale nello sviluppo umano

L'attenzione delle neuroscienze per la comprensione dei meccanismi cerebrali coinvolti nei processi motivazionali legati all'apprendimento ha dato vita ad un filone di ricerche che mettono in evidenza il valore intrinsecamente motivante delle interazioni umane non solo come motore che guida il comportamento umano ma anche in qualità di facilitatore dell'apprendimento di competenze comunicative e cognitive in generale.

Studi naturalistici che si sono occupati di investigare l'orientamento sociale nello sviluppo, hanno fornito evidenze comportamentali convincenti sulla precocità con cui le interazioni sociali esercitano il loro potere attrattivo negli esseri umani (Morton et al., 1991; Meltzoff 1977; Tomasello et al., 2005; Farroni et al., 2005) suggerendo che questi ultimi si sono evoluti nel trattare gli stimoli sociali in modo privilegiato rispetto ad altri stimoli. Fin dalle prime ore e settimane di vita sono ravvisabili, nei neonati, comportamenti di orientamento sociale molto specifici quali attenzione preferenziale per il suono della voce umana rispetto ad altri suoni (Vouloumanos et al., 2004) e per il suono della voce materna rispetto a quella di estranei (De Casper et al., 1980). Studi comportamentali dimostrano che neonati tra i 2 ed i 5 giorni di vita, quando esposti a immagini statiche di un viso con sguardo diretto verso di loro (contatto oculare) ed uno con sguardo rivolto nella direzione opposta, preferiscono il primo (Farroni et al., 2002). Essi sono inoltre in grado di seguire la direzione dello sguardo, abilità di fondamentale importanza per la successiva emergenza dell'attenzione congiunta (Farroni et al., 2004). I risultati di studi più recenti effettuati con uso di *eye-tracker* evidenziano che, a pochi mesi di vita, i bimbi a sviluppo tipico (TD) mostrano di dirigere il loro sguardo maggiormente verso immagini di volti piuttosto che di oggetti (Gliga et al., 2009; Di Giorgio et al., 2012; Gluckman et al., 2013) o di volti invertiti o "scrambled" (Gliga et al., 2009) e verso

configurazioni simili a volti (con maggiori elementi nella parte alta) piuttosto che per configurazioni diverse (Macchi Cassia et al., 2004).

Non solo i bimbi sono precocemente portati a rivolgere la loro attenzione verso stimoli sociali, ma mostrano un coinvolgimento attivo nei confronti del mondo sociale che li circonda. Essi ad esempio mettono in atto comportamenti imitativi di movimenti del viso e di gesti quando questi sono compiuti da una persona piuttosto che da un dispositivo non umano (Meltzoff, 1977). I risultati di diversi studi hanno inoltre evidenziato come la tendenza ad apprendere dagli altri trova la sua specificità umana in una intrinseca motivazione a sentirsi simili agli altri ed a condividere con loro le proprie esperienze ed i propri interessi (Tomasello et al., 2005; Tomasello et al., 2013). I bambini raggiungono molte delle loro più importanti abilità cognitive e sociali osservando e copiando quello che fanno gli altri (Nielsen, 2006). In modo molto interessante i comportamenti di imitazione vengono utilizzati nello sviluppo umano non solo al fine di apprendere nuove abilità o per raggiungere uno scopo (Carpenter et al., 2009) ma anche per ragioni che sono prettamente sociali quali fare una buona impressione sull'altro, comunicare il messaggio "sono come te" (Carpenter, 2010; Nielsen et al., 2008; Nadel et al., 1999) o semplicemente per il puro piacere che deriva dall'essere coinvolti in una interazione sociale (Nielsen et al., 2011). A supporto della natura intrinsecamente motivante delle interazioni sociali e della loro importanza per i processi di apprendimento umano, recenti studi hanno infatti dimostrato che quando i bambini hanno uno scopo sociale nell'imitare gli altri non imitano in modo selettivo, come spesso accade quando devono imparare a svolgere una azione diretta ad uno scopo (Carpenter et al., 2009), ma tendono a riprodurre il comportamento del modello in modo altamente fedele, imitando esattamente le sue azioni, anche quelle non finalizzate (Over et al., 2012a; Nielsen et al., 2011; Carpenter, 2006; Hobson et al., 2006). Questo fenomeno definito "*over-imitation*" (Nielsen et al., 2010) contraddistingue lo sviluppo umano da quello dei primati non umani e, come sostengono Nielsen e collaboratori, ci informa

su quanto, nella prima infanzia, l'imitazione sia non solo una modalità di apprendimento ma anche un mezzo per entrare in relazione con gli altri (Nielsen et al., 2011).

Gli esseri umani sono a tal punto permeati dalla tendenza ad interagire con gli altri da meritare l'appellativo di “animali ultra-sociali” (Tomasello et al., 2014). Essi infatti mostrano precocemente comportamenti cooperativi quali svolgere un compito in collaborazione con i pari piuttosto che da soli (Rekers et al., 2011) e sono naturalmente in grado, sin dai primi anni di vita, di mettere in atto comportamenti prosociali (es. fornire aiuto) senza che da essi derivi alcun tipo di rinforzo (Warneken & Tomasello, 2007). A sostegno di ciò Tomasello e collaboratori nel 2007 hanno studiato il fenomeno definito “*overjustification effect*”, in base al quale bambini a cui viene data una ricompensa materiale in cambio di aiuto tendono a diminuire la quantità di tale aiuto quando non sono più ricompensati. I ricercatori hanno interpretato tale fenomeno come una ulteriore prova della natura intrinsecamente motivante delle interazioni sociali (Warneken & Tomasello, 2007).

L'insieme dei processi fin qui esposti è di fondamentale importanza per lo sviluppo in quanto getta le basi per la maturazione dei circuiti cerebrali coinvolti nelle relazioni sociali e permette ai neonati di far parte di un mondo di interazioni ricco di specifici segnali sociali. Tali segnali rinforzano il diretto coinvolgimento dei neonati in esperienze emotivamente gratificanti e sostengono l'apprendimento di competenze utili allo sviluppo nella sua globalità (Grelotti et al., 2002). A supporto di tale ipotesi è possibile fare riferimento a diversi studi che evidenziano quanto lo sviluppo infantile sia fortemente guidato dalla ricchezza emotiva e affettiva delle pratiche sociali e come tale coinvolgimento risulti essere fondamentale anche per l'acquisizione del linguaggio (Kuhl et al., 2003; Goldstein et al., 2008). Goldstein e collaboratori hanno condotto uno studio i cui risultati evidenziano che quando le vocalizzazioni di bimbi tipici sono seguite da interazioni sociali contingenti da parte dei genitori, la quantità e la qualità di tali vocalizzazioni aumenta rispetto a bimbi che ricevono risposte non contingenti e che quindi non

erano attivamente coinvolti dai genitori (Goldstein et al., 2008). Questi dati dimostrano che anche l'apprendimento del linguaggio è favorito dalla presenza di un contesto sociale interattivo motivante e sottolineano ancora una volta la natura implicita dell'apprendimento sociale: i bambini imparano molto di più sulle relazioni dalle interazioni dirette che non dalla loro descrizione esplicita. Durante il gioco e le interazioni quotidiane con gli adulti e con i pari, i bambini imparano a comunicare, imparano il significato delle parole, la funzione degli oggetti, le intenzioni degli altri e mettono in atto comportamenti finalizzati ad aumentare il loro grado di piacevolezza agli occhi degli altri al fine di mantenere legami di tipo sociale (Leary et al., 2010). La motivazione a ricercare, creare e mantenere tali legami, ancor più che essere una scelta consapevole, sembra essere biologicamente determinata (Chevallier et al., 2012). A supporto di tale ipotesi diversi studi dimostrano che le persone mimano in modo inconscio i comportamenti non verbali degli altri (mimicry) e che coloro che mostrano una maggiore presenza di tale comportamento avente un implicito messaggio “sono come te” hanno anche livelli più alti di empatia (Lakin et al., 2003).

In sintesi, la tendenza innata a rivolgere l'attenzione verso gli stimoli sociali in modo continuo e preferenziale è uno dei cardini su cui si strutturano la capacità e la motivazione ad imparare dagli altri nello sviluppo tipico (Vivanti et al., 2014). Tale tendenza è infatti sostenuta dal senso di gratificazione emotiva che deriva dall'essere “con” gli altri e “come” gli altri. Essa alimenta la partecipazione attiva e ripetuta ad esperienze che coinvolgono questi stimoli fin dalla prima infanzia. Si potrebbe dire che, come in un circolo virtuoso, tale partecipazione influenza a sua volta lo sviluppo dell'organizzazione cerebrale e l'acquisizione di competenze socio emotive che rendono gli esseri umani “esperti inconsapevoli” nell'apprendimento attraverso gli altri.

1.3 Difficoltà di orientamento sociale nei soggetti con ASD nella prima infanzia: un modo diverso di apprendere.

Evidenze scientifiche dimostrano che, contrariamente ai bambini con TD, quelli con ASD mostrano diversi comportamenti che non favoriscono la costruzione del “mondo sociale” ed esitano nelle difficoltà socio-comunicative che caratterizzano questo disturbo. I bambini con ASD hanno la tendenza a concentrare la loro attenzione sugli oggetti piuttosto che sulle persone ed i loro movimenti (Shic et al., 2011; Klin, 2009), una inferiore frequenza di contatto oculare, di sorriso ed interesse sociale (Werner et al., 2000; Jones et al., 2013) di attenzione congiunta, di riconoscimento delle espressioni facciali e di imitazione (Dawson et al., 2004; Dawson, Carver, et al., 2002; Ozonoff et al., 2010). Alcuni ricercatori ritengono che tali differenze nell’attenzione congiunta e nella risposta al nome, essendo strettamente correlati a difficoltà quali la capacità di avviare interazioni coinvolgenti o attirare l’attenzione dell’altro, potrebbero riflettere un deficit nell’interesse e nella motivazione sociale piuttosto che essere ascrivibili a deficit visivi e di attenzione di base (Rogers, 2009). A tal proposito studi sui filmati familiari di bimbi poi diagnosticati con autismo (Maestro et al., 1999) hanno evidenziato due importanti aspetti che contribuiscono alla difficoltà nel riconoscimento del disturbo in età precoce e che potrebbero essere a supporto di un deficit motivazionale nell’autismo: il primo è relato alla minore frequenza con cui i comportamenti sociali (es. contatto oculare, imitazione) si presentano nei bimbi con ASD i rispetto a bimbi con TD; il secondo fa riferimento alla necessità, riferita dai genitori, di essere molto attivi al fine di sollecitare la comparsa di tali comportamenti nei loro bimbi. Secondo tali studi infatti, fin dall’età precoce, i bambini con autismo sarebbero in grado di rispondere a comportamenti sociali ma con minore frequenza e solo quando attivamente stimolati dai loro *caregivers*. Di contro i bimbi con ASD mostrano di avere un deficit nell’ iniziativa spontanea a coinvolgere l’altro in una interazione piacevole. Tale comportamento li differenzia nettamente dai bambini con TD i quali mettono in atto, fin

dai primi giorni di vita, comportamenti attivi di ricerca dell'altro anche quando questi non li sta stimolando. In linea con tale ipotesi i risultati di uno studio condotto da Nagy e Molnar nel 2004 mettono in evidenza che, fin dai primi giorni di vita, è presente una spinta ad iniziare una azione diretta all'altro (es. movimento di un dito, protrusione della lingua) che è accompagnata da una accelerazione del battito cardiaco e che risulta essere ridotta nei bimbi con ASD. Gli autori sostengono che *“l'istinto di iniziare un'azione è presente dal principio della vita umana come una componente essenziale della soggettività, dei processi motivazionali e dei processi maturativi biologici”* (Nagy & Molnar, 2004).

Le difficoltà sociali hanno un impatto talmente profondo sulla capacità di apprendere che, secondo alcuni autori, l'autismo può esser considerato un disturbo dell'apprendimento sociale (Vivanti et al., 2014; Mundy et al., 2012). Come ho accennato in precedenza, secondo la teoria della motivazione sociale, una mancata tendenza spontanea ad orientarsi verso stimoli sociali può avere conseguenze potenzialmente negative per lo sviluppo sociale, del linguaggio e dell'apprendimento in generale, in quanto una ridotta esperienza del mondo sociale impedisce il normale sviluppo e la specializzazione dei circuiti neurali che sottendono questi domini esperienza-dipendenti (Dawson, 2008; Johnson et al., 2005). Se un bimbo con ASD non è istintivamente motivato a prestare attenzione agli altri non potrà cogliere molte opportunità di apprendimento relative a un'ampia gamma di comportamenti sociali e comunicativi. Questo contribuirà allo strutturarsi di un diverso tipo di apprendimento sia nei processi cognitivi preferenzialmente implicati (il modo in cui si impara) sia nei contenuti (ciò che si impara) determinando non tanto una riduzione della capacità di apprendimento quanto una diversa organizzazione della cognizione e delle competenze che da essa derivano. Se durante la prima infanzia i bimbi con ASD sono maggiormente motivati ad esplorare specifici aspetti del mondo quali le cose ed i rapporti fisici tra di esse piuttosto che le persone e le interazioni sociali, questo tipo di esperienze contribuirà allo sviluppo di una organizzazione cerebrale atipica

(Vivanti et al., 2016). L'esperienza ripetuta di un determinato comportamento, soprattutto nelle prime fasi dello sviluppo, si riflette infatti nell'attivazione di connessioni neuronali tra regioni cerebrali sottese all'elaborazione degli aspetti percettivi, cognitivi, emotivi e motori legati a quell'esperienza. La reiterazione sistematica di tali connessioni le rende solide e contribuisce alla specializzazione neuronale per le esperienze a cui si prende frequentemente parte nello sviluppo. Viceversa, le connessioni che non vengono usate, in quanto facenti parte di aspetti del mondo che non ricevono l'attenzione e la frequentazione necessaria, vengono progressivamente eliminate durante lo sviluppo. Da questo ne deriva che se i bimbi, a causa di una anomala traiettoria del neurosviluppo, concentrano le loro risorse attentive su elementi non sociali dell'ambiente, il loro cervello diventerà esperto in questa categoria di stimoli piuttosto che in quelli sociali (Johnson et al., 2005). A tal proposito numerosi studi mettono in evidenza che i soggetti con ASD hanno una grande propensione verso attività che coinvolgono elementi di sistematizzazione (Baron-Cohen, 2008). Essi ad esempio sono usualmente più interessati al funzionamento di sistemi meccanici ed alle proprietà di sistemi numerici o di classificazione. Conseguenza di tale interesse è la maggiore capacità di analizzare e comprendere le regole che governano un sistema chiuso che risponde sempre agli stessi principi e non va incontro ad improvvisi e non controllabili cambiamenti. Il comportamento sociale, al contrario, è un sistema aperto: le persone sono imprevedibili, non agiscono mai esattamente allo stesso modo ed è impossibile individuare regole implicite in grado di dare ragione dei loro comportamenti. Gli studi sull'apprendimento nell'autismo riportano dati contrastanti in merito alla tipologia di apprendimento che risulta prevalentemente utilizzata dai soggetti autistici. Molti studiosi comunque concordano nel ritenere che nell'autismo l'apprendimento implicito e quello associativo siano preservati (Williams et al., 2006; Dawson et al., 2008; Brown et al., 2010) in quanto supportati da processi cognitivi in larga parte intatti quali la memoria associativa e le abilità visuo-spaziali. Secondo Baron-Cohen (2003) le capacità di sistematizzazione che

caratterizzano i soggetti con ASD fanno parte di una forma di apprendimento associativo intrinsecamente rinforzato in cui la "mente esatta" dei soggetti con ASD è motivata non da un rinforzo estrinseco, ma dal piacere implicito che deriva dalla comprensione dei sistemi stessi (Baron –Cohen, 2003).

1.4 *Social Motivation e Social Cognition*

L'idea che sta alla base della teoria della motivazione sociale è quella secondo cui il valore di ricompensa delle interazioni sociali, percepito come piacere che da esse deriva, alimenta l'interesse per gli altri e favorisce la partecipazione ad esperienze sociali sin dalla prima infanzia (Chevallier et al., 2012). Tale periodo di massima flessibilità neuronale risulta essere particolarmente sensibile all'influenza dell'ambiente per cui la qualità e quantità delle esperienze sociali incide sul successivo sviluppo in generale e della cognizione sociale in particolare. Ricerche sullo sviluppo neuronale suggeriscono infatti che il modo in cui i bambini interagiscono con il loro ambiente influenza l'organizzazione delle connessioni cerebrali e le conseguenti risposte neuronali avendo implicazioni a lungo termine non soltanto sul comportamento esplicito ma anche e soprattutto sullo sviluppo del cervello che sta alla base del comportamento (Sullivan et al., 2014). La teoria della motivazione sociale assume una prospettiva diversa rispetto ad altre teorie che fanno riferimento alla *Social Cognition* quali, ad esempio, la Teoria della Mente (ToM) (Baron-Cohen et al, 1985). La ToM ipotizza che la causa dell'autismo vada ricercata in un'incapacità di questi soggetti di attribuire a sé e ad altri stati mentali, con conseguente difficoltà a distinguere desideri, credenze, intenzioni altrui, a comprenderne emozioni e pensieri e quindi ad assumere la prospettiva dell'altra persona. Secondo la ToM, definita anche "Teoria della cecità mentale", i deficit sociali dei soggetti con ASD sarebbero la conseguenza delle difficoltà appena menzionate a seguito delle quali tali soggetti finirebbero col perdere l'interesse per il mondo sociale. Secondo tale prospettiva

teorica la motivazione ad interagire con gli altri verrebbe a mancare come conseguenza di un primario deficit di cognizione sociale. Studi recenti hanno evidenziato che i deficit di mentalizzazione rilevati attraverso il test della Falsa Credenza”, non sono in realtà attribuibili a tutta la popolazione dei soggetti con ASD in quanto vi è un sottogruppo che dimostra di riuscire a superare la prova (Senju et al., 2009). In tali soggetti tuttavia è invece presente un deficit di motivazione sociale che costituisce la parte preponderante della diagnosi. La ricerca in psicologia dello sviluppo ha inoltre evidenziato che bambini a sviluppo tipico molto piccoli riescono in versioni adeguate all'età dei test della Falsa Credenza (Baillargeon et al., 2010). Tale dato suggerisce la necessità di applicare test adeguati all'età anche su bimbi con ASD più piccoli per poter effettivamente sostenere l'ipotesi di un deficit primario della Teoria della Mente in questi soggetti. Inoltre è importante sottolineare che i deficit di motivazione sociale quali incapacità di coinvolgere l'altro in interazioni piacevoli, mancato orientamento verso stimoli sociali, ridotta iniziativa all'interazione sono aspetti riscontrabili fin dalla tenera età nei soggetti poi diagnosticati con ASD. La comparsa di tali segni risulta dunque ontogeneticamente precedente ai deficit di mentalizzazione a cui fa riferimento la ToM. Inoltre, se si da per assunto che l'apprendimento umano è tipicamente sociale, il valore di ricompensa attribuito normalmente alle interazioni sociali porta, nello sviluppo tipico, ad una serie di esperienze che consentono lo sviluppo e consolidamento delle capacità cognitive sociali e non sociali. In linea con questa ipotesi è stato dimostrato che un buon livello di attenzione sociale in bambini prescolari tipici è predittore dello sviluppo di alti livelli di cognizione sociale (Wellman et al., 2004). Al contrario, la mancanza di partecipazione alle pratiche sociali priva i bambini di specifiche esperienze durante un periodo di vita molto sensibile per lo sviluppo della cognizione sociale. Questa ipotesi può essere supportata facendo riferimento a quelle situazioni di estrema deprivazione sociale (es. bambini rumeni istituzionalizzati) in cui l'esperienza di deprivazione esita nel consolidamento di sintomi simil autistici. Infine i risultati empirici

derivati da alcuni tipi di interventi precoci diretti ad incrementare l'attenzione sociale ed il coinvolgimento spontaneo in interazioni sociali hanno evidenziato un positivo impatto sulle *performance* di cognizione sociale nei bambini con ASD suggerendo che le competenze relative alla cognizione sociale possono essere più facilmente sviluppate all'interno di trattamenti in cui viene data prioritaria attenzione allo sviluppo della motivazione sociale (Dawson et al. 2010).

1.5 Il sistema di *reward*: cosa c'è dietro la motivazione?

Esiste un ampio corpus di studi scientifici che si è interessato ad esplorare i meccanismi neuronali coinvolti nei processi di *reward* in presenza di rinforzi non sociali quali cibo e denaro. I risultati delle ricerche condotte negli ultimi anni convergono nel sostenere che i rinforzi sociali vengono processati dal medesimo sistema neuronale di quelli non sociali sottolineando così la loro rilevanza motivazionale per il comportamento umano (Bhanji et al., 2014).

Studi di neuroimaging hanno evidenziato che la rete di regioni cerebrali implicata nel sistema di *reward* coinvolge diverse regioni corticali e subcorticali tra loro finemente interconnesse. Esse sono: la corteccia prefrontale nelle regioni orbito frontale (OFC) e ventromediale (vmPFC), la corteccia cingolata anteriore (ACC), l'amigdala e le regioni implicate nella cosiddetta via dopaminergica che ha origine nell'area tegmentale ventrale del mesencefalo e proiettano al nucleo accumbens (Nacc) porzione dello striato ventrale (VS) nei gangli della base (Delgado, 2007; Haber & Knutson, 2010; O'Doherty, 2004). Ogni regione ha un ruolo specifico all'interno del *network* di *reward* e contribuisce a precisi aspetti dei processi motivazionali da esso determinati. Mentre le regioni più sottocorticali sono maggiormente coinvolte nella generazione della ricompensa, quelle corticali permettono la creazione di

rappresentazioni di tali ricompense e svolgono un ruolo chiave nell'attribuzione del valore di *reward* fondamentale per guidare le azioni tese ad uno scopo (Klein et al., 2009).

Il VS e la OFC hanno dense connessioni con la PFC e con la ACC che si ritiene svolga un compito importante nell'integrazione della ricompensa con la selezione di una azione tesa ad uno scopo. La presenza di estese connessioni tra regioni corticali e sottocorticali fa sì che il processo di *reward* possa al contempo coinvolgere un meccanismo *bottom-up* che inizia con un segnale di avviso di ricompensa ed al contempo coinvolgere un meccanismo *top-down* in relazione all'aspettativa della ricompensa ed alla pianificazione motoria necessaria per ottenerla (Schultz, 2002). Le tecniche di *neuroimaging* hanno permesso di individuare i meccanismi neuronali coinvolti in due diversi aspetti della motivazione, la componente “*wanting*” relata alla ricerca ed anticipazione della ricompensa e la componente “*liking*” relata al piacere che deriva dal ricevere una ricompensa. La prima è associata ad una intensa attività nel VS, la seconda all'attivazione della vmPFC (Berridge et al., 2009). Anche l'amigdala ha dense connessioni sia con la OFC sia con il VS che rispondono entrambi a stimoli sociali con grande valore motivazionale e svolge un ruolo importante nel guidare l'attenzione agli stimoli biologicamente rilevanti, come le informazioni sociali veicolate da occhi, facce, o movimento biologico (Adolphs et al., 2006).

Studi effettuati con fRM evidenziano che queste regioni ed in particolare il VS, oltre ad essere associate a rinforzi non sociali (cibo, sesso, denaro, alcool e droghe), risultano attive anche in presenza di una vasta gamma di stimoli sociali quali la visione di bei volti (Aharon et al., 2001), l'approvazione sociale (Izuma et al., 2010; Kennedy et al., 2009), espressioni emotive positive (Rademacher et al., 2010), l'amore materno e quello romantico (Bartelset al., 2004), quando si pensa o si vede una persona con cui si ha una relazione intima (Fisher et al., 2006) quando si è di fronte a stimoli sociali di grande valore attrattivo (Spreckelmeyer et al., 2009). Differenze di funzionamento nel *network* corticale fronto-striatale-amigdala sono inoltre state

correlate a differenti livelli di motivazione sociale: un alto orientamento sociale è associato all'attivazione dell'amigdala e della corteccia orbitofrontale nella risposta a stimoli emotivamente rilevanti (Schirmer et al., 2008) mentre tratti anti-sociali sono stati associati ad una minore attivazione in queste aree in risposta a comportamenti non cooperativi (Rilling et al., 2007). Diversi studi hanno infine messo in luce come nello sviluppo tipico l'apprendimento mediato da ricompense sociali e non sociali coinvolga allo stesso modo il VS, la vmPFC (Izuma et al., 2008; Lin et al., 2012) ed in particolare la ACC sottolineando che l'apprendimento sociale è possibile non solo attraverso una esperienza diretta di *reward* ma anche attraverso l'osservazione di una esperienza fatta da altri (Behrens et al. 2008).

L'interesse delle neuroscienze verso i meccanismi neuronali che stanno alla base delle interazioni umane ha portato i ricercatori ad usare metodologie di ricerca sempre più ecologiche in grado di dimostrare l'ipotesi della natura intrinsecamente motivante delle interazioni sociali (Tomasello, 2009; Krach et al., 2010). In tale ambito i risultati di un interessante studio condotto da Pfeiffer e collaboratori (2014) dimostrano che l'esperienza soggettiva di interagire con un partner umano rispetto ad un computer è sufficiente per attivare il sistema di *reward*. Gli autori di tale lavoro di ricerca si sono serviti di tecniche di *neuroimaging* e *eye-tracking* per misurare i comportamenti di attenzione congiunta tra i soggetti partecipanti allo studio ed un agente presente su uno schermo che poteva essere controllato da un computer oppure da un umano. I risultati dello studio hanno evidenziato che quando i soggetti credevano di interagire con un umano (sulla base della contingenza dei comportamenti di attenzione congiunta tra i due) si verificava una attivazione dello striato ventrale, mentre quando credevano di interagire con un computer, venivano attivate regioni cerebrali deputate all'attenzione (Pfeiffer, 2014). Tale studio dimostra che il coinvolgimento in una interazione è di per se motivante.

1.5.1 Il sistema di *reward* nei soggetti con ASD: studi di *neuroimaging*

I risultati delle ricerche scientifiche ad oggi condotte su questa tematica, pur concordando sulla presenza di un anomalo funzionamento del circuito cerebrale implicato nella ricompensa, non concordano sulla specificità di queste anomalie. Non è infatti chiaro se tali anomalie sono attribuibili solo al processamento degli stimoli sociali o se riguardano il coinvolgimento del sistema di *reward* in generale. Facendo riferimento a quanto esposto da Berridge (2009) in relazione al “*wanting*” ed al “*liking*”, intese come la componente motivazionale che spinge alla ricerca di una ricompensa e quella del piacere che deriva dal suo raggiungimento, Kohls e collaboratori nel 2012 hanno provveduto ad una esaustiva revisione degli studi di *neuroimaging* interessati all’esplorazione dei processi di ricompensa nei soggetti con ASD (Kohls et al., 2012). Sebbene ancora esigui i risultati degli studi scientifici riportati evidenziano la presenza di anomalie nelle regioni neurali implicate nel processamento di entrambe le componenti con una maggiore compromissione delle aree cerebrali deputate al processamento della componente motivazionale (*wanting*) identificabile con il VS ed il Nacc.

Risultati tra loro non convergenti riguardano le aree deputate alla rappresentazione del valore di ricompensa (*liking*) identificabili con la vmPFC, la porzione rostro-ventrale della ACC e la parte mediale della OFC (Zeeland et al. 2010; Dichter et al., 2012). Nel complesso comunque le evidenze riportate dai diversi studi sono in linea con i sintomi socio-comunicativi peculiari negli ASD quali la mancanza di ricerca spontanea degli altri al fine di condividere interessi, piacere e successi. Riportiamo di seguito i risultati sia degli studi, a nostro parere più significativi, a sostegno di una compromissione del sistema di *reward* specifico per gli stimoli sociali negli ASD, sia quelli che invece avvalorano la tesi di una sua generale compromissione. Riteniamo opportuno sottolineare che, a causa della difficile applicabilità degli studi di

neuroimaging in epoca infantile, tutti gli studi prodotti sono stati effettuati su pre-adolescenti, adolescenti o giovani adulti con ASD.

In uno studio di fMRI Greene e collaboratori (2011) hanno messo a confronto l'attivazione neuronale di soggetti con e senza ASD (età media 13 anni) durante un compito di orientamento sociale che consisteva nell'indicare la posizione in cui sarebbe apparso uno stimolo *target* (una X) segnalato da uno stimolo sociale (direzione dello sguardo di due occhi disegnati) o non sociale (freccia). Sebbene non siano state evidenziate differenze comportamentali tra i due gruppi, la fMRI ha riportato una ridotta attività neurale nel circuito fronto-striatale dei soggetti con ASD suggerendo che i segnali sociali non godono della stessa importanza neurale nei soggetti con TD e con ASD (Greene et al., 2011). Scott Van Zeeland e collaboratori (2010) sono stati i primi a confrontare l'attivazione neuronale del circuito deputato alla ricompensa in soggetti a sviluppo tipico e con ASD di 12 anni attraverso un paradigma di "apprendimento implicito" con uso di ricompense sociali (volto sorridente e accompagnato dall'espressione verbale "Giusto!") e ricompense non sociali (denaro). I risultati di questo studio hanno messo in evidenza che i soggetti con ASD mostravano una ridotta attivazione del VS (*wanting*) in risposta a ricompense sociali. In linea con la teoria della motivazione sociale dell'autismo (Dawson, G. et al. 2005) e con i risultati appena esposti vi è uno studio effettuato da Delmonte e colleghi (2012) su soggetti con ASD ed con TD (range età 12 -25 anni) con uguale livello di quoziente intellettivo (QI). Gli autori hanno riscontrato anomalie nel processamento delle ricompense sociali nei soggetti con ASD evidenziando una minore attivazione dello striato dorsale di sinistra (DS) che svolge un'importante funzione nel collegare i processi di ricompensa alle funzioni esecutive ed al controllo delle azioni (O'Doherty et al., 2004).

Tali risultati non sono stati confermati dallo studio condotto da Kohls e collaboratori nel 2012 su soggetti con ASD di età compresa tra i 9 e 18 anni. Gli autori si sono serviti di un diverso paradigma di studio, il paradigma *go-no go*, ampiamente utilizzato per valutare l'anticipazione

della ricompensa seguita dalla richiesta di un comportamento diretto ad uno scopo (es. premere o no un tasto) seguito da ricompense di tipo sociale (volto) o non sociale (denaro). I risultati di questo studio hanno evidenziato la presenza di una generale ridotta attivazione del circuito di ricompensa. In particolare, è stata registrata un'ipoattivazione dell'amigdala e della ACC (*liking*) nel gruppo con ASD in risposta ad entrambi i tipi di ricompensa ed una minore attivazione nel Nacc (*wanting*) quando la ricompensa era l'immagine di denaro ma non quando era rappresentata dalla visione di un volto. Questi risultati sono stati confermati da un successivo studio dello stesso autore in cui venivano confrontate le risposte di soggetti con ASD con quelle di un gruppo di bambini ed adolescenti con ADHD e gruppo di controllo tipico (Kohls G., 2014).

Questo dato è coerente con quello ottenuto da Dichter e collaboratori in uno studio del 2012 in cui veniva indagata l'attivazione delle regioni implicate nella fase di anticipazione e di ottenimento della ricompensa in soggetti di 25 anni durante un "*incentive delay task*" con uso di rinforzi sociali (volto) e non sociali (denaro). I risultati dello studio hanno evidenziato una ipoattivazione del VS durante l'anticipazione del rinforzo monetario ma non del volto (Dichter et al., 2012). In modo molto interessante un precedente studio l'autore aveva utilizzato lo stesso paradigma mettendo a confronto correlati neurologici per ricompense non sociali (denaro) e oggetti di forte interesse autistico ed aveva evidenziato l'ipoattivazione del VS e della mvPFC con rinforzi non sociali (denaro) e una attivazione dello stesso per gli oggetti di forte interesse autistico (Dichter et al., 2011). I risultati di uno studio condotto da Cascio e collaboratori nel 2013 evidenziano l'attivazione dell'amigdala e della ACC nei soggetti con ASD ed a sviluppo tipico quando esposti alla visione dei loro personali oggetti di alto interesse specifico. Sappiamo che tra le funzioni dell'amigdala vi è quella del processamento degli eventi emotivamente rilevanti e che questa struttura, insieme alla PFC e al VS contribuisce a all'attribuzione di valore di ricompensa agli stimoli (Adolph, 2010). I risultati dello studio

hanno riportato maggiore attivazione della ACC nei soggetti autistici rispetto ai controlli per gli oggetti di alto interesse (Cascio et al., 2013). Lo studio ha inoltre evidenziato una maggiore attivazione dell'insula anteriore di sinistra nei soggetti con ASD rispetto a quelli con TD in presenza dei propri oggetti di alto interesse. Entrambe le aree cerebrali, ACC e insula, fanno parte del cosiddetto “*network* della salienza” che valuta il significato affettivo di stimoli esterni (Menon et al., 2010; Uddin et al., 2013). La presenza di una maggiore attivazione del *network* in presenza dei propri oggetti di interesse negli ASD potrebbe supportare l'ipotesi che il significato affettivo di tali oggetti vada al di là della esclusiva risposta di *reward*. Esso potrebbe riguardare le relazioni esistenti tra processi di *reward* e meccanismi attentivi nell'interazione con gli stimoli ambientali (Uddin et al., 2013).

Un ulteriore recente studio di Kohls e collaboratori (2014) teso ad esplorare i correlati neurologici dei comportamenti ripetitivi e interessi ristretti (RRBIs) nei soggetti con ASD ha messo in evidenza l'estremo valore che tali comportamenti hanno nel sistema di *reward* evidenziando, tra l'altro, la presenza di una crescita anomala del nucleo caudato nello striato dorsale (Kohls et al., 2014). Questi studi, in accordo con altri che si sono serviti di metodologie quali l'*eye tracking* (Sasson, 2008), suggeriscono la possibilità che l'attrazione particolarmente assorbente per interessi specifici possa interferire con la normale attenzione rivolta agli stimoli provenienti dall'ambiente esterno e contribuire alle difficoltà relate alla salienza degli stimoli sociali negli ASD (Kohls et al., 2012; Cascio et al., 2013; Kohls et al., 2014). Pur confermando la presenza di anomalie nel sistema di ricompensa nei soggetti con ASD, gli studi ad oggi effettuati sull'argomento non chiariscono se tali anomalie sono specifiche per le ricompense sociali. Le disparità nei risultati ottenuti mette in evidenza la natura complessa dei processi di *reward* e del sottostante *network* di regioni neurali tra loro interconnesse. Al contempo i diversi risultati suggeriscono una doverosa riflessione sulla diversità dei paradigmi e delle metodologie usati. In alcuni di essi la ricompensa sociale era rappresentata da rinforzi tangibili (denaro)

mentre quella sociale era costituita dalla semplice visione di facce (Schultz et al., 2000; Delmonte et al., 2012) o ancora dalla visione di facce accompagnate da approvazione verbale (Zeeland et al., 2010). Molte sono infatti le variabili che le prossime ricerche devono tenere in considerazione e che possono contribuire alla difformità dei risultati attualmente ottenuti. In un interessante studio Assaf e collaboratori (2013) hanno esplorato il funzionamento delle regioni implicate sia nella motivazione sia nella mentalizzazione attraverso l'uso di un paradigma interattivo *on line*, il gioco del domino, in cui i partecipanti credevano di giocare due partite contro un *computer* e due contro un rivale umano. Lo studio di *neuroimaging* ha messo in evidenza come nei soggetti con ASD si verificasse una minore attivazione del Nacc in risposta alla vittoria ottenuta contro quello che i partecipanti sapevano essere il rivale umano piuttosto che contro il *computer*, mettendo così in evidenza non solo la presenza di un deficit in relazione alla ricompensa sociale ma riguardo all'interazione sociale di per se (Assaf et al., 2013). Mentre la maggior parte degli studi di *neuroimaging* si sono interessati allo studio dei processi di *reward* nell'autismo attraverso l'uso di stimoli visivi, un interessante studio condotto da Abrams e collaboratori ha evidenziato la presenza di una scarsa connettività tra le regioni deputate al processamento della voce e le regioni neuronali implicate nel sistema di *reward* evidenziando inoltre una correlazione di tale dato con la severità delle difficoltà comunicative nei soggetti con ASD (Abrams et al., 2013).

L'insieme delle evidenze scientifiche riportate supporta la teoria di un deficit nella motivazione sociale nell'autismo suggerendo che anomalie nel sistema di *reward* potrebbero ostacolare la possibilità di percepire gli stimoli sociali visivi ed uditivi come motivanti generando le conseguenti difficoltà che fanno parte della sintomatologia del disturbo in relazione ai comportamenti sociali.

1.5.2 Il sistema di *reward* nei soggetti con ASD: studi elettrofisiologici

Seppur gli studi di *neuroimaging* fin qui esposti abbiano evidenziato la presenza di disfunzioni nel sistema di *reward* in soggetti con ASD, la risonanza magnetica non permette di rilevare le dinamiche temporali dei processi cognitivi studiati. A tal fine l'uso dell'elettroencefalografia ha permesso di rilevare con precisione la cronologia dell'attività cerebrale relata alla ricompensa. In questo tipo di studi vengono presi in considerazione i potenziali evento-correlati (ERP) derivati dalle registrazioni dell'elettroencefalogramma (EEG): essi riflettono la risposta cerebrale media per un singolo evento stimolo che viene presentato ripetutamente. Questa tecnica ha permesso di studiare diverse misure di eventi, compresa la latenza e l'ampiezza di diversi picchi positivi e negativi rilevabili nella forma d'onda degli ERP che riflettono processi quali l'attenzione, la memoria, le aspettative, l'anticipazione di un evento atteso e così via. Anche gli studi elettrofisiologici hanno rilevato un funzionamento atipico del sistema di ricompensa in soggetti con ASD in presenza di stimoli sociali e non sociali. La maggior parte degli studi presenti in letteratura sono comunque stati effettuati su soggetti di età superiore ai 6 anni fino all'età adulta.

Un paradigma utilizzato negli studi elettrofisiologici per studiare l'anticipazione delle ricompense sia sociali sia monetarie è il paradigma *go-no go*. Negli studi che usano tale paradigma viene in genere utilizzato come indicatore di salienza motivazionale l'ampiezza della P3, un picco positivo che si verifica circa 300 ms dopo la presentazione dello stimolo, con maggiori ampiezze indicative di un aumento del valore di ricompensa (Goldstein et al., 2006; Kohls et al., 2011). In un compito di tipo *go-no go* seguito da ricompensa, soggetti di 14 anni con ASD hanno mostrato una risposta della P3 attenuata in ampiezza in entrambi i tipi di ricompensa sociale (foto di un volto sorridente) e non-sociale (denaro), evidenziando la presenza di un deficit nei processi *reward* ma non specifico per gli stimoli sociali (Kohls et al.,

2011). Altri studi hanno concentrato la loro attenzione su una componente degli ERP detta *Feedback-related negativity* (FNR) anch'essa considerata un indice neuronale indiretto della risposta alle ricompense ed in modo particolare della componente di piacere (*liking*) rilevata da elettrodi posti nella porzione frontocentrale dello scalpo. La FNR è caratterizzata da maggiore ampiezza negativa in risposta ad una perdita, come ad esempio la perdita di denaro, piuttosto che da una vincita. Studi sulla localizzazione di questa componente suggeriscono che essa rifletta l'attività delle sottostanti regioni neuronali implicate nella ricompensa e in particolare SV, vmPFC, ACC (Smith et al., 2010; Sescousse et al., 2010).

In un recente studio Stavropoulos e Carver (2014) hanno misurato le risposte elettroencefaliche di bimbi ASD e gruppo di controllo di 6-8 anni in un compito che prevedeva una fase di anticipazione ed una di raggiungimento della ricompensa servendosi di ricompense sociali (volto sorridente o neutro) e non sociali (freccia ricavata dai volti *scrambled*). In modo particolare le autrici si sono occupate della misurazione di due componenti del processo di ricompensa: la *stimulus preceding negativity* (SPN) e la FNR di cui abbiamo appena parlato. La SPN riflette l'attività cerebrale che si verifica in presenza dell'aspettativa di una ricompensa ed è strettamente associata al sistema dopaminergico di *reward* (Brunia et al., 2011). I risultati dello studio dimostrano che i bambini con ASD hanno risposte anomale in entrambe le fasi di anticipazione (SPN) e raggiungimento della ricompensa (FRN) in presenza di rinforzi sociali. In modo particolare i bambini a sviluppo tipico mostrano una SPN maggiore nell'anticipazione delle ricompense sociali rispetto agli ASD mentre non si riscontravano differenze tra i due gruppi rispetto alle ricompense non sociali. In sintesi i risultati degli studi condotti da Kohl e collaboratori (2011) e da Stavropoulos e Carver (2014) rilevano la presenza una minore ampiezza delle componenti P3 e SPN durante anticipazione di ricompense sociali in soggetti con ASD. Tali risultati sono stati confermati da uno studio recente di Cox e collaboratori (2015) che si sono serviti di stimoli più ecologici: la ricompensa sociale era costituita dal video

di una persona che esprimeva il suo apprezzamento e quella non sociale dal video di caramelle che sarebbero state consegnate alla fine dell'esperimento. In tale studio i ricercatori hanno esplorato l'andamento della componente P3 in soggetti a sviluppo tipico esaminando il modo in cui le risposte a ricompense sociali e non sociali erano modulati dalla presenza di tratti autistici rilevati con un questionario *ad hoc*, il *Social Responsiveness Scale – Adult* (SRS-A; Costantino, 2002; Costantino & Todd, 2005). I risultati dello studio hanno rilevato che i soggetti che presentavano maggiori tratti autistici mostravano una componente P3 attenuata rispetto ai soggetti con bassi tratti autistici. I risultati di tali studio suggeriscono la presenza di una associazione tra la risposta neuronale ridotta in presenza di ricompense sociali e *deficit* nel comportamento sociale nei soggetti con alti tratti autistici (Cox et al., 2015).

1.5.3 Ossitocina e motivazione sociale

Negli ultimi anni un filone di ricerca interessato ai meccanismi molecolari coinvolti nella cognizione e nel comportamento sociale ha rivolto un'attenzione sempre maggiore allo studio dell'ossitocina, un neuropeptide coinvolto nel circuito cerebrale deputato alla ricompensa. In generale le evidenze scientifiche che derivano dagli studi più accreditati concordano nel ritenere che questo neuropeptide, attraverso le interazioni con la dopamina, è coinvolto nei processi di orientamento sociale. In particolare l'ossitocina avrebbe un effetto diretto sulla modulazione della salienza sociale e sulla selettività percettiva attraverso l'amigdala e sulla ricompensa sociale attraverso il Nacc (Bartz et al., 2011). Le evidenze scientifiche dimostrano che l'ossitocina contribuisce a migliorare la salienza di stimoli sociali oltre a rendere più solidi i meccanismi relati all'attaccamento ed ai comportamenti di affiliazione sia negli animali, sia negli esseri umani (MacDonald et al., 2010). Studi condotti su roditori hanno messo in evidenza la presenza di più alti livelli di ossitocina nella fase *post-partum* sottolineando il valore di questo neuro-trasmettitore nel favorire comportamenti di affiliazione necessari nei

confronti della prole. Variazioni di concentrazione dell'ossitocina sono state riscontrate anche nel comportamento materno umano (Strathearn et al., 2009). Studi effettuati su volontari adulti a sviluppo tipico attraverso la somministrazione intra-nasale di ossitocina hanno permesso di descrivere un'ampia gamma di effetti sulla cognizione sociale quali un aumento della capacità di riconoscimento delle espressioni facciali (Domes et al., 2010), sguardo rivolto agli occhi durante la visione di facce (Guastella et al., 2008) una migliore percezione empatica (Hurlemann et al., 2010), aumento dei comportamenti di cooperazione nella risoluzione di compiti (Declerck et al., 2010) e del comportamento di attaccamento (Buchheim et al., 2010).

Al contempo ricerche effettuate su soggetti con ASD hanno riportato livelli inferiori di ossitocina a confronto con soggetti a sviluppo tipico suggerendo che l'alterazione della regolazione di questo neuropeptide potrebbe svolgere un ruolo importante nelle disfunzioni del sistema di *reward* verso gli stimoli sociali nei soggetti con ASD in quanto potrebbe impedire l'attribuzione di valore motivazionale a questa categoria di stimoli (Bartz et al., 2011). Negli ultimi anni gli studi condotti su soggetti con ASD sono molto aumentati ed i risultati che da essi derivano sono a volte divergenti. In alcuni studi, infatti, è stata usata la somministrazione di singole dosi intranasali di ossitocina (Guastella et al., 2010), in altri invece sono state somministrate serie di multidosi per periodi di tempo più estesi, 5 giorni (Dadds et al., 2013), 2 mesi (Kosaka et al., 2012), 6 mesi (Tachibana et al., 2013; Anagnostou et al., 2014). In un recente studio pilota Anagnostou e collaboratori (2014) hanno somministrato 2 dosi giornaliere di ossitocina per 12 settimane ad un campione di 14 adolescenti con diagnosi di autismo ad alto funzionamento o Sindrome di Asperger. I risultati dello studio hanno evidenziato che la metà del campione ha avuto un importante miglioramento delle abilità di cognizione, funzionamento sociale e riduzione dei comportamenti ripetitivi. Tra questi una piccola parte dei partecipanti (6/14) ha mantenuto tali effetti a 3 mesi dalla sospensione della terapia (Anagnostou et al., 2014). Sebbene questi risultati siano interessanti, ulteriori studi di base e *follow-up* sono

necessari per accertare gli effetti positivi di questo tipo di terapia e soprattutto la permanenza di tali effetti nel tempo.

CAPITOLO II

Attenzione sociale nei soggetti con ASD nella prima infanzia

2.1 Misure di attenzione sociale nei bambini con ASD

La maggior parte delle esperienze infantili precoci hanno luogo nel contesto delle interazioni sociali ed un ampio corpus di ricerche concorda nel ritenere che tali esperienze gettano le basi per la costruzione e la specializzazione delle successive competenze socio-comunicative tipiche degli esseri umani (Bertenthal et al., 2015). Come accennato nel capitolo precedente, scambi attivi con il mondo sociale hanno luogo fin dalle prime ore di vita e l'interazione con esso acquista un tale valore da diventare inesauribile oggetto di attenzione e fonte di rinforzo naturale. Questi importanti passi nello sviluppo infantile si verificano in modo massivo nei primi due anni di vita per cui tale finestra temporale rappresenta uno dei periodi più significativi sia per lo sviluppo cerebrale sia per quello comportamentale, essendo i due livelli strettamente interconnessi e mutuamente influenzati (Byrge et al., 2014).

Numerose evidenze cliniche indicano che i soggetti con ASD mostrano deficit nell'area socio-comunicativa con *pattern* atipici di attenzione sociale e di orientamento sociale ravvisabili già nei primi 12 mesi di vita (Maestro, 2002; Ozonoff et al., 2010; Werner et al., 2000). Secondo la Teoria della Motivazione Sociale dell'autismo tali difficoltà potrebbero trovare le loro radici in una ridotta motivazione sociale generata da anomalie del sistema di *reward*. La conseguenza di tali anomalie sarebbe evidente, tra le altre cose, nella minore attenzione rivolta agli stimoli sociali di cui i soggetti con ASD non percepirebbero il valore di rinforzo intrinseco percepito dai soggetti normotipici (Dawson et al., 2004; Dawson et al., 2005; Chevallier et al., 2012).

Come abbiamo detto nel capitolo precedente, senza l'adeguata esperienza di contatto con il mondo sociale, i soggetti con ASD non possono trarre dalle interazioni la ricchezza di apprendimenti fondamentali per lo sviluppo e saranno portati a rivolgere principalmente la loro

attenzione ad aspetti socialmente meno rilevanti dell'ambiente che li circonda (Dawson et al., 1998; Lombroso et al., 2009). Se i bambini con ASD apprendono da un mondo dominato da eventi fisici la divergenza con le normali traiettorie di sviluppo sarà sempre più evidente così come la sintomatologia ad essa connessa.

Sulla base delle evidenze neurobiologiche, comportamentali e molecolari descritte nel capitolo precedente ed attestanti la presenza di un funzionamento anomalo nel sistema di *reward* dei soggetti con ASD, diversi ricercatori hanno iniziato ad interessarsi all'individuazione di *biomarkers* che potessero essere utilizzati sia come indicatori precoci del disturbo sia come predittori di efficacia di trattamento. Pur essendo ancora molto ridotto il corpus di ricerche sull'argomento, la maggior parte dei disegni di studio presenti in letteratura ha preso in considerazione campioni di soggetti in età adolescenziale e adulta. Alcuni ricercatori, comunque, hanno condotto i loro lavori su bambini di età prescolare, iniziando a tracciare possibili direzioni metodologiche per ricerche successive.

Di seguito vengono riportati alcuni studi su soggetti con ASD e controlli di pari età che evidenziano la possibile presenza di atipie nei processi di attenzione sociale, considerata una componente misurabile dell'interesse verso stimoli sociali e quindi della sottostante motivazione sociale (Dawson et al., 2012). Altri studi di ricerca molto significativi ed ugualmente a sostegno delle evidenze a cui si fa riferimento in questo lavoro si sono serviti di fRM (Zeeland et al., 2010) e prove comportamentali complesse (Dichter et al., 2012) o si sono focalizzati sulla relazione esistente tra *deficit* nel sistema di ricompensa ed empatia (Sims et al. 2012; Sims et al, 2014). Si ritiene che i suddetti paradigmi e metodi di studio non siano adatti alle competenze tipiche della prime fasi di sviluppo in cui vi è l'esigenza di utilizzare strumenti di misurazione ecologici e non invasivi maggiormente ravvisabili negli studi di seguito esposti.

- Compito di ascolto preferenziale

Uno dei primi studi tesi ad approfondire l'eventuale presenza di preferenza per stimoli non sociali vs. stimoli sociali in bambini di 5-6 anni è stato condotto da Amy Klin nel 1991. Lo studioso ha somministrato un compito di ascolto preferenziale ad un gruppo di bambini autistici confrontando i risultati con quelli ottenuti da un gruppo di controllo di bambini con ritardo mentale ed a sviluppo tipico. Nella prova venivano confrontati due diversi stimoli sonori: la voce materna nella forma del *motherese* ed un suono alternativo costituito da voci sovrapposte. Ai bambini veniva consegnato un giocattolo con due pulsanti a cui corrispondevano ognuno dei due suoni stimolo. I risultati di questo studio hanno evidenziato che, a differenza dei bambini del controllo che hanno mostrato una forte preferenza per la voce materna, i bambini autistici hanno preferito attivamente il suono alternativo o hanno mostrato una mancanza di preferenza per uno dei due segmenti audio (Klin, A. 1991).

Nella prova di preferenza uditiva ideata da Kuhl e collaboratori nel 2005 è stata confrontata la frequenza con cui un gruppo di bambini con ASD di età compresa tra i 2 ed i 4 anni e bambini a sviluppo tipico, preferivano un suono verbale (*motherese*) ad uno non verbale (segnale analogico non verbale abbinato acusticamente ai campioni vocali *motherese* per frequenza e ampiezza) registrando il numero di volte in cui i soggetti ruotavano la testa verso uno dei due suoni emessi da altoparlanti posizionati a sinistra ed a destra del bambino. I bambini con ASD hanno mostrato una maggiore preferenza per i suoni non verbali (Kuhl et al., 2005).

- Prova di orientamento sociale

In uno studio condotto da Geraldine Dawson e collaboratori nel 1998, bimbi di età compresa tra 4 e 6 anni con ASD venivano sottoposti ad una prova di orientamento sociale e confrontati con un gruppo di bimbi con TD e con ritardo mentale (DD) della stessa età. Ad ogni partecipante venivano presentati stimoli sociali (es. chiamarlo per nome, battere le mani) e non sociali (es. clacson, timer da cucina) da quattro diversi punti della stanza per 6 secondi ciascuno sia sul lato destro e sinistro del bimbo, sia 30 gradi dietro di lui a destra ed a sinistra. I risultati del test

hanno evidenziato che i soggetti con ASD hanno mostrato di orientarsi meno frequentemente verso tutti i tipi di stimoli e questo comportamento è risultato più evidente per gli stimoli di tipo sociale. Quei bambini con ASD che si sono orientati verso gli stimoli sociali hanno mostrato maggiore ritardo nel farlo rispetto ai gruppi di controllo. Nello stesso esperimento venivano inoltre sollecitati dei comportamenti di attenzione congiunta proposti sia attraverso aiuti verbali (guarda) sia attraverso il *pointing*. I soggetti con ASD hanno mostrato una risposta inferiore anche a questa prova (Dawson et al., 1998).

- Prova di inibizione dello sbattere le ciglia

Un altro metodo utilizzato con soggetti di 2 anni da Shultz, Klin e Jones nel 2011 è quello in cui viene misurata la tendenza spontanea a sbattere le ciglia e l'inibizione di questa, ritenuta una misura dell'attenzione: una maggiore attenzione aumenta l'inibizione dello sbattere le ciglia (Bentivoglio et al., 1997). I ricercatori hanno esposto i bimbi ad un video in cui erano presenti oggetti in movimento (es. una porta o un treno) e interazioni sociali (es. due bimbi che litigano) ed hanno registrato la velocità di intermittenza ed i tempi di inibizione dello sbattere le ciglia in funzione del loro livello di coinvolgimento e del tipo di stimolo. I risultati di questo studio hanno mostrato che i bambini con TD hanno una maggiore inibizione dello sbattere le ciglia durante la scena sociale che durante la scena non sociale, mentre i bambini con ASD hanno mostrato il modello inverso. Gli autori hanno ipotizzato che questo tipo di misurazione potrebbe servire come indice di anticipazione della salienza sociale degli stimoli e potrebbe, quindi, essere utile come misura di attenzione sociale e coinvolgimento in soggetti con ASD (Shultz et al., 2011).

2.2 Studi di *eye-tracking*

La comprensione delle modalità attraverso cui i bambini con ASD guardano il mondo è un aspetto di fondamentale importanza in quanto ci permette di comprendere quali opportunità di apprendimento vengono veicolate dagli stimoli che attraggono preferenzialmente la loro attenzione. Molti studi interessati ad indagare il comportamento visivo nell'autismo si sono serviti della tecnologia dell'*eye-tracker*, sistema di telecamere a raggi infra-rossi in grado di registrare i movimenti oculari e determinare i punti di fissazione di un soggetto durante la semplice osservazione di uno stimolo visivo statico o dinamico. Dal momento che questo tipo di tecnologia non necessita che i partecipanti allo studio siano coinvolti eseguendo attivamente altri compiti al di fuori dell'osservazione libera degli stimoli proposti, questo tipo di paradigma viene definito di osservazione passiva (*passive viewing*) e tale caratteristica lo rende maggiormente adatto all'esplorazione dei processi attentivi nei soggetti in età precoce. L'uso sempre più frequente di questo tipo di tecnologia all'interno degli studi neuroscientifici è infatti determinato dall'esigenza di individuare misure neurofisiologiche efficaci e non invasive da poter applicare anche a soggetti della prima infanzia. Sebbene infatti gli studi di *neuroimaging* condotti con fRM ci informino sui possibili meccanismi neurali coinvolti nei processi cognitivi, necessitano che i partecipanti siano in grado di tollerare le condizioni imposte dalla strumentazione e richiedono un determinato livello di capacità cognitive e verbali assenti nei primi anni di vita. Diversi studi si sono serviti di questa tecnologia per studiare l'attenzione sociale, cioè la tendenza ad orientare la propria attenzione verso stimoli sociali quali volti e scene sociali rispetto a stimoli non sociali (oggetti, ambienti) (Birmingham et al., 2009). Tali studi ci permettono di avere informazioni in merito all'interesse ed alla preferenza verso il mondo sociale (entrambi fattori impliciti nella motivazione) soprattutto quando questo compete con altri aspetti non sociali presenti nella scena. Possiamo in generale asserire che la letteratura scientifica prodotta sull'argomento concorda nel ritenere che i soggetti con ASD mostrino

anomalie di vario genere nell'attenzione sociale riscontrabili sia nella scelta preferenziale tra stimoli sociali e non sociali, sia nelle modalità usate nell'esplorazione degli stimoli sociali quali i volti (Guillon, 2014). Nello specifico la presenza di risultati a volte contrastanti tra i diversi studi ha dato vita a importanti riflessioni di ordine teorico e metodologico. Infatti le differenze nell'operalizzazione del costrutto di attenzione sociale, nella tipologia dei dati collezionati attraverso l'*eye tracker* (es. direzione e/o latenza della prima fissazione vs. tempo totale di fissazione) e nella loro interpretazione, rende difficile il lavoro di confronto tra i vari studi ma al contempo ci dà la misura della complessità che caratterizza il costrutto. Gli studi sull'argomento differiscono tra loro per le procedure sperimentali utilizzate, per l'età dei soggetti (bimbi di pochi mesi vs. adolescenti ed adulti) per la tipologia degli stimoli utilizzati (immagini statiche, scene dinamiche, scene sociali complesse), per il numero di soggetti/oggetti presenti e la relazione tra loro (singoli vs. multipli; interagenti vs. non interagenti), per la salienza motivazionale che tali stimoli possono suscitare (oggetti di alto/basso interesse autistico) (Chita-Tegmar, 2015).

2.2.1 Studi con uso di stimoli statici

La maggior parte degli studi con *eye-tracker* hanno riscontrato la presenza di una ridotta attenzione sociale nei soggetti con ASD rispetto a quelli con TD (Pierce et al., 2011; Pierce et al., 2015; Sasson et al., 2008; Sasson et al., 2014; Klin et al., 2002; Riby et al., 2009a, 2009b; Riby et al., 2013; Rice et al., 2012; Shi et al., 2015; Shic et al., 2011; Chawarska et al., 2012) altri studi non hanno rilevato differenze tra i gruppi (Birmingham et al., 2011; Freeth et al., 2010; Marsh et al., 2015; Parish-Morris et al., 2013).

Tra gli studi che si sono serviti di immagini statiche ricordiamo il compito di esplorazione visiva usato da Sasson e collaboratori nel 2008 per studiare l'attenzione sociale in soggetti con ASD e con TD di età compresa tra 6 e 15 anni. La prova prevedeva la somministrazione di una

serie di 24 immagini (12 sociali e 12 non sociali) presentate insieme, in cui gli stimoli sociali erano composti da persone sorridenti e quelli non sociali erano composti da 6 foto di oggetti appartenenti a categorie considerate di alto interesse autistico quali treni, veicoli, aerei, blocchi, elettrodomestici, attrezzature informatiche, segnaletica stradale, e attrezzature sportive (South et al., 2005) e 6 foto di oggetti di uso comune quali indumenti. La misurazione del numero di fissazioni dello sguardo ha evidenziato che i soggetti con ASD mostravano meno interesse per le immagini sociali quando queste erano affiancate da oggetti di alto interesse autistico (Sasson et al., 2008). Una replicazione dello studio con bambini di età compresa tra 2 e 5 anni (Sasson et al., 2011) ha confermato questo risultato mettendo in evidenza quanto la salienza motivazionale dello stimolo possa essere un importante modulatore del modo in cui l'attenzione viene allocata sugli stimoli che ci circondano. In particolare i risultati di questo studio suggeriscono che il valore di ricompensa attribuito ad uno stimolo sociale o non sociale può influenzare il modo in cui i soggetti con ASD si orientano verso quello stimolo. Al fine di esplorare più a fondo tale aspetto Sasson e Touchston nel 2013 idearono un esperimento in cui l'immagine di un volto era accoppiata ad un oggetto di alto interesse autistico (es. trattore) o ad uno di basso interesse autistico (es. pianta) e riscontrarono che bambini con ASD di età compresa tra 24 e 62 mesi guardavano meno a lungo l'immagine del volto solo quando questo era accoppiato all'immagine di un oggetto di alto interesse autistico. Nella situazione alternativa la loro attenzione visiva non differiva da quella presentata dal gruppo di controllo né nella latenza della prima fissazione né nella durata complessiva delle fissazioni. Tali risultati mettono in evidenza la possibile competizione che gli oggetti di interesse circoscritto possono esercitare sugli stimoli sociali nei soggetti con ASD a causa della loro alta salienza motivazionale (Sasson et al., 2013). I risultati di questo studio supportano l'ipotesi di un deficit di motivazione sociale nell'autismo (Dawson, 1998) in base al quale una minore sensibilità al valore di *reward* degli stimoli sociale comporterebbe una minore esplorazione del mondo

sociale ed una conseguente maggiore focalizzazione su aspetti circoscritti dell'ambiente con importanti ricadute sullo sviluppo socio comunicativo dei soggetti con ASD. Inoltre, come menzionato precedentemente, studi di *neuroimaging* tesi a studiare il circuito di *reward* nei soggetti con ASD evidenziano non solo una ridotta attivazione dello striato ventrale per ricompense sociali (Zeeland, 2010) e per ricompense non sociali (Dichter et al., 2012) ma anche l'attivazione dello striato ventrale e della corteccia prefrontale ventro mediale per oggetti di alto interesse autistico (Dichter et al., 2012; Kohls et al. 2014). Altri studi che hanno fatto uso di immagini statiche per studiare la preferenza visiva di stimoli sociali e non sociali hanno mostrato che, posti di fronte ad immagini di scene che includevano oggetti e persone, bambini con TD di 13 anni guardavano più a lungo le persone ed in particolare i volti mentre i soggetti con ASD di pari età non mostravano differenze nel tempo trascorso a guardare gli oggetti e le persone e quando focalizzavano lo sguardo su queste ultime, guardavano i corpi piuttosto che i volti (Wilson et al., 2010). Sebbene altre ricerche che si sono servite di immagini abbiano evidenziato questo tipo di *pattern* visivo anche in adulti e adolescenti con ASD (Dalton et al., 2005), non tutti gli studi hanno confermato la presenza di un processamento visivo anomalo degli ASD rispetto ai TD (Rutherford et al., 2008; Freeth et al., 2010; Speer et al., 2007) o hanno confermato la loro presenza solo in determinate condizioni quali ad esempio quelle rappresentate dalla salienza motivazionale degli stimoli (Sasson et al., 2014).

2.2.2 Studi con uso di stimoli dinamici

Un altro filone di studi di *eye-tracking* ha fatto uso di stimoli dinamici, ritenendo che questi potessero meglio rappresentare la complessità con cui si presenta il mondo sociale nella realtà. Tra questi vi sono degli studi con paradigmi di visione libera (*preference looking paradigm*) che hanno messo in evidenza la presenza di una minore attenzione per le informazioni di tipo sociale nei soggetti con ASD quando confrontati con TD di pari età (Klin et al., 2002; Jones et

al., 2008; Shic et al., 2011). Nello studio di Klin venivano registrati i punti ed i tempi di fissazione di soggetti adulti e adolescenti con ASD e di un gruppo di controllo mentre guardavano un video con scene sociali complesse. Lo studio mise in evidenza la presenza di tempi di fissazione più lunghi sulla bocca e sugli gli oggetti presenti nelle scene sociali da parte dei soggetti con ASD rispetto al gruppo di controllo (Klin et al., 2002). Tali evidenze sono state confermate da studi condotti su soggetti della prima infanzia. Shic e collaboratori nel 2011 hanno esposto 78 bimbi (28 ASD, 34 TD e 16 DD - *Developmental Delay*) di 20 mesi alla visione di un video in cui erano presenti una figura femminile impegnata in una attività di gioco con un bimbo piccolo. Sullo sfondo erano ben visibili giochi sparsi sul pavimento. I risultati dello studio hanno evidenziato che i bimbi con ASD hanno mostrato di prestare meno attenzione alle persone che interagivano e si sono focalizzati di più sugli oggetti presenti sullo sfondo rispetto al gruppo di controllo. Ad una analisi più accurata è emerso che quando i bimbi con ASD guardavano le persone presenti sulla scena si concentravano maggiormente sui corpi e non sui visi (Shic et al., 2011). In linea con tali risultati Jones e collaboratori nel 2008 riportano i dati di uno studio in cui era emersa una minore tendenza a guardare il volto da parte di bimbi di 2 anni con ASD durante la visione di un video in cui un adulto si rivolge loro in modo diretto attraverso dei giochi sociali come il cucù (Jones et al., 2008). Più recentemente Chawarska, Macari e Shic (2012) hanno ottenuto risultati analoghi in un campione di 133 bambini (54 ASD, 20 DD, 48 TD) di età compresa tra 14 e 24 mesi dimostrando che i bimbi con ASD avevano un *pattern* visivo diverso dai bimbi con TD e con DD solo nella condizione in cui la salienza sociale dello stimolo era aumentata dalla presenza di comunicazione diretta al bambino o da proposte di attenzione congiunta. Quando infatti l'attrice si rivolgeva direttamente ai partecipanti attraverso il contatto oculare ed il linguaggio verbale, il gruppo con ASD prestava complessivamente minore attenzione alla scena in generale e al volto in particolare (Chawarska et al., 2012). Tali studi pongono l'accento su un aspetto particolarmente

importante che è insito nelle relazioni tipiche del mondo sociale e cioè l'intenzione comunicativa diretta al partecipante. Tale elemento infatti, oltre a coinvolgere importanti aspetti di complessità in termini di attenzione (l'attenzione dei bambini con TD è maggiormente catturata se ci si rivolge direttamente) implica anche un chiaro aspetto motivazionale rintracciabile nella componente di piacere "*liking*" implicita nelle interazioni (Kohls et al., 2012; Berridge, 2009).

L'applicazione di tecnologie come l'*eye-tracker* ad una popolazione di età sempre più precoce ha permesso l'uso di tale paradigma di studio in ricerche sui bimbi a rischio di ASD permettendo l'esplorazione dei meccanismi visivi sin dai primi mesi di vita. Chawarska e collaboratori (2013) replicando lo studio appena esposto su 117 bimbi di 6 mesi ad alto rischio (=67) e basso rischio (=50) di sviluppare autismo, hanno riscontrato che i bimbi poi diagnosticati con ASD tendono a guardare meno la scena sociale in generale e quando lo fanno si soffermano per meno tempo sull'attrice ed in particolare sul suo volto e che questo accade in tutte le condizioni dell'esperimento, non solo quando l'attrice si rivolge direttamente a loro. Gli autori inoltre fanno notare che una minore attenzione al volto non è accompagnata, a 6 mesi, da una maggiore attenzione agli oggetti mettendo quindi in evidenza la possibilità che la ben documentata focalizzazione su specifici aspetti non sociali dell'ambiente (oggetti di interesse autistico) possa essere successiva ad un iniziale ridotto interesse verso il mondo sociale e non il contrario. Questi risultati sono di fondamentale importanza in quanto la presenza di una minore attenzione per le persone e le loro comunicazioni nelle prime fasi dello sviluppo potrebbe avere importanti implicazioni nella progressiva specializzazione del sistema neuronale coinvolto nella cognizione sociale e nell'apprendimento in generale. Altri studi che si sono serviti del "*preference looking paradigm*" hanno evidenziato una maggiore preferenza degli ASD per gli stimoli non sociali. Nello studio condotto da Pierce e collaboratori nel 2011 e ripetuto nel 2015 su un campione di 334 bimbi di età compresa tra 10 e 39 mesi di cui 152 con ASD, i piccoli

partecipanti venivano esposti alla visione di un breve video di 1 minuto che mostrava su un lato dello schermo motivi geometrici (stimolo non sociale) e sull'altro bambini che facevano yoga (stimolo sociale). Gli autori dello studio hanno registrato il tempo totale di fissazione ritenendo che la percentuale del tempo trascorso a guardare l'uno o l'altro tipo di video potesse essere considerata un buon indicatore della preferenza visiva. I risultati dello studio evidenziano che, pur manifestando una maggiore attenzione per i video delle figure geometriche se paragonati al gruppo con TD e con DD, all'interno del gruppo ASD circa il 60% dei soggetti guardava più a lungo i video di bambini in movimento mentre il sottogruppo di bimbi con ASD che fissava più a lungo le immagini dinamiche geometriche mostrava una maggiore gravità sintomatologica (Pierce et al., 2011). Tale dato è significativo in quanto evidenzia l'eterogeneità con cui la motivazione sociale può esprimersi all'interno dei Disturbi dello Spettro Autistico. Esistono infatti bambini più attratti dalle relazioni sociali rispetto ad altri ma comunque non in grado di organizzare il loro comportamento sulla base di regole sociali se non dopo averle opportunamente e faticosamente apprese (Wing et al., 1979).

Una recente meta-analisi condotta sull'argomento da Meia Chita-Tegmar (2015) ha passato in rassegna diversi fattori ritenuti potenzialmente importanti nel determinare le differenze nell'attenzione sociale tra soggetti con ASD e con TD ed ha riscontrato che, tra gli studi esistenti in letteratura, quelli che mettono maggiormente in risalto tali differenze sono gli studi che hanno utilizzato stimoli ecologici ad alta salienza sociale rappresentati da video di due o più persone in interazione tra loro (Chita-Tegmark, 2015). Come dimostrato da Birmingham e collaboratori (2008) quando soggetti con TD sono esposti a stimoli di tal genere tendono ad aumentare la loro attenzione sui volti ed in particolare sugli occhi probabilmente al fine di estrapolare indizi utili alla comprensione della scena complessa (Birmingham et al., 2008).

Ma cosa accade nei soggetti con ASD?

Shi e collaboratori (2015) hanno dimostrato che gli stimoli usati da Pierce (Pierce et al., 2011) con bambini di 2-3 anni non erano adeguati a bambini più grandi (4-6 anni) in quanto non rappresentativi delle esperienze con i pari tipiche dei bambini di quell'età. Gli studiosi infatti hanno ritenuto che uno stimolo sociale più complesso (più bambini impegnati ad interagire e giocare tra loro piuttosto che un solo bambino in movimento) potesse essere maggiormente ecologico, avere maggiore salienza motivazionale e dunque meglio evidenziare le possibili anomalie nell'attenzione sociale nei bimbi con ASD. A convalida della loro ipotesi la somministrazione degli stessi stimoli usati da Pierce (video di un pattern geometrico accanto a video di un bimbo in movimento) al loro campione di bambini in età prescolare non ha prodotto alcuna differenza nella preferenza di stimoli tra bimbi con ASD e con TD. Quando invece i bambini con ASD sono stati esposti a stimoli sociali più complessi è stata riscontrata una minore focalizzazione su questi ed una maggiore attenzione sulle immagini dinamiche non sociali (pattern geometrici e lettere) (Shi et al., 2015).

Un altro studio che si è interrogato su quale sia la tipologia di stimolo più adeguata per mettere in luce eventuali differenze nell'attenzione sociale di soggetti con ASD rispetto a quelli con TD è quello condotto da Chevallier e collaboratori (2015) in cui 81 soggetti (59 ASD e 22 TD) di età compresa tra 6 e 17 anni sono stati esposti alla visione di tre tipi di stimolo con diversa rilevanza ecologica. Il compito chiamato "*Static Visual Exploration*" è stato costruito sulla base di quello ideato da Sasson e collaboratori nel 2008 ed era formato da una serie di 12 immagini divise tra oggetti ad alto e basso interesse autistico e immagini di persone; il compito "*Dinamic Visual Exploration*" era composto da video di 1 persona e di 1 oggetto a bassa o ad alta salienza presentati contemporaneamente sullo schermo (Parish-Morris et al., 2013) ed infine il compito "*Interactive Visual Exploration*" era composto da video di 2 bambini che giocavano tra loro con diversi tipi di oggetti. Tutti e tre i compiti erano privi della componente sonora. I risultati dello studio hanno dimostrato che differenze nell'attenzione sociale tra soggetti con ASD e con

TD erano presenti in modo significativo solo in presenza di scene sociali in cui i bambini interagivano tra loro (Chevallier et al., 2015).

La varietà degli studi presentati e dei risultati ottenuti ha dato vita ad un fervido dibattito scientifico tuttora aperto su queste tematiche. I risultati di questi studi, infatti si piegano a diverse interpretazioni in merito ai processi cognitivi implicati nell'attenzione sociale e nelle differenze rilevate tra soggetti con ASD e soggetti con TD in diverse fasce d'età.

Una possibile spiegazione è che la maggiore attenzione agli stimoli non sociali riscontrata da diversi studi nei soggetti con ASD potrebbe essere dovuta alla presenza di anomalie nei processi percettivo-attentivi quindi attribuibile alle caratteristiche di basso livello degli stimoli (*bottom-up*) quali luminosità, posizione nello spazio, colore etc.

In alternativa la minore attenzione verso gli stimoli sociali generalmente riscontrata nei soggetti con ASD potrebbe essere attribuita ad anomalie nei processi *top-down* che fanno maggiormente riferimento al valore di *reward* degli stimoli, e quindi alla presenza di un deficit nella motivazione sociale (Chevallier et al., 2012, Dawson et al., 2005).

Non è chiaro, ad esempio, se gli effetti osservati nel gruppo con ASD siano dovuti alla ridotta capacità di individuare e dare priorità all'elaborazione degli stimoli sociali, oppure se dipendano da un deficit dell'attenzione reso evidente dalla complessità degli stimoli sia sociali sia non sociali. Molti altri contributi saranno necessari per meglio comprendere la genesi di tali anomalie nel comportamento dei soggetti con ASD.

CAPITOLO III

Studio della preferenza per i rinforzi sociali in soggetti con ASD

3.1 Introduzione

Pur nella complessità ed eterogeneità dell'espressione sintomatologica, le difficoltà principali manifestate dai soggetti con ASD sono rintracciabili nell'area socio-comunicativa (APA, 2013) ed è proprio nell'ambito della sfera sociale che un ampio corpus di studi scientifici ha indirizzato la propria attenzione al fine di individuare i processi cognitivi e le sottostanti aree cerebrali potenzialmente implicate nel disturbo. Come abbiamo visto nei capitoli precedenti, uno dei segni più comunemente noti tra le atipicità comportamentali presenti nei soggetti con ASD è la presenza di una ridotta reponsività e/o ridotta attenzione agli stimoli sociali. Nello sviluppo tipico, la formazione di legami sociali è spesso accompagnata e favorita dalla presenza di segnali sociali quali il sorriso sociale e le espressioni facciali positive che rappresentano stimoli socialmente gratificanti. Questi ultimi inoltre, mantengono il loro valore di rinforzo del comportamento sociale durante tutta la vita (Chakrabarti et al., 2006; Blair, 2003; Kringelbach et al., 2003; Kohls et al., 2009). Molti studi hanno evidenziato che, differentemente da quanto accade nello sviluppo tipico, i soggetti con ASD sono meno propensi ad orientare spontaneamente la propria attenzione verso gli stimoli sociali presenti nel loro ambiente naturale (Dawson et al., 1998; Osterling et al., 2002; Osterling et al., 1994;) si orientano meno verso una persona che li chiama per nome e mostrano una minore frequenza di contatto oculare (Ozonoff et al., 2010; Jones et al., 2013) già nei primi anni di vita. Studi retrospettivi effettuati su video familiari di bambini poi diagnosticati con ASD mostrano una minore frequenza di interazione con i familiari e maggiore difficoltà di coinvolgimento da parte di questi ultimi (Maestro et al., 2002; Osterling et al., 2002). Negli ultimi anni, un filone di ricerca sempre più in espansione ha indirizzato la propria attenzione all'identificazione precoce dei segni della

patologia autistica prendendo in esame soggetti a rischio di sviluppare autismo (Zwaigenbaum et al., 2013; Zwaigenbaum et al., 2015; Gliga et al., 2014). Con tale dizione ci si riferisce a fratellini di soggetti diagnosticati che hanno, secondo le stime, il 20% di probabilità in più di sviluppare la malattia rispetto a soggetti che non hanno casi di autismo in famiglia. Tra i segnali riscontrati in questi bambini è possibile rintracciare una minore frequenza di sorriso sociale (Zwaigenbaum et al., 2005), di comportamenti sia di inizio sia di risposta di attenzione congiunta e di vocalizzazioni dirette all'altro (Ozonoff et al. 2010), di risposta ai segnali di stress manifestati da un'altra persona (Hutman, 2010). E' ormai riconosciuto che la capacità di rispondere adeguatamente ai segnali sociali e di trarre da essi piacere siano elementi che favoriscono e supportano lo sviluppo delle funzioni comunicative e dell'apprendimento sociale in generale (Dawson et al., 2002).

Come evidenziato nei capitoli precedenti, diversi autori ritengono che nei soggetti con ASD tale naturale propensione ad orientare la propria attenzione verso il mondo sociale potrebbe essere profondamente alterata a causa di un deficit motivazionale dovuto ad anomalie al carico del sistema di *reward* (Chevallier et al., 2012; Dawson et al., 2002; Dawson et al., 2005; Kohls et al., 2012). Secondo tale teoria questo determinerebbe una progressiva diminuzione della partecipazione alle esperienze sociali dei soggetti con ASD determinando importanti conseguenze quali la mancata specializzazione dei processi neurali implicati nei vari domini dello sviluppo di abilità sociali e non sociali. Tale condizione potrebbe contribuire allo sviluppo atipico del "cervello sociale" (Pelphrey et al., 2011).

Pur essendo la motivazione sociale nell'autismo una tematica di sempre maggiore interesse scientifico, la letteratura prodotta sull'argomento non è ancora ampia e le attuali conoscenze derivano principalmente da studi di *neuroimaging* ed elettrofisiologici su soggetti con ASD dall'età scolare in poi. Come abbiamo visto, alcuni di tali studi mettono in evidenza la presenza di anomalie del sistema di *reward* sia per stimoli sociali sia per stimoli non sociali (Kohls et al.,

2012; Dichter et al., 2012), altri maggiormente per stimoli sociali (Zeeland et al., 2010; Stravropoulos, 2014).

Numerosi studi interessati a studiare l'attenzione sociale e la motivazione sociale nei soggetti con ASD si sono serviti di strumentazioni tecnologiche quali l'*eye-tracker* facendo uso di compiti di *passive viewing* in cui i partecipanti allo studio avevano il solo compito di osservare la presentazione di stimoli sociali e non sociali (Elsabbagh et al., 2011; Pierce et al., 2011; Sasson & Touchstone, 2013). Tali paradigmi misurano soprattutto l'aspetto del "*consumption*" relativo all'esperienza dell'ottenere una certa ricompensa. In tali paradigmi la preferenza per un certo tipo di ricompensa può manifestarsi come un maggiore tempo/attenzione rivolto a stimoli sociali (persone, volti, occhi) in contrapposizione a stimoli non sociali (cibo, denaro, oggetti).

I risultati emersi da tali studi sono spesso discordanti tra loro a causa dell'estrema variabilità di fattori quali l'età dei soggetti presi in esame, la tipologia di stimoli utilizzati e le modalità di misurazione dei processi di fissazione dello sguardo (Guillon et al., 2014; Chita-Tegmark, 2015 per una review).

Un altro gruppo di studi si è invece concentrato sulla componente anticipatoria del processo di ricompensa definita da Berridge (2009) "*wanting*" che viene tipicamente identificata con lo sforzo attivo (*reward seeking*) fatto dal soggetto per ottenere una ricompensa. Un paradigma di studio tipicamente utilizzato per lo studio di questa componente motivazionale è l'"*incentive-delay task*" con uso di ricompense sociali e non sociali. Questo tipo di paradigma prevede la presenza di specifici segnali che indicano se uno stimolo è seguito o no da una ricompensa e di che tipo essa sia nel caso in cui il partecipante esegua correttamente un compito (es. pigiare un tasto il più velocemente possibile alla comparsa di uno stimolo target). Negli ultimi anni, è stato applicato nello studio dell'anticipazione delle varie ricompense primarie (es. denaro, stimoli piacevoli al gusto) e secondarie (es. volti sorridenti, immagini erotiche e successo professionale) (Spreckelmeyer et al., 2009; Rademacher et al., 2016). In alcuni studi su soggetti

con ASD e/o tratti autistici, questo paradigma è stato associato ad altre misurazioni di tipo neurofisiologico quali i potenziali evento-correlati (ERP) permettendo di evidenziare la presenza di un deficit specifico nell'attività neurale relativo all'anticipazione della ricompensa solo in presenza di ricompense sociali nei soggetti con ASD (Stavropoulos et al., 2014b; Cox et al., 2015). Uno studio con lo stesso tipo di paradigma e misurazione dei tempi di reazione (RT, *reaction time*) ha rilevato che bambini con ASD (range età 8-16 anni) hanno avuto RT più lenti rispetto ai bambini con TD quando prevedevano di ricevere ricompense sociali vs. quelle non sociali (Demurie et al., 2011). Studi simili hanno osservato un deficit più ampio per entrambi i tipi di ricompense sociali (espressioni facciali positive) e non sociali (denaro) (Kohls et al., 2011) nei soggetti con ASD rispetto al gruppo di controllo a sviluppo tipico.

I risultati degli studi che indagano il livello di sforzo che i soggetti fanno attivamente per ottenere un rinforzo sociale ci mostrano risultati eterogenei: uno studio di Ewing e collaboratori (2013) dimostra che bambini con TD e con ASD (range età 8-15 anni) impiegano livelli di sforzo simili per visualizzare le immagini di volti (Ewing et al., 2013). Al contrario, Dubey e colleghi (2015) riportano evidenze opposte. Questi ultimi hanno sottoposto soggetti con TD e con tratti autistici (range età 18-43 anni) ad un compito di scelta preferenziale in cui dovevano pigiare un tasto tutte le volte che volevano guardare un video con contenuto sociale (attore con sguardo diretto o distolto) o con contenuto non sociale (oggetti). I risultati dello studio hanno evidenziato che i soggetti con tratti autistici sceglievano meno il video a contenuto sociale rispetto ai soggetti con TD (Dubey et al., 2015).

3.2 Ridotta preferenza per i rinforzi sociali in età prescolare in soggetti con ASD

In letteratura sono presenti pochi disegni di studio, su soggetti di età prescolare, in cui viene richiesto di scegliere attivamente tra due tipi di stimoli con diverso valore motivazionale (sociale versus non sociale). Questo ci ha indotto a riflettere sull'opportunità di individuare

tecniche di misurazione della preferenza per ricompense sociali vs. non sociali adatte alle caratteristiche tipiche dell'infanzia, somministrabili in modo ecologico e non invasivo ma anche in grado di coinvolgere attivamente i partecipanti. A tal fine è stato sviluppato un nuovo paradigma comportamentale evolutivamente adeguato a bambini con TD e con ASD allo scopo di studiare la componente di ricerca attiva presente nella motivazione sociale ed identificabile con lo sforzo attivo (misurato pigiando un tasto) fatto dai bambini per vedere lo stimolo preferito. I due stimoli proposti erano di tipo sociale (volto di una bambina che sorride) e non sociale (trenino giocattolo). Tale paradigma è simile, nel suo approccio, sia a quello utilizzato da Ewing e collaboratori (2013) sia a quello usato da Dubey e collaboratori (2015). Esso però ha alcuni importanti aspetti di novità in quanto è applicato alla fascia d'età infantile ed è stato ideato per garantire una somministrazione su tablet adeguata ai bimbi di tale età.

L'ipotesi di base che ha guidato lo studio è che la preferenza dell'immagine sociale vs. non sociale possa essere relata al valore di ricompensa dell'immagine stessa e, sulla base della letteratura prodotta sull'argomento, è stato ipotizzato che i soggetti con diagnosi di ASD avrebbero scelto in modo prevalente l'immagine non sociale rispetto al gruppo di controllo. Oltre a misurare quante volte tale preferenza veniva indicata dal toccare un tasto, sono state anche analizzate le risposte socio-comunicative (es. sorrisi, gesti, indicazione e vocalizzazioni) messe in atto dai piccoli partecipanti di fronte alla visione dello stimolo attivamente scelto. E' stato infatti ipotizzato che tali risposte potessero essere considerate una misura della valenza motivazionale intrinseca allo stimolo.

3.2.1 Partecipanti

Hanno preso parte al presente studio un totale di 63 bambini (25 ASD, 21 maschi e 4 femmine e 38 TD, 19 maschi e 19 femmine), di età compresa tra i 14 e i 68 mesi (età media (DS) = 39.3 (12.7) e 44.8 (11.8) nel gruppo ASD e TD rispettivamente. I due gruppi non hanno mostrato

una differenza statisticamente significativa per età, $t(61) = -1.7$, $p = .09$. Sebbene anche il campione dei bimbi con ASD avesse un quoziente di sviluppo non verbale (NV-DQ - *Non Verbal Development Quotient*) nei limiti della norma (media (DS) = 92.6 (16.1)), il gruppo dei bimbi a sviluppo tipico ha evidenziato un NV-DQ superiore ai bimbi con ASD, $t(55) = -7.6$, $p < .01$ (Tabella 1). I bambini con ASD hanno ricevuto diagnosi di Disturbo dello Spettro Autistico secondo i criteri del DSM-5 (APA, 2013). La diagnosi di ASD è stata effettuata da un team multidisciplinare di esperti composto da due neuropsichiatri infantili e due psicologi. Il protocollo diagnostico somministrato comprende i seguenti strumenti di valutazione: *Griffiths Mental Development Scale* (GMDS) (Griffiths, 1954) per la misurazione del Quoziente di Sviluppo Cognitivo; *Autism Diagnostic Observation Schedule – second edition* (ADOS-2) (Lord et al., 2012), osservazione standardizzata del comportamento per quantificare la gravità della sintomatologia autistica attraverso l'ausilio di materiale di gioco con particolare riferimento alla valutazione delle competenze interattive e comunicative, delle abilità di gioco e dei comportamenti ripetitivi. Ai genitori dei bimbi partecipanti allo studio è stato inoltre chiesto di compilare il questionario Q-chat (*Quantitative Checklist for autism in toddlers*) (Allison et al., 2008), strumento di screening per l'individuazione di indici di rischio per i disturbi dello spettro autistico. I bambini a sviluppo tipico sono stati reclutati presso due scuole dell'infanzia di Messina e provincia mentre i bambini con ASD sono stati reclutati presso l'Ospedale Universitario "G. Martino" di Messina e sono stati valutati all'interno del programma di diagnosi ed intervento precoce condotto presso il *Pervasive Health Care Center* di Messina ad opera dell'Istituto di Fisiologia Clinica (IFC) - Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - con sede presso l'Ospedale Universitario.

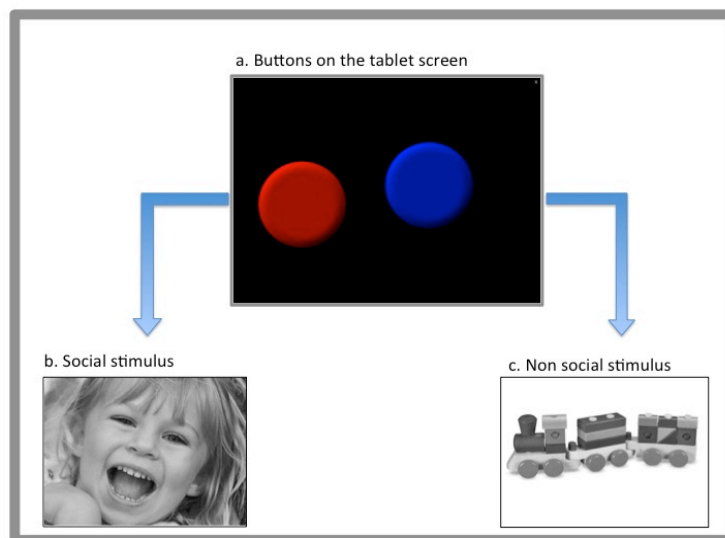
3.2.2 Presentazione degli stimoli

Gli stimoli utilizzati nello studio sono stati realizzati attraverso l'uso del linguaggio di programmazione Lua (<https://itunes.apple.com/app/stan/id914465120>) e sono costituiti dalla foto di un trenino giocattolo (stimolo non sociale) e dalla foto del volto di una bimba che ride (stimolo sociale) presentati a pieno schermo su un tablet di 6.6 pollici (Figura 1). Gli stimoli scelti sono caratterizzati dall'essere familiari ed interessanti per la fascia evolutiva oggetto di studio. Inoltre il presupposto che ha guidato la scelta del volto quale immagine da usare come rinforzo sociale è strettamente associato al ruolo prioritario che esso ha nello sviluppo delle competenze sociali negli esseri umani. Si ritiene infatti che il volto umano e la voce umana siano per eccellenza stimoli intrinsecamente motivanti in quanto, nello sviluppo tipico essi determinano l'attivazione di quelle regioni neuronali implicate nel processamento dei rinforzi e di conseguenza rinforzano positivamente il coinvolgimento sociale nel corso dello sviluppo (Dawson et al., 2012). Tale scelta inoltre è in linea con molti altri studi che hanno utilizzato immagini di volti come esempi di rinforzi sociali (es. Delmonte et al., 2012; Van Zeeland et al., 2010).

Le due immagini erano uguali per dimensioni e luminosità e sono state presentate in versione bianco e nero per evitare che la preferenza della scelta potesse dipendere dai colori presenti. E' stata inoltre realizzata una versione *scrambled* dei due stimoli attraverso un procedimento di mescolamento casuale dei *pixel* delle immagini originali. Tale versione *scrambled* degli stimoli è stata utilizzata come stimolo di controllo avente le stesse caratteristiche fisiche delle immagini originali (luminosità e colore) senza però che i soggetti fossero riconoscibili. Due tasti virtuali di forma circolare e di diverso colore – uno blu ed uno rosso - sono stati associati alle due immagini in ciascun compito. All'inizio del compito sullo schermo erano presenti i due tasti colorati. Dopo il tocco di uno dei due tasti da parte del bambino appariva una delle due immagini per la durata di 3 secondi dopo i quali i due tasti venivano rimescolati attraverso un

movimento tipo *spinning* per altri 3 secondi. Dopo questa fase di *spinning* i due tasti venivano nuovamente presentati ma in una posizione randomizzata. Sia il compito con uso di stimoli reali - trenino giocattolo e volto della bimba che ride – sia quello nella versione *scrambled* erano composti da 8 ripetizioni separate.

Fig.1 Rappresentazione schematica del compito. Il bambino tocca uno dei due tasti presenti sullo schermo per vedere una delle due immagini. L'immagine rimane sullo schermo per 3 sec e poi appaiono nuovamente i 2 tasti in posizione randomizzata per altri 3 secondi. Ogni bimbo ha a disposizione 8 ripetizioni.



Prima della somministrazione del compito principale i partecipanti allo studio sono stati sottoposti ad un test di familiarizzazione con uso di stimoli diversi da quelli *target* – immagine di uno scivolo e immagine di una chitarra – in versione bianco e nero con 4 ripetizioni. La decisione di introdurre una prova di familiarizzazione è in linea con altri studi scientifici (Klin et al., 1991) ed è stata fatta per due ragioni: verificare l'effettiva capacità del bambino di mettere in atto il comportamento motorio finalizzato al tocco di un tasto virtuale sul tablet e mostrare il funzionamento del compito facendo vedere al bambino la presenza di una corrispondenza causa-effetto tra colore del tasto virtuale e comparsa di una specifica immagine. Al fine di evitare possibili *bias* relativi alla combinazione colore-stimolo o alla somministrazione, sono state utilizzate tutte le combinazioni possibili tra il colore del tasto - blu/rosso - e gli

stimoli utilizzati – sociale/non sociale – in entrambe le versioni di immagini reali e *scrambled* e queste ultime sono state somministrate ai partecipanti in modo controbilanciato.

Il programma creato per il compito ha permesso di raccogliere le seguenti informazioni: numero progressivo di identificazione di ogni partecipante (ID), l'associazione tasto-immagine sia per la versione con immagini reali, sia per quella *scrambled*, il numero totale di tocchi effettuati sui tasti blu e rosso, il numero di tocchi sul tasto a cui corrispondeva lo stimolo sociale e quello dei tocchi sul tasto a cui corrispondeva lo stimolo non sociale. La somministrazione del compito è stata videoregistrata sia mediante videocamera interna al tablet, attraverso cui era possibile riprendere il volto del bambino da vicino, sia attraverso una videocamera esterna con inquadratura del *setting* in cui erano visibili il tablet, il volto del bambino e quello dello sperimentatore.

3.2.3 Procedure

Per la somministrazione del compito ogni bambino partecipante allo studio veniva fatto sedere su una comoda sedia di fronte ad un tavolo su cui era posto il tablet posizionato su un supporto in modo da avere una inclinazione dello schermo di 45 gradi rispetto al tavolo. Lo sperimentatore, seduto di fronte al bambino, dava inizio alla prova di familiarizzazione dicendo “Nome del bambino, guarda!” e toccava con il dito indice uno dei due tasti virtuali presenti sullo schermo del tablet nominando contemporaneamente il colore del tasto toccato. Quando l'immagine (uno scivolo o una chitarra) appariva sullo schermo, lo sperimentatore nominava l'oggetto e poi faceva nuovamente la stessa azione con il tasto dell'altro colore e con l'altra immagine nominandoli entrambi. Conclusa questa fase in cui veniva fatto vedere il funzionamento del compito, lo sperimentatore invitava il bambino a fare lo stesso dicendo “Adesso fallo tu!”. Se il bambino non toccava lo schermo dopo l'istruzione verbale data dallo sperimentatore, quest'ultimo aiutava fisicamente il bambino a compiere l'azione e poi lasciava

che l'ultima ripetizione della prova di familiarizzazione fosse fatta dal bambino autonomamente. Se il bambino non toccava il tasto presente sullo schermo in modo autonomo nell'ultima ripetizione della prova di familiarizzazione, il compito principale non veniva somministrato ritenendo che tale comportamento fosse dovuto all'assenza di adeguate abilità di coordinazione fino-motoria o cognitive necessarie per svolgerlo. Nei casi in cui il bambino esibiva il comportamento richiesto in modo autonomo almeno una volta dopo l'aiuto fisico dello sperimentatore, il compito principale veniva somministrato senza alcun altro tipo di aiuto verbale. Durante la somministrazione del compito in ogni sua parte (familiarizzazione e principale) lo sperimentatore era invitato a mantenere una espressione facciale neutra in modo da non creare possibili *bias* di partecipazione sociale o di rinforzo sociale. Al fine di verificare l'effettiva comprensione del compito da parte dei bambini partecipanti allo studio, è stato scelto in modo randomizzato un sottogruppo di 15 bambini i cui video sono stati valutati in cieco da due valutatori (Cohen's Kappa=0.85).

Cinque bambini (4 ASD e 1 TD) sono stati esclusi dallo studio perché non hanno superato la prova di familiarizzazione, mentre non è stato possibile avere il quoziente di sviluppo non verbale (NV-DQ) delle Scale Griffiths di 1 bambino TD. Un ulteriore bambino con ASD non ha completato il compito (immagini *scrambled*) ed è stato per questo escluso dalle analisi principali.

Infine è stata registrata la presenza – assenza di specifici comportamenti socio-comunicativi messi in atto dai bambini durante la somministrazione del compito verso all'immagine sociale e non sociale e nei confronti dello sperimentatore. Sono stati presi in considerazione i seguenti comportamenti: contatto oculare con lo sperimentatore, sorriso, espressioni facciali, indicazione dell'immagine sullo schermo, gesti, vocalizzazioni.

Tabella 1. Caratteristiche demografiche e cliniche del campione totale (n=63)

	ASD (N= 25) TD (N= 38)		<i>p</i> -values	95% CI	
	(Media, DS)	(Media, DS)		Lower	Upper
	Age (months)	39.3 (12.7)		44.8 (11.8)	.09
Performace DQ ^a	92.6 (16,1)	136.1(22,8)	<.01	- 54,5	-32,6
Handedness (Edinburgh) ^b	0.35 (0.68)	0.58 (0.69)	.19	-.58	0.12

ASD= Autism Spectrum Disorders; TD= Typical Development; CI = Confidence Interval of the Difference.

^aGriffiths Mental Development Scales: Media=100, DS=15; ASD (n=23); TD (n=36)

Performance DQ= Quoziente di sviluppo di Performance

^bASD (N=21); TD (N=24)

3.3 Analisi e risultati

Le analisi statistiche ed i grafici sono stati effettuati mediante l'uso del programma IBM-SPSS Statistics 20. Sul campione finale di cinquantotto (N=58) bambini (N= 21 ASD, N=37 TD) sono state fatte le seguenti analisi: analisi descrittive delle caratteristiche fisiche e demografiche; analisi inferenziali di confronto tra gruppi rispetto alla preferenza di immagine sociale vs. immagine non sociale; analisi delle correlazioni presenti tra la preferenza di immagine e le variabili comportamentali socio-comunicative sopra elencate ed ottenute attraverso video-analisi. Dal momento che tra i due gruppi vi era una differenza statisticamente significativa per il NV-DQ, tutte le analisi effettuate sono state controllate covariando per NV-DQ. Non è stata riscontrata differenza nell'età cronologica tra i due gruppi. Un'analisi della covarianza tra gruppi ad una via (one-way ANCOVA) è stata condotta per confrontare la scelta

dello stimolo sociale rispetto quello non sociale (individuato come rapporto tra il numero di volte in cui lo stimolo sociale rispetto quello non sociale viene scelto, *soc-ratio*) nei due gruppi (ASD vs TD), controllando per l'effetto potenziale del NV-DQ (variabile usata come covariata). Nel nostro campione, non è stato rilevato un netto orientamento verso lo stimolo sociale rispetto il non sociale nei bimbi a sviluppo tipico (*soc-ratio* = 0.49), mentre nei bambini con ASD è stata evidenziata una chiara propensione per lo stimolo non sociale (*soc-ratio* = 0.37) e tale differenza tra i gruppi è statisticamente significativa ($F(1, 54)=4.8, p=.03$).

E' stata condotta un'analisi della covarianza ad una via (one-way ANCOVA) - controllando per NV-DQ come precedentemente - anche sulla versione *scrambled* del compito. Non è stata riscontrata alcuna differenza significativa tra i 2 gruppi nella scelta dello stimolo sociale rispetto il non sociale ($F(1, 53)=0.08, p=0.8$). Inoltre nessuno dei due gruppi ha mostrato una propensione di scelta per una delle due immagini *scrambled*, come dimostrato da un ratio di 0.56 e 0.52 nel gruppo ASD e TD rispettivamente.

Al fine di verificare l'ipotesi iniziale secondo cui la preferenza per l'immagine sociale rispetto alla non sociale è relata al valore di rinforzo dell'immagine stessa è stata fatta un'analisi di correlazione parziale, controllando per NV-DQ, tra *soc-ratio* e comportamenti manifestati dal bimbo durante la somministrazione del compito, codificati tramite video-coding e indicativi di "social engagement" e/o "reward" consecutivi alla scelta. Dal momento che le variabili comportamentali hanno mostrato una deviazione significativa dalla norma, le correlazioni tra preferenza dell'immagine e comportamenti socio-comunicativi di risposta sono state fatte utilizzando lo *Spearman rank correlation*.

Le seguenti variabili socio-comunicative sono state estrapolate in termini di frequenza del comportamento durante la fase in cui l'immagine dello stimolo sociale o non sociale erano presenti sullo schermo: contatto oculare con lo sperimentatore, sorriso, espressioni facciali, indicazione dell'immagine sullo schermo, gesti, vocalizzazioni.

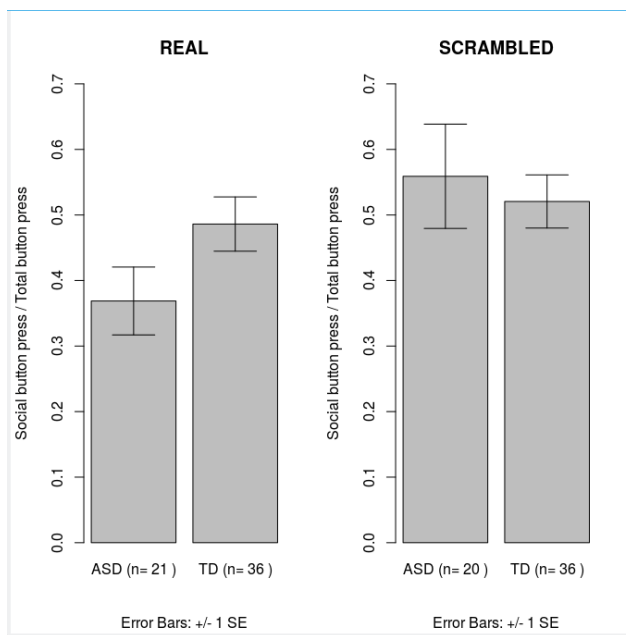
Una correlazione positiva significativa è stata riscontrata tra la preferenza del bambino per l'immagine sociale ed il comportamento socio-comunicativo del contatto oculare con lo sperimentatore ($\rho = .35, p < .01$), sorriso sociale ($\rho = .28, p = .02$) e vocalizzazioni verso lo schermo ($\rho = .27, p = .02$) durante la presentazione dello stimolo sociale, mentre una correlazione negativa significativa è stata riscontrata tra la preferenza per l'immagine e le vocalizzazioni ($\rho = -.23, p = .04$) durante la presentazione dello stimolo non sociale (Tabella 2). Non è stata riscontrata una correlazione significativa tra soc-ratio ed età ($\rho = .16, p = .147$).

Tabella 2. Correlazione tra la preferenza sociale ed i comportamenti del bambino

Socratio	Immagine sociale					Immagine non sociale				
	e/c	smile	facial	point	vocal	e/c	smile	facial	point	vocal
Spearman rho	0.35	0.28	0.20	0.05	0.27	0.01	-0.07	0.05	-0.16	-0.23
p-value	0.004**	0.02*	0.07	0.36	0.02**	0.46	0.29	0.36	0.12	0.04*

Socratio= tocchi sul tasto sociale/tot dei tocchi sui tasti sociale e non sociale, e/c= contatto oculare con lo sperimentatore, smile= numero di sorrisi diretti all'immagine, facial= numero di espressioni facciali dirette all'immagine, pointing= numero di gesti di indicazione rivolti all'immagine, vocal= numero di vocalizzazioni/verbalizzazioni durante la visione degli stimoli. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Figura 2. Differenze di gruppo nella preferenza per lo stimolo sociale vs. non sociale rispettivamente per la versione reale e per quella scrambled



3.4 Motivazione sociale come rinforzo intrinseco

Nell'ultimo decennio l'interesse scientifico verso lo studio delle difficoltà sociali presenti nei soggetti con ASD ha portato alla produzione di numerosi lavori scientifici specificatamente interessati ad indagare in che modo i soggetti con tale disturbo si relazionano agli aspetti sociali e non sociali dell'ambiente che li circonda. I risultati di numerosi studi mettono evidenza la presenza di atipie nella preferenza per stimoli sociali da parte dei soggetti affetti da questo disturbo. Il presente lavoro di ricerca si pone in linea con gli studi prodotti sull'argomento in quanto intende indagare il comportamento di preferenza sociale in soggetti con ASD. Al contempo esso aggiunge alcuni aspetti di novità alla letteratura presente in quanto esplora il costrutto di preferenza sociale attraverso un compito su supporto tecnologico (tablet) in bambini della prima infanzia ed età prescolare con e senza ASD. I risultati di questo studio hanno messo in evidenza una ridotta preferenza per i rinforzi sociali nei bambini con ASD

rispetto ai controlli di pari età a sviluppo tipico. Inoltre lo studio ha rilevato che tale preferenza è positivamente correlata con diversi indici di comportamento sociale (es. contatto oculare, vocalizzazioni, sorriso sociale) messi in atto dai bambini di fronte al rinforzo sociale. Si ritiene infatti che tali comportamenti siano testimonianza del valore di rinforzo dello stimolo sociale e confermano l'effettiva capacità del compito sperimentale di rilevare la preferenza per stimoli sociali rispetto a quelli non sociali in soggetti in età infantile.

I paradigmi maggiormente utilizzati nelle fasce di età precoce risultano essere quelli di *eye tracking* in cui viene studiato il comportamento visivo dei soggetti nei confronti di stimoli sociali e non sociali (Jones et al., 2008; Chawarska et al., 2012; Shic et al., 2011). Una recente meta-analisi sistematica condotta sugli studi che hanno indagato il comportamento di preferenza nei soggetti con ASD riporta una significativa riduzione del tempo di fissazione dello sguardo verso gli stimoli sociali nei soggetti con ASD (Chita-Tegmark, 2016). Di contro sono attualmente pochi gli studi effettuati su questa fascia d'età che hanno esplorato l'aspetto del *seeking behaviour*, cioè del comportamento attivo per ottenere il rinforzo/ricompensa (rappresentato dall'immagine stessa). La prospettiva del presente paradigma - nettamente orientato ad un comportamento motorio attivo da parte del bambino nella scelta effettuata e nel piacere che da essa deriva - cerca di fornire nuovi spunti per lo studio delle atipie del comportamento degli ASD verso il mondo sociale. Uno studio che ha ispirato questo lavoro ma che risulta essere molto diverso in termini di modalità sensoriale degli stimoli è quello condotto da Klin nel 1991. Il ricercatore infatti ha sottoposto ad un compito di ascolto preferenziale bambini ASD, TD e DD di 5-6 anni consegnando loro un giocattolo con due pulsanti ad ognuno dei quali corrispondeva uno stimolo sonoro sociale (la voce materna) ed uno non sociale (costituito da voci sovrapposte). I risultati dello studio hanno evidenziato la preferenza, espressa attraverso la scelta attiva di uno dei due pulsanti, per lo stimolo non sociale da parte dei bambini con ASD rispetto ai controlli (Klin, 1991). Tra gli studi più recenti che hanno fatto

uso di stimoli visivi ricordiamo quello di Stavropoulos e Carver che nel 2014 hanno rilevato la presenza di una ridotta risposta elettro-corticale durante l'anticipazione di stimoli sociali (volto) solo nei soggetti con diagnosi di ASD in età scolare (6-8 anni) (Stavropoulos et al., 2014b). Un altro studio in cui bambini poco più grandi (8-15 anni) dovevano effettuare un compito basato sullo sforzo attivo per ottenere una ricompensa (visione di facce) non ha rilevato alcuna differenza nel comportamento espresso dal gruppo con ASD rispetto a quello del gruppo di controllo con soggetti a sviluppo tipico (Ewing et al., 2013).

Alla luce di tali evidenze, il presente studio introduce un aspetto innovativo in quanto indaga il comportamento di preferenza sociale vs. non sociale attraverso la realizzazione di un compito appropriato all'età sia per la scelta dei rinforzi (volto di una bambina e trenino giocattolo) sia per l'uso del un tablet come strumento di supporto facilmente utilizzabile dai bambini di questa età in quanto richiede semplicemente la capacità di toccare lo schermo con un dito.

A conferma dell'ipotesi iniziale, i risultati dello studio hanno evidenziato una riduzione della preferenza per il tasto associato all'immagine sociale nei bambini con ASD. Questo risultato è coerente con i dati ottenuti dagli studi di *eye-tracking* effettuati su soggetti di questa fascia di età (Chawarska et al., 2012; Pierce et al., 2016; Peirce et al., 2011; Shi et al., 2015). E' comunque importante sottolineare che non tutti gli studi condotti su bambini in età infantile o bambini a rischio di sviluppare autismo hanno manifestato questo tipo di comportamento visivo. Alcuni autori hanno fatto notare che questo può dipendere anche dal tipo di stimoli utilizzati (Chevallier et al., 2015; Elsabbagg et al., 2014; Sasson et al., 2014; Shic et al., 2011). Un ulteriore ed interessante aspetto è che il presente studio non ha rilevato la presenza di una netta preferenza per gli stimoli sociali nel gruppo di bambini a sviluppo tipico, ma una riduzione di tale preferenza nei bambini con ASD. I bimbi a sviluppo tipico del nostro campione non hanno infatti mostrato una chiara preferenza a favore del rinforzo sociale, ma piuttosto hanno mostrato di prediligere complessivamente allo stesso modo sia lo stimolo

sociale che non sociale. Questo aspetto potrebbe essere legato alla scelta degli stimoli da noi effettuata in quanto entrambi potrebbero essere considerati ad alta salienza (specie per quanto riguarda il trenino, giocattolo preferito da tutti i bimbi in generale). In linea con questa ipotesi è interessante notare che altri ricercatori hanno rilevato che se lo stimolo non sociale è sufficientemente saliente entrambi i soggetti con TD e con ASD prestano attenzione a tale tipo di stimolo (Chawarka et al., 2013; Parish-Morris et al., 2015). Altri autori che, diversamente da noi, si sono serviti di studi di *eye-tracking* riportano una maggiore tendenza dei bambini tipici rispetto a quelli con ASD ad esplorare entrambi i tipi di stimolo se presentati insieme sullo schermo e sostengono che tale comportamento tende ad aumentare con l'età nei soggetti TD mentre i soggetti ASD mostrano maggiore tendenza alla perseverazione (Sasson et al., 2012). Una seconda possibile spiegazione dei risultati ottenuti dai bambini con ASD è che il comportamento di scelta dello stimolo non sociale sia maggiormente guidato da un aumento dell'evitamento sociale piuttosto che da una ridotta motivazione a ricercare lo stimolo sociale. Sarà necessario effettuare ulteriori studi per chiarire quali di queste due possibili ipotesi sia la più appropriata. È importante sottolineare che i risultati ottenuti non mettono in evidenza la riduzione della preferenza per i rinforzi sociali negli ASD di fronte alla versione *scrambled* di tale rinforzo (immagine della bimba). Questo dato infatti supporta la nostra ipotesi secondo la quale il comportamento di preferenza è attribuibile al contenuto sociale vs. non sociale delle immagini. A nostro parere infatti la scelta potrebbe essere dovuta al valore di ricompensa dell'immagine sociale ed al piacere percepito nel vedere il volto della bimba sorridente. A conferma di ciò i bambini che hanno scelto di più il tasto associato all'immagine sociale hanno manifestato di gradire tale scelta attraverso un numero maggiore di comportamenti socio comunicativi quali contatto oculare con lo sperimentatore, sorrisi sociali e vocalizzazioni. La presenza di tale correlazione positiva tra la preferenza per l'immagine sociale e comportamenti socio-comunicativi esemplificativi di un gradimento è dunque a supporto della validità di

questo nuovo compito. Essa inoltre suggerisce che la motivazione sociale è una dimensione neuropsicologica che si esprime sin dal primo sviluppo, in parallelo con lo sviluppo dei prerequisiti socio-comunicativi ed è inter-correlata con tali precursori sociali.

Infine possibili *bias* attentivi dovuti alle caratteristiche *low level* delle immagini (colore, luminosità, contrasto, saturazione etc.) sono stati controllati sia utilizzando le immagini in bianco e nero, sia attraverso l'uso delle stesse immagini in versione *scrambled*. La minore tendenza a scegliere il tasto a cui era associato il rinforzo sociale da parte dei soggetti con ASD è risultata essere indipendente dalle caratteristiche *low level* degli stimoli in quanto nella versione *scrambled* entrambi i gruppi hanno scelto in modo randomico tra i 2 stimoli (come dimostrato da un ratio intorno a 0.5 in entrambi i gruppi). Questo dato suggerisce che la motivazione sociale (espressa in termini di preferenza) è una funzione neuropsicologica indipendente da aspetti legati al processamento cognitivo e percettivo dell'informazione visiva.

Tra i limiti del presente lavoro vi è la numerosità del campione. I risultati ottenuti infatti vanno ulteriormente confermati attraverso la somministrazione del compito ad un campione di soggetti più numeroso di quello da noi utilizzato. In linea con quanto suggerisce Coralie Chevallier in merito alla capacità degli stimoli di elicitare differenze nel comportamento di preferenza verso stimoli sociali e non sociali (Chevallier et al., 2015) una possibile modifica dello studio potrebbe inoltre essere quella di sostituire gli stimoli statici da noi usati con stimoli dinamici. Questi ultimi potrebbero risultare più interessanti per i bambini e far emergere maggiori differenze tra i due gruppi di soggetti con ASD e con TD. Va comunque ricordato che, come abbiamo già discusso, nel presente studio la scelta di immagini statiche in bianco e nero e la realizzazione di una versione *scrambled* di tali immagini sono state fatte al fine di controllare le caratteristiche fisiche (*low-level*) degli stimoli. In tal modo è stato possibile controllare in modo più sistematico i fattori che avrebbero potuto influenzare il comportamento di scelta dell'immagine. Certamente la possibilità di sviluppare degli stimoli dinamici (video) e

riuscire a controllare le caratteristiche *low-level* degli stimoli è una sfida che pone non poche difficoltà.

In conclusione, sono stati riportati i risultati di un nuovo compito di preferenza sociale realizzato su un supporto tecnologico, il tablet, per bambini in età infantile e prescolare. I risultati dello studio hanno messo in evidenza la ridotta preferenza per i rinforzi sociali in soggetti con ASD. Come misura della preferenza è stato considerato il numero di tocchi che il bambino ha effettuato su uno dei due tasti presenti sullo schermo del tablet ognuno associato all'immagine sociale o non sociale. Tale risultato è in accordo con parecchi studi di *eye-tracking* e fornisce nuove prove a supporto delle difficoltà di motivazione sociale nei soggetti con ASD (Chevallier et al., 2012).

CAPITOLO IV

Attenzione sociale e stimoli ecologici in bambini con ASD: uno studio di *eye-tracking*

4.1 Introduzione

Dal momento in cui veniamo al mondo siamo immersi in una cascata di informazioni che provengono dall'ambiente che ci circonda. L'esperienza quotidiana di ognuno di noi è caratterizzata dalla partecipazione o perlomeno dall'esposizione a situazioni sociali in continuo cambiamento in cui le persone interagiscono tra loro e con l'ambiente in un costante flusso di eventi. Gli aspetti socio-comunicativi che tipicamente identificano le interazioni tra gli esseri umani sono multi-modali. Le informazioni sociali che vengono veicolate dal viso (espressioni facciali, direzione dello sguardo verso un oggetto) e dal corpo (gestualità e movimenti del corpo) si intrecciano con quelle uditive (linguaggio parlato) offrendo una varietà di modulazioni affettive (maggiore-minore salienza affettiva) che cambiano in base a molteplici fattori (es. il contesto, gli oggetti che ne fanno parte, l'età dei partecipanti, le intenzioni comunicative, il piacere condiviso nell'interazione etc.). La Teoria della Motivazione Sociale ipotizza che la misura in cui un bambino percepisce le informazioni sociali come gratificanti, interessanti e motivanti possa influenzare il modo in cui esplora i volti, le azioni delle persone (stimoli sociali) e gli oggetti (stimoli non sociali) che lo circondano (Chevallier et al., 2012; Dawson et al., 2005).

All'interno di tale condizione, il “come” ed il “dove” gli esseri umani rivolgono la loro attenzione ha un ruolo cruciale nello sviluppo delle future abilità cognitive e sociali. Per meglio comprendere in che modo i diversi aspetti che caratterizzano le interazioni sociali naturali incidano sul comportamento di attenzione sociale nello sviluppo tipico e nei soggetti con ASD riporteremo i risultati di alcuni studi scientifici condotti sia sulla popolazione a sviluppo tipico, sia sui soggetti con ASD.

4.2 Stimoli sociali naturali: cosa guardano i soggetti a sviluppo tipico?

Come abbiamo visto precedentemente in questo lavoro, i risultati di molte ricerche supportano l'idea che nello sviluppo tipico gli stimoli sociali quali volti, corpi e aspetti socialmente rilevanti di una scena naturale, non solo attirano l'attenzione in modo prioritario (orientamento dell'attenzione) ma ricevono anche maggiore attenzione in termini di tempi di permanenza dello sguardo. Una volta catturata, l'attenzione viene mantenuta in misura maggiore rispetto agli stimoli non sociali quali oggetti, sfondo etc. Ciò si verifica sia nella prima infanzia sia nell'età adulta (Frank et al., 2012; Fletcher-Watson et al., 2008). Per gli esseri umani, la salienza degli stimoli sociali è naturalmente così alta che, cambiamenti nei volti vengono percepiti prima di quelli su oggetti (Kikuchi et al., 2009). Vi è unanime accordo nel ritenere che tale tendenza a rivolgere e mantenere l'attenzione verso le informazioni sociali è presente fin dalla nascita e che è vitale per lo sviluppo delle competenze sociali (Dawson et al., 2005). Diversi studi infatti confermano la stretta relazione esistente tra attenzione sociale e abilità sociali (Neuhaus et al., 2015; Dawson et al., 2012).

Al fine di comprendere meglio il modo in cui, nello sviluppo tipico, l'attenzione sociale cambia durante i primi anni di vita, Frank e collaboratori (2012) hanno condotto un esperimento di osservazione libera con uso di *eye-tracker* esponendo 236 bambini (range età 3-30 mesi) alla visione di 3 tipi di video di scene naturali di 20 secondi ciascuno. I tre tipi di video erano diversi per numero di persone nella scena e livello ecologico. Essi erano: 1) viso di un bimbo su uno sfondo bianco; 2) un bimbo che gioca con un oggetto su uno sfondo bianco; 3) più bambini che giocano tra di loro o con adulti in una scena di vita reale. Un quarto video di oggetti in movimento è stato creato per rilevare eventuali differenze nella percezione *low-level* del movimento. I risultati di questo studio confermano quelli di ricerche precedenti (Frank et al., 2009): l'attenzione dei bambini nella primissima infanzia è prevalentemente rivolta ai volti rispetto ad altre parti del corpo ed all'ambiente fisico circostante. Un'analisi più approfondita

però ha permesso agli autori di evidenziare delle differenze dipendenti dall'età dei soggetti e dal livello di salienza sociale della scena: mentre i bimbi più piccoli guardavano maggiormente gli occhi, i più grandi guardavano di più le bocche soprattutto quando sorridevano e parlavano. Tale dato sostiene quanto rilevato da numerosi studi in merito all'acquisizione del linguaggio nello sviluppo tipico: i bambini nella prima infanzia usano segnali visivi, quali i movimenti delle labbra, per facilitare la percezione del linguaggio (Bristow et al., 2009; Smith et al., 2013; Tenenbaum et al., 2013). Il dato qui interessante è che, in questo esperimento, i partecipanti non potevano sentire cosa dicevano perché i video erano senza parlato. Inoltre, durante la visione delle scene sociali più complesse raffiguranti bambini e adulti nell'atto di svolgere delle azioni di gioco è stato riscontrato che i bambini più grandi tendevano a rivolgere la loro attenzione soprattutto alle mani quando queste erano impegnate a svolgere azioni con gli oggetti (Frank et al., 2012). L'insieme di tali risultati è di fondamentale importanza per lo studio di come i bambini osservano il mondo ed imparano da questo nei primi anni di vita. Gli autori di questo studio infatti non erano solo interessati a studiare il comportamento di preferenza verso stimoli sociali o non sociali nella scena. Essi intendevano indagare il modo in cui, nelle diverse epoche dello sviluppo, gli esseri umani adattano la loro attenzione al contenuto sociale di uno stimolo complesso e quindi cosa ritengono importante ai fini della comprensione di una scena. I bimbi più grandi del campione preso in esame hanno manifestato una maggiore sensibilità verso gli aspetti della scena ritenuti di volta in volta socialmente più salienti quali le mani nell'atto di svolgere un'azione o i volti soprattutto se impegnati in espressioni facciali o nell'atto del parlare. Gli autori infine sottolineano che le differenze riscontrate nell'orientamento dell'attenzione non sono attribuibili esclusivamente ad aspetti *low-level*, quali il movimento delle mani nell'atto di compiere delle azioni, in quanto l'attenzione rivolta al video con solo oggetti in movimento non ha rilevato differenze nella distribuzione dello sguardo tra i partecipanti aventi età diverse. Questo studio mette in evidenza

l'importanza dell'attenzione rivolta ad aspetti socialmente salienti di una scena sociale (es. i volti e le azioni svolte dagli attori) ai fini della comprensione di quanto sta accadendo (Frank et al., 2012).

Più recentemente in uno studio di *eye-tracking*, Stoesz e collaboratori (2014) hanno studiato i cambiamenti dell'attenzione sociale in funzione dell'età. Essi hanno preso in esame il comportamento visivo di soggetti in età scolare, adolescenti ed adulti di fronte a scene sociali che variavano nella complessità (stimoli statici vs. dinamici; singolo individuo vs. più persone nella scena). In linea con le ricerche precedenti (Birmingham et al., 2008; Rice et al., 2012) i risultati dello studio hanno rilevato la presenza di fissazioni dello sguardo più lunghe sui volti rispetto agli altri elementi della scena sia nelle scene statiche sia in quelle dinamiche. Gli autori dello studio ritengono che tale risultato non sia attribuibile ad aspetti *low-level* legati allo stimolo (movimento) e depongono a favore di una spiegazione più affine alla motivazione sociale ed al piacere nella visione dei volti. Essi infatti ipotizzano che i volti attraggono maggiormente l'attenzione a causa della intrinseca salienza sociale seppure quelli usati nello studio fossero neutri. Un elemento interessante di questo studio è l'influenza esercitata dal numero di persone nella scena. In tale condizione infatti l'attenzione oscilla tra i volti e i corpi negli adulti e vi sono maggiori episodi di sguardo fuori dalla scena per i bambini più piccoli. Secondo gli autori tale comportamento di spostamento dello sguardo presente nei bambini piccoli potrebbe essere attribuito al carico cognitivo esercitato dalla presenza di stimoli più complessi e legato al numero di personaggi (Stoezs et al., 2014).

Sulla base della letteratura prodotta sull'argomento possiamo affermare che, nello sviluppo infantile tipico, gli stimoli sociali in generale ed i volti in particolare sono stimoli "speciali" in quanto forniscono una vasta gamma di informazioni utili per la comprensione dell'ambiente circostante e per la programmazione del futuro comportamento di interazione con quell'ambiente.

4.2.1 Stimoli sociali naturali: anomalie dell'attenzione sociale in soggetti con ASD

Come abbiamo visto precedentemente molti studi di *eye-tracking* hanno rilevato che nei soggetti con ASD vi è la presenza di atipie nell'attenzione sociale in relazione sia all'orientamento sia al mantenimento dell'attenzione su aspetti sociali dell'ambiente (Chita-Tegmark 2016; Guillon et al., 2015; Dawson et al., 2012). Recentemente è stato ipotizzato che l'uso di stimoli ecologici, quali video di scene sociali complesse in contesto naturale, potrebbero meglio evocare risposte atipiche di attenzione e preferenza sociale spesso associate ai deficit socio-comunicativi riscontrati nei soggetti con ASD (Saitovitch et al., 2013; Chevallier et al., 2015). In linea con tale ipotesi diversi studiosi hanno deciso di utilizzare paradigmi di studio ecologici. In generale i risultati di tali studi mettono in evidenza la presenza di anomalie nell'attenzione sociale che sembra si mantengano dalla prima infanzia (Shic et al., 2011; Chawarska et al., 2012; Chawarska et al., 2013; Jones et al., 2008; Jones et al., 2013) all'età scolare e adolescenziale (Chevallier et al., 2015; Rice et al., 2012; Klin et al., 2002; Speer et al., 2007; Riby et al., 2009) fino all'età adulta (Rigby et al., 2016) (per un approfondimento si veda il capitolo III).

È interessante notare che alcuni studi hanno rilevato la presenza di anomalie nell'attenzione sociale (es. minore attenzione al volto) soltanto in determinate condizioni quali la presenza di sguardo o linguaggio diretto al partecipante (Chawarska et al., 2012).

Di recente Coralie Chevallier e collaboratori (2015) hanno evidenziato che la riduzione dell'attenzione sociale di bambini e adolescenti con ASD rispetto ai controlli con TD era maggiormente evidente durante la visione di scene dinamiche di interazione sociale (due fratellini che interagivano tra loro) piuttosto che durante la visione di immagini statiche oppure di video in cui una persona sola in movimento veniva presentata su uno schermo accanto ad un oggetto anch'esso in movimento. Gli autori dello studio hanno infatti rilevato che il tempo di fissazione sui volti diminuiva all'aumentare della salienza sociale maggiormente rappresentata

dai video di interazione naturale (Chevallier et al., 2015).

In linea con i principi di validità ecologica degli stimoli ricordiamo uno studio interessante condotto da Shic e collaboratori nel 2011 su soggetti con ASD (N= 28), soggetti con DD (N= 16) e con TD (N= 34) di 20 mesi equiparati per età di sviluppo verbale e non verbale. Il suddetto studio prende in esame il comportamento visivo dei bimbi durante la visione di una scena sociale dinamica rappresentativa di un momento di vita reale per un bimbo in età prescolare. Il video, della durata di 30 sec., raffigurava un adulto e un bambino impegnati a giocare con un puzzle in una stanza in cui erano presenti alcuni giochi sparsi sul pavimento. Il video includeva la presenza di azioni con oggetto (prendere un pezzo di puzzle e incastrarlo), gesti comunicativi (indicazione di un pezzo di puzzle da parte dell'adulto) e brevi espressioni verbali (es. "bravo!"). Al fine di studiare il comportamento visivo dei partecipanti ed evidenziare gli elementi della scena che maggiormente attiravano la loro attenzione, gli autori hanno individuato le seguenti Aree di Interesse (AOI): *Persone* (corpo e testa rispettivamente dell'adulto e del bambino), *Attività* (mani impegnate nell'attività di gioco con il puzzle) e *Sfondo* (oggetti sparsi sul pavimento e mobili nella stanza). I risultati dello studio hanno evidenziato differenze nella proporzione di tempo impiegato a guardare ciascuna AOI ed in modo particolare è stato riscontrato che i bimbi con ASD guardavano di più l'AOI *Sfondo* e meno quella *Attività* rispetto ai bimbi con TD e con DD. Inoltre, seppure una prima analisi non abbia rilevato differenze tra i gruppi nel tempo totale impiegato a guardare l'AOI *Persone*, una analisi più approfondita ha evidenziato che i bimbi con ASD guardavano maggiormente i corpi e meno i volti degli attori. Gli autori dello studio, in linea con quanto espresso anche da Frank e collaborati (2012) ipotizzano che la maggiore attenzione rivolta all'attività da parte bimbi a sviluppo tipico rifletta la salienza attribuita agli aspetti sociali della scena. È dunque probabile che i bimbi con ASD non abbiano ritenuto tale aspetto tanto "interessante" quanto i bimbi con TD. Gli autori inoltre ipotizzano che, mentre nello sviluppo tipico l'aumento di attenzione

congiunta rafforzi la salienza dell'attività condivisa, negli ASD la ben documentata minore capacità di attenzione congiunta rifletta una minore sensibilità al focus dell'attenzione degli altri e contribuisca a limitare l'attenzione rivolta all'area *Attività* (Shic et al., 2011).

4.3 Salienza affettiva e sue componenti: espressioni facciali, gesti e prosodia

Durante le interazioni tra adulti e bambini, soprattutto nella prima infanzia, è evidente una spontanea manifestazione dell'affettività positiva che si realizza tramite un uso amplificato di componenti verbali (prosodia) non verbali (intensità delle espressioni facciali, gesti). Tale amplificazione (maggiore "vitalità" di gesti ed espressioni e maggiore "musicalità" delle espressioni verbali) contribuisce in maniera ugualmente decisiva a creare quella che in questo lavoro definiamo "salienza affettiva". Se volessimo fornire una definizione di lavoro di questo concetto, potremmo definire "salienza affettiva" l'indice della partecipazione affettiva alla relazione comunicativa che si instaura tra adulto e bambino. Questo indice è composto da tre componenti, che sono gli elementi naturalistici di base di ogni interazione tra adulto e bambino almeno durante la prima infanzia (Gerain & Mehler, 2009): intensità delle espressioni facciali, intensità delle espressioni gestuali e intensità delle espressioni prosodiche. Questo indice è particolarmente rilevante per la comprensione delle caratteristiche delle relazioni sociali e le abilità ad esse sottostanti sia nei soggetti a sviluppo tipico che nei soggetti con ASD. L'uso della "salienza affettiva", infatti, avviene in maniera spontanea negli adulti che si rivolgono agli infanti e la sua decodifica avviene in maniera altrettanto spontanea. Così come la salienza percettiva che attrae l'attenzione dei soggetti su *cues* attentivi, anche la "salienza affettiva" orienta l'attenzione del bambino su alcuni contenuti specifici della scena ambientale e relazionale. Il suo uso da parte degli adulti nei confronti dei bambini ha lo scopo di catturarne l'attenzione e garantire che essi la focalizzino sulle informazioni appropriate creando un ottimo ambiente per apprendere e comprendere le interazioni sociali (Falk, 2009). È ampiamente

riconosciuto che la capacità di dirigere la propria attenzione verso stimoli sociali che esprimono contenuto affettivo è una importante capacità adattiva e che la comprensione dei segnali socio-comunicativi veicolati dal corpo è il presupposto per l'acquisizione di abilità fondamentali per lo sviluppo (Dawson et al., 2012).

Nella comunicazione umana, infatti, l'intensità delle espressioni facciali riveste un ruolo fondamentale in quanto sostiene, chiarisce ed enfatizza le informazioni sociali veicolate dal linguaggio verbale. Diversi studi dimostrano che nello sviluppo tipico la visione di un volto che esprime una emozione positiva o negativa cattura e mantiene l'attenzione in modo maggiore rispetto a un volto neutro (Nummenma et al., 2006; Calvo & Lang, 2004). Già a 4 mesi di età i neonati impegnati nel gioco del cucù con i loro genitori mostrano di gradire maggiormente l'interazione e di guardare più a lungo i volti dei genitori quando questi esprimono affetto positivo (Montague et al., 2001). Ma cosa accade nei soggetti con ASD?

Numerosi studi effettuati sulle difficoltà di processamento e decodifica delle espressioni facciali nei soggetti con ASD hanno fornito risultati non sempre in accordo tra loro (si veda Harms et al., 2010 per una review). Alcuni studi con uso di *eye-tracker*, ad esempio, hanno rilevato anomalie nell'attenzione dei soggetti con ASD verso gli occhi dei soggetti target soprattutto quando i volti presentavano espressioni facciali (Pelprhey et al., 2002) altri non hanno riportato differenze (Sasson et al., 2007; Matsuda et al., 2015; Chawarska et al., 2003). Ulteriori studi hanno invece rilevato che soggetti con alta presenza di tratti autistici, rilevati tramite AQ (*Autism Quotient*) (Baron-Cohen et al., 2006), sono in grado di riconoscere con maggiore accuratezza le espressioni facciali solo quando queste sono espresse in modo più intenso (Polijac et al., 2012). Sempre nell'ambito dei lavori condotti con questa metodica, un recente studio di Grynszpan e Nadel (2015) fornisce risultati a supporto della Teoria della Motivazione Sociale dell'autismo: in tale studio infatti la ridotta attenzione agli stimoli sociali nei soggetti con ASD viene considerata come conseguenza di un deficit del sistema di *reward*

in seguito al quale gli stimoli sociali, risultando meno interessanti, attirano meno la loro attenzione rispetto ai soggetti con TD. I partecipanti sono stati esposti alla visione di scene sociali e poi è stato chiesto loro di descrivere le interazioni osservate. Quando è stato esplicitamente richiesto loro di osservare le espressioni degli attori nella scena, i soggetti con ASD che hanno guardato più a lungo i volti erano in grado di comprendere l'interazione rappresentata rispetto a chi ha guardato meno i volti. La cosa interessante è che i soggetti a sviluppo tipico erano ugualmente capaci di interpretare accuratamente la scena sociale anche quando non veniva esplicitamente data l'istruzione di guardare i volti. Questo studio dunque dimostra che i soggetti con ASD non sono incapaci di cogliere i segnali veicolati dalle espressioni facciali (quando viene esplicitamente richiesto essi sono in grado di farlo), ma pone l'accento sulla mancanza di iniziativa spontanea (motivazione) a guardare i volti (Grynszpan et al., 2015).

Oltre alle espressioni facciali, anche l'intensità delle espressioni gestuali influenza il modo in cui vengono processate le informazioni sociali (Meeren et al., 2005). I gesti che accompagnano il linguaggio parlato sono compresi e usati precocemente nello sviluppo e la loro comparsa sembra essere predittiva della presenza di un linguaggio parlato più complesso (Özçalışkan et al., 2005). È ampiamente riconosciuta la presenza di difficoltà nella comprensione e nell'utilizzo dei gesti da parte dei soggetti con ASD tanto che tale difficoltà è uno dei segni distintivi per l'identificazione del disturbo (Lord et al., 2002). Per quanto riguarda la percezione dei gesti, un recente studio ha messo in evidenza che bambini con ASD, diversamente da bambini con TD e con DD, non hanno mostrato preferenza per il movimento biologico sincronizzato con il linguaggio parlato (Klin et al., 2009). In generale gli studi che hanno esplorato tali aree rilevano la presenza di un ritardo nell'acquisizione e nella produzione della gestualità soprattutto quando questa è associata al linguaggio espressivo verbale (Hubbard et al., 2012).

Il terzo elemento che costituisce la triade della “salienda affettiva” è la componente prosodica. I messaggi veicolati attraverso il linguaggio, oltre a darci informazioni semantiche relative al “cosa” si sta dicendo, ci forniscono importanti indizi su quali siano le intenzioni comunicative e anche lo stato affettivo-emotivo del parlante. Inoltre la dimensione prosodica del linguaggio pare stimolare particolarmente l’attenzione degli infanti tanto da essere considerata la componente più radicata nella storia evolutiva del linguaggio umano, una sorta di base evolucionistica che ne ha consentito l’attecchimento e l’adattamento nei primi sapiens (Falzone 2014).

Con il termine “prosodia” ci riferiamo a specifiche qualità del linguaggio parlato fondamentali per la trasmissione di informazioni sociali al di là del contenuto semantico espresso (Mc Cann et al., 2003; Kielgaard et al., 2013). Queste proprietà comprendono il tono (che determina il profilo d’intonazione della voce), l’intensità (che caratterizza il volume e l’accento enfatico della voce) e infine il tempo (che determina la successione dell’eloquio e delle pause) (Mc Cann et al., 2003). Vengono principalmente distinte due funzioni della prosodia: funzione gramaticale ottenuta attraverso l’uso di pause, accento su determinate sillabe, intonazione e lunghezza delle sillabe finali; funzione affettiva ottenuta attraverso la variazione dell’intonazione, del volume, del ritmo del discorso, del picco acustico (Mc Cann et al., 2003). Il linguaggio che tipicamente rivolgiamo ai bimbi in età infantile è caratterizzato da una specifica prosodia in cui musicalità, toni più acuti e ritmo trasmettono informazioni affettive salienti (Venuti et al., 2012). Diversi esperimenti hanno dimostrato che i bambini piccoli preferiscono la melodia del cosiddetto *motherese* detto anche “linguaggio musicale” o “linguaggio infantile”, al linguaggio diretto agli adulti (Cooper et al., 1997). Studi dimostrano che esso è in grado di ottenere e mantenere l’attenzione dei neonati (Fernald et al., 1991; Werker et al., 1989; Golinkoff et al., 2015), che favorisce l’apprendimento delle strutture grammaticali e lessicali del linguaggio (Fernald et al., 1991) e che le sue caratteristiche

prosodiche hanno il fine di creare un legame con il *caregiver* al fine di prestare maggiormente attenzione alle informazioni socio-affettive da questi veicolate. Tali informazioni sono fondamentali per la comprensione delle future comunicazioni sociali (Fernald et al., 1991; Trainor et al., 2000). La preferenza per la prosodia emozionale positiva favorisce l'unione con il *caregiver* e quindi aumenta la comprensione del mondo sociale (Kielgaard et al., 2013).

La letteratura scientifica prodotta in merito allo studio della prosodia nei soggetti con ASD è ampia e controversa. Diversi studi riferiscono che nei soggetti con ASD la comprensione della prosodia emozionale è certamente meno deficitaria di quella espressiva seppur risulti presente una certa difficoltà nel riconoscere gli stati emotivi degli altri attraverso la prosodia (Rutherford et al., 2002; Lindner et al., 2006). Altri studi riferiscono che la tonalità emotiva di un messaggio è riconosciuta dai soggetti con ASD (Chevallier et al., 2011) o che è riconosciuta solo a determinate condizioni quali l'assenza di contenuto semantico (Grossman et al., 2010) oppure quando la prosodia affettiva è particolarmente accentuata (eccitato vs. calmo) (Paul et al., 2000). Altri studi sostengono che risulta più complesso per i soggetti con ASD inferire lo stato emozionale del parlante quando è inserito in contesti discrepanti (es. situazione spiacevole con prosodia affettiva positiva) mettendo in evidenza la presenza di difficoltà nel processamento inter-modale degli stimoli (Le Sourn-Bissaoui et al., 2013;).

Un interessante studio condotto recentemente da Abrams e collaboratori ha evidenziato la presenza di una scarsa connettività tra la parte posteriore del Solco Temporale Superiore (pSTS) (regione deputata al processamento della voce) e le regioni neuronali implicate nel sistema di *reward* che, come esposto precedentemente in questo lavoro, includono l'area tegmentale ventrale (VTA), il Nacc, l'insula anteriore, la vmPFC, la OFC e le connessioni che queste aree hanno con l'amygdala notoriamente deputata al processamento delle emozioni (Abrams et al., 2013). Secondo gli autori dello studio, tali dati sono a sostegno della teoria della motivazione sociale dell'autismo per cui le difficoltà di attenzione uditiva agli stimoli sociali

sarebbero, in tal caso, relati alla difficoltà di attribuire valore motivazionale alla voce umana piuttosto che il risultato di anomalie nel processamento sensoriale della voce. Nello studio infatti non sono emerse anomalie nella rete di connessioni che collega il pSTS alla corteccia uditiva che si occupa dell'aspetto meramente sensoriale del processamento vocale (Abrams et al., 2013).

Recentemente Magrelli e collaboratori (2013) hanno condotto uno studio con *eye-tracker* indossabile su bambini con ASD (range età 2-11-anni) e con TD (3-6-anni) con l'intento di indagare eventuali differenze nell'orientamento dello sguardo tra i due gruppi di soggetti durante una interazione "reale" di gioco con un adulto. In modo particolare gli autori erano interessati a valutare l'attenzione dei soggetti con ASD verso il volto del partner di gioco quando questi esprimeva gioia o sorpresa attraverso la sola espressione facciale o attraverso la combinazione di espressione facciale e linguaggio (informazione sensoriale multi-modale). I risultati dello studio hanno evidenziato che i soggetti con ASD, allo stesso modo dei soggetti con TD, orientavano lo sguardo verso il volto dell'adulto quando questo presentava espressioni facciali anche se tale comportamento era meno marcato nei bimbi con ASD. Inoltre questi ultimi dirigevano la loro attenzione verso il volto dell'adulto significativamente meno dei soggetti con TD quando l'adulto parlava. Gli autori dello studio hanno ipotizzato che tale lentezza possa essere attribuita alle difficoltà di elaborazione dei suoni sociali individuata in altri studi (Kuhl et al., 2005) ed alla complessità dello stimolo sociale presentato su diverse modalità sensoriali, visiva e uditiva (Iarocci e McDonald, 2006). Uno studio di Shic e collaboratori (2014) condotto su bimbi di 6 mesi con rischio di sviluppare autismo mette in evidenza che sono rilevabili precocemente nello sviluppo anomalie di attenzione visive verso volti in cui sono presenti sia espressioni facciali che linguaggio parlato. Seppure in misura ridotta rispetto ai soggetti TD e DD l'attenzione ai volti presentati con la sola modalità visiva risultava meno inficiata in tali soggetti (Shic et al., 2014). In generale gli studi sull'argomento

suggeriscono che nei soggetti con ASD è presente un deficit di processamento degli stimoli sonori, che questo è maggiore in presenza di informazioni sonore complesse e che è più evidente per il linguaggio parlato piuttosto che per stimoli non linguistici (O' Connor et al., 2010).

4.4 Interessi speciali nei soggetti con ASD

Evidenze cliniche dimostrano che nei soggetti con ASD, accanto a una ridotta attenzione per gli stimoli sociali quali volti, movimenti delle mani e voce umana vi sia una maggiore tendenza a prestare attenzione a stimoli non sociali (Dawson et al., 2005). Nell'iniziale descrizione che Kanner fece dell'autismo egli sottolineava che spesso i bambini da lui osservati ignoravano le persone presenti nella stanza e si dirigevano direttamente verso gli oggetti (Kanner, 1943).

Sembra che alcune categorie di oggetti suscitino nei soggetti con ASD un "interesse particolare" (Kanner, 1943) spesso associato con comportamenti ripetitivi con tali oggetti. È come se questi oggetti elicitassero in loro lo stesso livello di attenzione e di motivazione che i soggetti a sviluppo tipico manifestano nei confronti delle persone. Esempi di tali categorie di oggetti sono veicoli, attrezzature elettroniche, macchinari, computers (South et al., 2005; Turner-Brown et al., 2011). Tali atipie nella preferenza per specifici oggetti sono evidenti sin dalla prima infanzia (Osterling & Dawson, 1994) e pattern di attenzione circoscritta sono stati individuati in bambini in età prescolare (Sasson et al., 2011), scolare e adolescenziale (Sasson et al., 2008).

I risultati di uno dei primi studi di *eye-tracking* teso a esplorare l'attenzione visiva verso oggetti ha evidenziato la presenza di una alterazione del pattern visivo tra soggetti con ASD di 6-15 anni e controlli tipici di pari età. Quando esposti alla visione di immagini in cui erano presenti stimoli sociali (persone e volti), oggetti a basso interesse autistico (vestiti, cibo) e oggetti ad alto interesse autistico (es. treni e attrezzature elettroniche) i soggetti con ASD soffermavano

più a lungo la loro attenzione sulle immagini di oggetti ad alto interesse autistico. Gli autori dello studio hanno ipotizzato che i soggetti con ASD erano maggiormente motivati a guardare oggetti di loro interesse a scapito del mondo sociale (Sasson et al., 2008). Tali risultati sono stati confermati in uno studio di Sasson e Touchstone del 2013 in cui bambini in età prescolare mostravano di guardare meno le immagini di volti solo quando questi erano presentati insieme ad oggetti di alto interesse autistico. Laddove i volti erano appaiati con immagini di oggetti a basso interesse autistico le fissazioni sui volti erano equiparabili a quelle di soggetti a sviluppo tipico. Gli autori dello studio si interrogano sulla possibilità che il deficit di motivazione sociale in questi soggetti possa essere accompagnato dall'aumento dell'interesse per stimoli non sociali (Sasson & Touchstone, 2013). Questa ipotesi è sostenuta da studi di *neuroimaging* che hanno trovato la presenza di anomalie nell'attivazione delle regioni cerebrali del sistema di *reward* durante il processamento di immagini di interessi speciali quali cartoni animati preferiti (Grelotti et al., 2005). È stato rilevato ad esempio che nei soggetti con ASD l'attività del circuito di *reward* in risposta ad immagini di interessi ristretti è preservato anche se l'attività del sistema risulta ridotta in presenza di rinforzi non sociali quali il denaro (Dichter et al., 2012) e che in soggetti con ASD la visione di oggetti di interesse ristretto provocava un aumento dell'attività nell'insula e nella ACC coinvolte nella salienza motivazionale degli oggetti (Cascio et al., 2014). I risultati di un recente studio comportamentale condotto da Watson e collaboratori (2015) sono in linea con quelli descritti e hanno evidenziato che bambini e adolescenti con ASD sono più motivati dei controlli a sviluppo tipico a vedere immagini di oggetti di loro interesse specifico rispetto a immagini sociali o di altri oggetti comuni (Watson et al., 2015).

4.5 Ipotesi dello studio

Il presente lavoro di ricerca si pone in continuità con studi precedenti (Shic et al., 2011;

Chawarska et al., 2012; Chevallier et al., 2015) che hanno indagato l'attenzione sociale in soggetti con ASD e con TD attraverso l'uso di stimoli ecologici dinamici complessi. La dimensione ecologica riveste particolare importanza nello studio che abbiamo condotto, in quanto nella vita reale le interazioni di gioco tra adulti e bambini, oltre ad essere complesse in quanto coinvolgono più persone e più modalità sensoriali (visive, uditive), sono ricche di salienza affettiva. Esse sono infatti caratterizzate da un uso amplificato delle espressioni facciali, della gestualità e del tono del linguaggio parlato al fine di catturare l'attenzione dei bimbi e indirizzarla su elementi del contesto ritenuti fonte di importanti informazioni. Inoltre nella vita reale le interazioni di gioco si svolgono in presenza di altri giocattoli che possono contribuire e arricchire il *setting* di gioco o piuttosto fungere da elementi distraenti.

In letteratura non sono presenti studi di *eye-tracking* che abbiano indagato l'impatto della salienza affettiva sull'attenzione visiva di soggetti con ASD e con TD in età infantile verso elementi sociali e non sociali di una scena naturale.

Sulla base delle considerazioni appena esposte il primo obiettivo del presente lavoro è quello di valutare se vi sono differenze tra soggetti con ASD e con TD in età infantile nell'interesse, misurato attraverso il tempo di osservazione, verso elementi sociali e non sociali di una scena di interazione naturale in presenza di oggetti distrattori. Il secondo obiettivo del presente lavoro è quello di valutare se e in che modo la condizione di salienza affettiva incide sulla modulazione dell'orientamento visivo e sull'interesse verso specifici aspetti sociali e non sociali della scena nei due gruppi.

In relazione al primo obiettivo del presente studio è possibile ipotizzare che i soggetti con ASD e quelli con TD mostrino differenze nell'attenzione rivolta agli aspetti sociali della scena. In particolare si ipotizza che i soggetti a sviluppo tipico siano maggiormente interessati a osservare le persone presenti sulla scena rispetto ai soggetti con ASD.

Per rispondere alla seconda domanda di questo studio sono stati realizzati dei video di

interazione di gioco adulto-bambino in cui il fattore “salienda affettiva” è stato modificato manipolando l’intensità di espressioni facciali, gestualità e caratteristiche prosodiche del linguaggio verbale. Ciò ha permesso di creare due diverse condizioni di salienza: neutra/saliente. Si ipotizza che:

- nella condizione saliente i bambini con TD mostrino più interesse per gli aspetti sociali (persone, volti) di quanto non facciano nella condizione neutra. Si ritiene infatti che la presenza di espressioni facciali amplificate, gestualità e tono del parlato tipici della condizione saliente possano contribuire all’aumento dell’attenzione sociale dei soggetti con TD.
- nella condizione saliente i bambini con ASD potrebbero avere due tipi di risposta:
 - a) un aumento dell’attenzione agli elementi sociali della scena resi più “motivanti” grazie alla componente di salienza affettiva
 - b) una ulteriore diminuzione dell’attenzione sociale ed evitamento della scena per l’aumento della complessità e/o dell’*arousal* della scena stessa.

4.5.1 Partecipanti

Il campione sperimentale del presente studio è composto da 32 soggetti di cui 14 con ASD (M=11, F=3) e 18 con TD (M=11, F= 7) di età compresa tra i 38 ed i 93 mesi, rispettivamente: media (DS)= 61.3 (15.0) e 57.8 (9.8). I due gruppi non mostrano differenze statisticamente significative in relazione all’età, $t(30) = .80, p = .429$ ed al sesso [$\chi(1) = 1.117, p = .290$].

Tra i due gruppi vi è una differenza statisticamente significativa nel Quoziente di Sviluppo Verbale (QSV), $t(30) = -.315, p < .01$ e per tale ragione il QSV è stato aggiunto come covariata in tutte le analisi (Tabella 1). Il campione sperimentale era inizialmente composto da 20 soggetti con ASD e 23 soggetti con TD. Di questi 4 soggetti con ASD sono stati esclusi perché

non hanno portato a termine il compito (eccessivi movimenti della testa o difficoltà a rimanere seduti); 2 soggetti con ASD e 5 con TD sono stati esclusi perché non è stato possibile effettuare una adeguata calibrazione necessaria per il corretto uso dell'*eye-tracker* (si veda paragrafo 4.5.3 Apparato e Procedura).

I bambini con ASD hanno ricevuto diagnosi di Disturbo dello Spettro Autistico secondo i criteri del DSM-5 (APA, 2013). La diagnosi è stata effettuata da un team multidisciplinare di esperti composto da un neuropsichiatra infantile e due psicologi. Il protocollo diagnostico somministrato comprende i seguenti strumenti di valutazione: *Griffiths Mental Development Scale* (GMDS) (Griffiths, 1954) per la misurazione del Quoziente di Sviluppo Cognitivo; *Autism Diagnostic Observation Schedule – second edition* (ADOS-2) (Lord et al., 2012), osservazione standardizzata del comportamento per quantificare la gravità della sintomatologia autistica attraverso l'ausilio di materiale di gioco con particolare riferimento alla valutazione delle competenze interattive e comunicative, delle abilità di gioco e dei comportamenti ripetitivi. I bambini a sviluppo tipico sono stati reclutati presso quattro scuole dell'infanzia di Messina. I bambini con ASD sono stati reclutati presso l'Istituto di Scienze Applicate e Sistemi Intelligenti (ISASI) - Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - con sede presso l'ex Istituto Marino "Bosurgi Caneva" di Mortelle, Messina, dove svolgono attività riabilitativa.

I soggetti con ASD sono stati sottoposti al trattamento infantile precoce Early Start Denver Model (ESDM) per circa un anno e mezzo e, al momento del reclutamento, erano in terapia con metodica Cognitivo Comportamentale.

Il disegno di studio è stato approvato dal Comitato Etico del Dipartimento di Scienze Cognitive, Psicologia, Pedagogia e Studi Culturali (COSPECS) dell'Università degli Studi di Messina (prot. N.1636). Tutti i genitori dei bambini che hanno preso parte allo studio hanno firmato un modulo di consenso scritto.

Tabella 1- Descrizione caratteristiche demografiche dei partecipanti

	ASD (n=14)	TD (n=18)	p-value
	Media (DS)	Media (DS)	
Età (mesi)	61.3 (15.0)	57.8 (9.8)	.429 ^a
Maschi:Femmine	11:3	11:7	.290 ^b
Quoziente Sviluppo Linguaggio	84.2 (20.5)	106.8 (19.8)	.004 ^{**}
ADOS-2 totale	14.6 (5.0)	_____	_____

^a test T di Student: * p< .05, ** p< .01
^b test Chi Quadrato di Pearson

4.5.2 Presentazione degli stimoli

Gli stimoli utilizzati nel presente studio sono costituiti da 2 scene di interazione sociale naturale in cui un adulto e un bambino giocano con un giocattolo seduti su un tappeto. Dietro di loro, in alto a destra ed in basso a sinistra vi sono dei giocattoli che fungono da distrattori. Le 2 scene di gioco sono diverse tra loro per il giocattolo utilizzato nell'interazione (trenino con pista e costruzioni) e per quelli presenti sullo sfondo. Chiameremo Trenino e Costruzioni le 2 scene. In ognuna di esse è presente linguaggio parlato da parte di adulto e bambino nella forma di semplici frasi usate per commentare e richiedere (es. "Questo lo metto io" per scandire il turno; "E' caduto!" riferito ad un pezzo di costruzione che cade; "Il trenino dov'è?" per richiedere un pezzo mancante). Per ognuna delle 2 scene di interazione sono state realizzate 2 condizioni ottenute modificando il livello di salienza affettiva tra i due attori: condizione neutra / condizione saliente (Tabella 2).

Sono dunque stati realizzati 4 video (2 scene x 2 condizioni):

- a) Costruzioni condizione neutra/ Costruzioni condizione saliente;
- b) Trenino condizione neutra/Trenino condizione saliente.

I video hanno durata media di 24 secondi ciascuno. La somministrazione del compito, compresi i tempi di calibrazione, è di circa 3 minuti.

La coppia di video di ciascuna delle 2 scene è uguale per *setting* di gioco (tipologia e disposizione degli oggetti sullo sfondo), *script* di gioco (azioni effettuate con il giocattolo, turnazione), linguaggio parlato (parole utilizzate per commentare e richiedere). Essi differiscono tra loro solo per la condizione di salienza affettiva modulata tramite enfasi prosodica, facciale e gestuale. Nella condizione neutra il tono di voce di entrambi i personaggi è naturale ma privo di inflessioni, la gestualità è assente, la mimica facciale è ridotta. Nella condizione saliente il tono di voce è più acuto e modulato, la gestualità e le espressioni facciali sono più intense e naturalmente amplificate. Infine le 2 scene di gioco differiscono tra loro, oltre che per il giocattolo di interazione, anche per i giochi presenti sullo sfondo: nella scena “Costruzioni” i giochi distrattori sono una torre con contenitori che si impilano e due xilofoni; nella scena “Trenino” sono una fattoria ed anelli impilabili (Figura 1).

Tabella 2. Stimoli utilizzati nello studio: scene di interazione “Trenino” e “Costruzioni” e rispettive condizioni di salienza affettiva (condizione saliente/neutra) con giocattoli presenti sulla scena				
Video	Condizione	Oggetto di gioco	Distrattore in basso a sn	Distrattore in alto a dx
3. Trenino	Saliente	Trenino con pista	Fattoria animali	Anelli impilabili
4. Trenino	Neutra	Trenino con pista	Fattoria animali	Anelli impilabili
5. Costruzioni	Saliente	Costruzioni	Torre	Xilofono
6. Costruzioni	Neutra	Costruzioni	Torre	Xilofono

In linea con lo studio di Shic e collaboratori (2011) e differentemente da altri studi di *eye-tracking* (Chawarska et al., 2012; Jones et al., 2008; Billeci et al., 2016) i video utilizzati non prevedono alcun tentativo da parte degli attori di attirare l’attenzione dei partecipanti né di

coinvolgerli attivamente attraverso l'uso di sguardo o linguaggio diretti al partecipante.

L'interesse del presente studio è infatti quello di valutare in che modo i soggetti con ASD guardano una scena con persone che interagiscono tra loro in un contesto naturale senza essere attivamente coinvolti.

Dal momento che un aspetto distintivo di questo lavoro di ricerca vuole essere l'uso di stimoli ecologici naturali, la selezione dei video utilizzati come esempi di condizione neutra e condizione saliente è stata effettuata dopo pre-taratura della salienza affettiva facendo riferimento ai tre componenti principali: espressioni del viso, gestualità e tono del linguaggio. A tal fine sono stati utilizzati 3 video con diversa intensità di salienza affettiva esemplificativi di una condizione neutra, una naturalmente saliente ed una eccessivamente saliente. Tali video sono stati somministrati in modo controblanciato a 10 bambini a sviluppo tipico con età media di 5 anni. Il costrutto di salienza affettiva è stato operazionalizzato attraverso la formulazione delle seguenti domande: "Ti sembra bello?", "Quanto ti sembra bello?". La formulazione della risposta è stata ottenuta mediante scelta di 1 tra 5 "*smile*" diversi per grandezza ed intensità del sorriso rappresentativi di una scala Likert a 5 punti resa in immagini al fine di essere più intuitiva per bambini in età prescolare. I bambini potevano scegliere tra 5 progressivi gradienti di piacevolezza: pochissimo, poco, un po', molto, moltissimo. I video utilizzati nel presente studio sono stati scelti tra quelli ritenuti piacevoli (condizione naturale saliente) e poco piacevoli (condizione neutra)

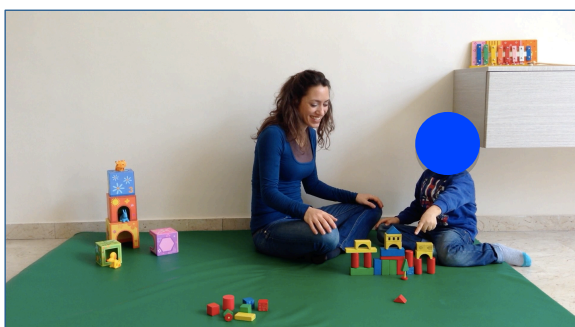
Figura 1. Immagini dei video di interazione adulto-bambino in contesto naturale utilizzate nell'esperimento. I video sono stati somministrati ai partecipanti in modo randomizzato.



a. Trenino-condizione saliente



b. Trenino- condizione neutra



c. Costruzioni- condizione saliente



d. Costruzioni- condizione neutra

4.5.3 Apparato e Procedura

La somministrazione degli esperimenti è stata effettuata in una stanza dotata di un piccolo tavolo e una sedia su cui sono stati fatti sedere i piccoli partecipanti al fine di limitare i loro movimenti. Lo sguardo dei bambini è stato registrato attraverso un apparato di Eye Tracking SMI prodotto dalla SensoMotor Instruments (Teltow, Germania), con un ritmo di campionamento di 120 Hz e accuratezza di 1 grado di angolo visivo. L'*eye tracker* registra i dati che provengono da entrambi gli occhi attraverso il riflesso di una luce a infra rossi sulla cornea e sulla pupilla. L'*eye-tracker* è stato posizionato sul tavolino di fronte al soggetto sotto un monitor a schermo piatto di 22 pollici su quale sono stati presentati gli stimoli attraverso l'uso dello SMI Experiment Center Software. La distanza dallo schermo e l'inclinazione

dell'angolo del sistema di *eye-tracker* è stato adattato per ogni bambino al fine di ottenere il migliore tracciamento dello sguardo per ognuno dei partecipanti. Per un corretto posizionamento dello strumento sono state utilizzate le indicazioni fornite da Software SMI iViewX. La distanza dei soggetti dallo schermo è di circa 75 cm. Prima di avviare il compito sperimentale è stata fatta una calibrazione a 5 punti. Nel caso in cui la qualità della calibrazione sia risultata non buona per qualcuno di questi punti, il processo di calibrazione è stato ripetuto una seconda volta. La somministrazione del compito è stata interrotta laddove il partecipante non ha superato nessuno dei due tentativi di calibrazione. Se il partecipante dirigeva lo sguardo fuori dallo schermo veniva verbalmente invitato a guardare lo schermo. Il video era visualizzato su uno schermo con risoluzione di 1280x1024 pixel. Il suono era emesso tramite una cassa collegata allo schermo e la somministrazione è stata ripresa grazie a una telecamera posizionata sulla parte alta dello schermo. I video sono stati somministrati in modo randomizzato tra i partecipanti.

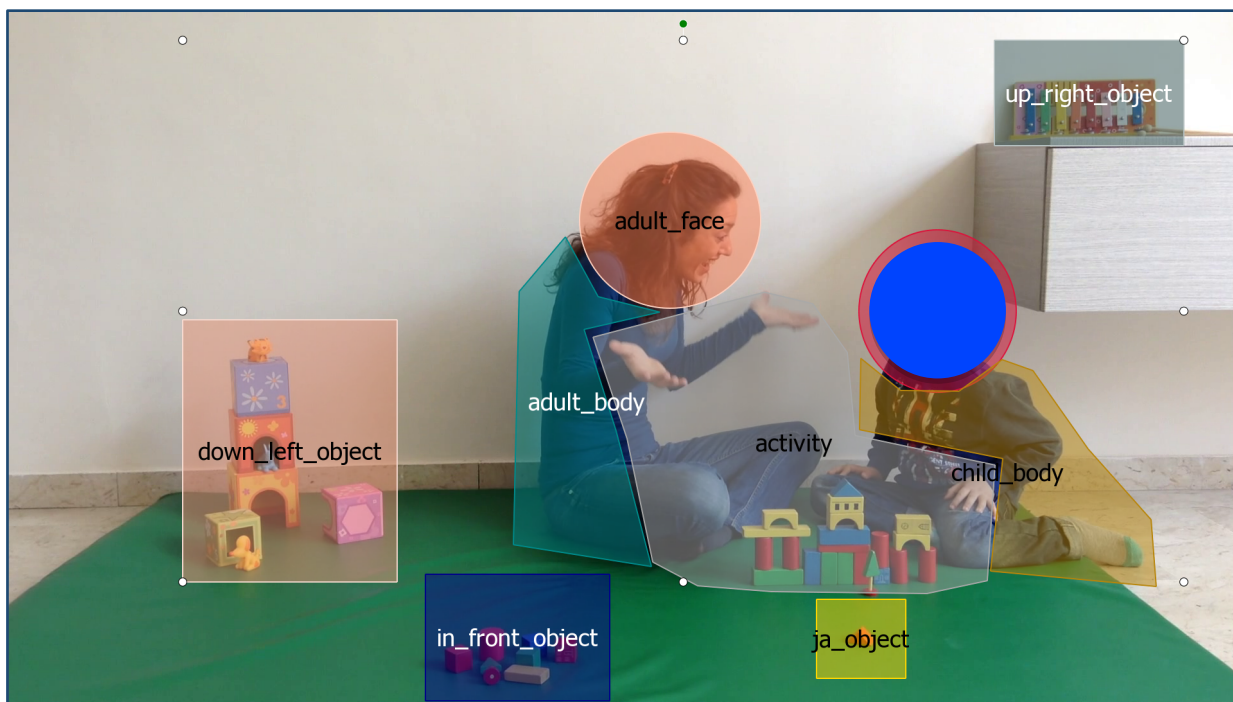
I dati relativi al comportamento di sguardo dei partecipanti sono stati estrapolati applicando la tecnica delle Aree di Interesse (AOI). Sono state individuate le seguenti AOI: Sfondo, Oggetti-Distrattori (Oggetto in basso a sinistra, Oggetto in alto a destra, Oggetto di fronte) Volto Adulto, Volto Bambino, Corpo Adulto, Corpo Bambino, Attività (comprende l'area delle mani dei due attori nell'atto di compiere azioni) (Figura 2).

Dal momento che le scene di interazione sono dinamiche e includono la presenza di movimenti naturali, le AOI sono state aggiustate adattandole ai movimenti secondo per secondo per tutta la durata dei video. Tale metodica è in linea con quella utilizzata in altri studi che hanno fatto uso di *eye-tracker* con scene dinamiche (Shic et al., 2011). Va inoltre sottolineato che le AOI di ciascuno video, nelle due categorie di giochi e nelle due condizioni di salienza affettiva, sono state delineate in modo da essere tra loro sovrapponibili per dimensione (es. l'AOI Volto

Adulto nel gioco trenino/condizione saliente è sovrapponibile all'AOI Volto Adulto nel gioco costruzioni /condizione saliente).

Le AOI sopra descritte sono state raggruppate tra loro in relazione alle ipotesi del presente studio. Inizialmente sono state create due macro-categorie definite “Sociale” e “Non Sociale”. La macro-categoria “Sociale” comprende le AOI Volto e Corpo dell'Adulto, le AOI Volto e Corpo del Bambino e l'AOI Attività. La macro-categoria “Non Sociale” comprende l'AOI Sfondo e l'AOI Oggetti. In linea con il paradigma di studio usato da Shic e collaboratori (2011) le analisi hanno preso in esame le seguenti categorie separatamente: Persone (somma di AOI Corpo e Volto dell'Adulto con AOI Corpo e Volto del Bambino); Volti (somma di AOI Volto Adulto e AOI Volto Bambino); Corpi (somma AOI Corpo Adulto e AOI Corpo Bambino). Per verificare la prima ipotesi dello studio relativa a eventuali differenze nel comportamento di sguardo tra gruppo ASD e gruppo TD di fronte ad una scena di interazione naturale, sono stati presi in esame i dati relativi ai video nella sola condizione di salienza affettiva. Essendo le interazioni naturali tra adulti e bambini in età infantile tipicamente salienti in quanto ricche di gesti, espressioni facciali e prosodia affettiva più marcata, si è ritenuto che tale condizione potesse essere considerata “naturale” per autismo. Per verificare la seconda ipotesi dello studio relativa alla possibile influenza della condizione salienza sul comportamento visivo dei soggetti con ASD e con TD, sono state presi in esame i dati relativi ai video nelle due condizioni “saliente” e “neutra”.

Figura 2. Immagine esemplificativa dei video sperimentali con relative Aree di Interesse (AOI)



4.6 Analisi statistiche e risultati

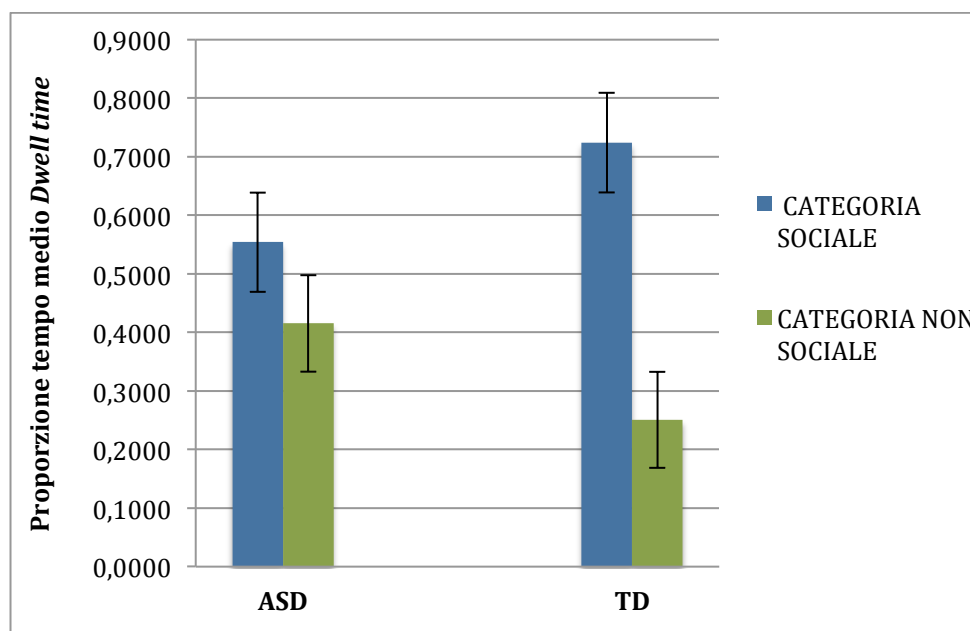
Tutte le analisi sono state effettuate con il programma SPSS-20. Le statistiche descrittive relative alle caratteristiche del campione sperimentale sono state presentate separatamente per i soggetti con ASD e i soggetti con TD. I confronti tra i due gruppi sono stati effettuati utilizzando il Test t di Student per campioni indipendenti ed il test Chi Quadrato. Per l'analisi dei parametri estrapolati dall'*eye-tracker* sono stati utilizzati i seguenti test: analisi della covarianza ad una via, analisi della covarianza a Misure Ripetute, Test t di Student per campioni appaiati.

Il primo parametro preso in considerazione è stato il *Dwell time*, ossia il tempo impiegato a guardare ciascuna AOI inteso come la somma della durata delle fissazioni e delle saccadi su ciascuna AOI.

Al fine di verificare se vi fossero differenze tra soggetti con ASD e soggetti con TD in merito al livello di attenzione totale rivolto al video (Tabella 2) è stato effettuato un confronto tra gruppi e non sono state riscontrate differenze significative ($p=.074$): in media i soggetti con ASD hanno guardato la scena per 21.04 secondi ed i soggetti con TD per 22.9 secondi. Per ottenere una misura più precisa che tenesse conto delle differenze individuali nel tempo totale di sguardo rispetto alle AOI è stata calcolata la “proporzione” fra il *Dwell time* rivolto a ciascuna AOI e il tempo totale impiegato da ciascun partecipante a guardare ciascun video (Chevallier et al., 2015; Parish-Morris et al., 2013). Le analisi che seguono sono state effettuate su tale proporzione.

La prima ipotesi ha esaminato le differenze nel modo in cui soggetti con ASD e soggetti con TD guardano una scena dinamica di interazione naturale tra un adulto e un bambino in cui sono presenti oggetti distrattori. Dal momento che la scena è composta sia da elementi sociali sia da elementi non sociali le prime analisi esaminano le due macro categorie (a) Sociale (b) Non Sociale che, come esposto precedentemente, comprendono rispettivamente (a) le AOI riferibili agli attori impegnati in una attività congiunta e (b) lo sfondo con altri giochi non utilizzati. È stata effettuata una analisi della covarianza a una via (*one way ANCOVA*) assumendo come fattore indipendente i gruppi, come covariata il QSV e come fattore dipendente la media del *Dwell time* delle categorie Sociale e Non Sociale. I risultati hanno mostrato che i soggetti con ASD e i soggetti con TD differiscono in modo statisticamente significativo nella quantità di sguardo rivolto alla categoria Sociale, $F(1,29)=5.00$, $p=.033$. I due gruppi non presentano differenze statisticamente significative riguardo alla categoria Non Sociale, $F(1,29)=3.47$, $p=.072$, sebbene sia possibile individuare un trend che evidenzia come i soggetti con ASD tendano a guardare questa area per più tempo rispetto ai soggetti con TD (Figura 3).

Figura 3: Proporzione del tempo impiegata dai soggetti con ASD e con TD a guardare le categorie Sociale e Non Sociale



Al fine di comprendere meglio quali fossero le specifiche AOI implicate nella macro area individuata, sono state condotte due analisi della covarianza ad una via (*one way ANCOVA*) assumendo il gruppo come fattore indipendente, il QSV come covariata e il *Dwell time* dell'AOI Persone e Attività come variabili dipendenti. La variabile gruppo presenta effetti significativi in rapporto all'AOI Persone, $F(1,29)=8.82$, $p=.006$. I soggetti con ASD guardano meno l'AOI Persone rispetto a quanto non facciano i soggetti con TD (tabella 3). La variabile "gruppo" non presenta invece effetti significativi in rapporto all'AOI Attività, $F(1,29)=.291$, $p=.594$ (Tabella 3).

Infine, per comprendere ulteriormente la caratterizzazione dell'AOI Persone, sono state prese in considerazione le AOI Volti e AOI Corpi. I risultati evidenziano che la proporzione del tempo impiegato a guardare le AOI Volti tra i due gruppi risulta essere diversa in modo statisticamente significativo, $F(1,29)=9.79$, $p=.004$. Nessuna differenza significativa è stata invece riscontrata per l'AOI Corpi, $F(1,29)=.014$, $p=.907$ (Tabella 3).

Tabella 3- Proporzione del tempo impiegato a guardare le diverse Aree di Interesse (AOI) in soggetti con Disturbo dello Spettro Autistico (ASD) ed a sviluppo tipico (TD)

AOI	ASD (N=14)	TD (N=18)	<i>F</i> (1,29)	<i>p</i> value
	Media (DS)	Media (DS)		
Sociale	0.55 (0.19)	0.72 (0.20)	5.00	.033*
Non Sociale	0.41 (0.20)	0.25 (0.19)	3.47	.072~
Persone	0.13 (0.07)	0.24 (0.13)	8.82	.006**
Attività	0.42 (0.19)	0.47 (0.18)	.291	.594
Sfondo	0.36 (0.23)	0.19 (0.20)	3.211	.084
Oggetti	0.05 (0.04)	0.05 (0.04)	.093	.762
Volti	0.10 (0,08)	0.21 (0.12)	9.79	.004**
Corpi	0.02 (0.02)	0.03 (0.03)	.014	.907

**p*< .05, ** *p*< .01 , ~ *p*<.10

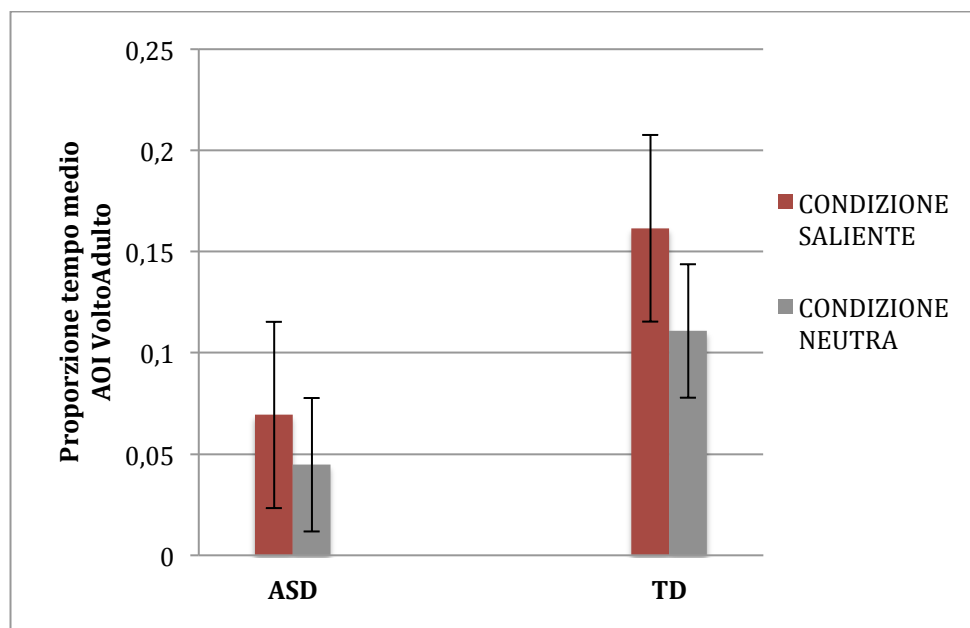
Per la seconda ipotesi si è esaminata la possibilità che il fattore “salienza affettiva”, nelle due condizioni saliente/neutra, possa avere una qualche influenza sulla proporzione di tempo impiegato a guardare le scene di interazione naturale nei due gruppi ASD e TD.

Analisi preliminari hanno evidenziato che la variabile Giochi (trenino vs. costruzioni) non differenzia in modo statisticamente significativo la prestazione tra i due gruppi per nessuna delle AOI individuate, per cui tale fattore è stato escluso dalle successive analisi di seguito riportate.

È stata condotta un’analisi della covarianza a Misure Ripetute secondo un disegno 2 (gruppo: ASD vs. TD) X 2 (condizione salienza: saliente vs. neutra) di cui la variabile “gruppo” è una variabile between-subjects ed il fattore “condizione salienza” è una variabile within-subject. Le analisi sono state effettuate assumendo come covariata il QSV e come variabile dipendente il *Dwell time* delle seguenti AOI, separatamente: Sfondo, Volto Adulto, Volto Bambino, Corpo Adulto, Corpo Bambino, Attività, Oggetti. Si evidenzia una differenza statisticamente

significativa solo per il tempo impiegato ad osservare la AOI Volto Adulto. In particolare la variabile between-subject “gruppo” presenta effetti altamente significativi $F(1,29)=15.76$, $p < .001$. Tale dato indica in generale che i soggetti con ASD tendono ad osservare l’AOI Volto Adulto per un tempo minore rispetto ai soggetti a sviluppo tipico (Figura 4).

Figura 4. Proporzione del tempo impiegato ad osservare l’AOI Volto Adulto nel gruppo ASD e TD nelle due condizioni (saliente vs. neutra).



Per quanto riguarda la variabile “condizione salienza” le analisi effettuate evidenziano che il tempo di osservazione del Volto dell’Adulto differenzia significativamente le prestazioni dei soggetti nelle due condizioni saliente e neutra [$F(1,29)= 4.51$, $p=.042$] (Tabella 4).

Al fine di analizzare la direzione di tale significatività entro ciascuno gruppo (ASD e TD), è stato effettuato un Test t di Student per campioni appaiati. I risultati ottenuti evidenziano una differenza statisticamente significativa nella proporzione media di tempo impiegato a guardare l’AOI Volto Adulto nella condizione saliente rispetto alla condizione neutra, sia tra i soggetti a sviluppo tipico, $t(17)=2.54$, $p=.021$, sia tra soggetti con ASD, $t(13)=2.34$, $p=.036$. I soggetti di

entrambi i gruppi tendono a guardare il Volto dell'Adulto in media per più tempo quando questo è nella condizione saliente e per meno tempo quando è nella condizione neutra (Figura 4). Entrambi i gruppi seguono dunque lo stesso andamento e questo è confermato dall'assenza di una differenza statisticamente significativa nell'interazione "condizione salienza" x "gruppo", $F(1,29)=2.91$, $p=.098$. Non sono stati rilevati altri effetti principali o interazioni significative.

Tabella 5: Proporzione del tempo impiegato a guardare le diverse Aree di Interesse nelle due diverse Condizioni di Salienza Affettiva: "Saliente" e "Neutra"

AOI		Condizione Saliente	Condizione Neutra
		Media (DS)	Media(DS)
ASD (N= 14)	Volto Adulto	.069 (.047)	.044 (.039)
	Volto Bimbo	.045 (.041)	.038 (.032)
	Corpo Adulto	.010 (.012)	.005 (.008)
	Corpo Bimbo	.015 (.017)	.025 (.038)
	Attività	.421 (.195)	.484 (.181)
	Sfondo	.360 (.235)	.311 (.235)
	Oggetti	.054 (.048)	.067 (.062)
TD (N=18)	Volto Adulto	.161 (.093)	.110 (.070)
	Volto Bimbo	.057 (.057)	.050 (.051)
	Corpo Adulto	.006 (.008)	.005 (.006)
	Corpo Bimbo	.025 (.032)	.017 (.021)
	Attività	.478 (.184)	.496 (.230)
	Sfondo	.198 (.206)	.246 (.260)
	Oggetti	.051 (.042)	.061 (.055)

4.7 Discussione

Nel presente studio è stata utilizzata la tecnologia dell'*eye-tracking* per confrontare il *pattern* di sguardo di soggetti con ASD e con TD di età compresa tra i 3 e gli 8 anni durante la visione di una scena sociale naturale in cui un adulto e un bambino giocano in presenza di oggetti-distrattori. In particolare lo studio ha indagato l'influenza che la "salienda affettiva" ha sul comportamento visivo e sull'attenzione sociale nei due gruppi. I risultati dello studio hanno evidenziato che i soggetti con ASD prestano in generale meno attenzione agli elementi sociali (Persone e Attività da loro svolta) presenti sulla scena rispetto ai soggetti con TD. I dati evidenziano che le Persone e in particolare i loro Volti sono osservati per un tempo minore dai soggetti con ASD rispetto al gruppo di controllo. Lo studio inoltre rileva un dato particolarmente interessante: la condizione di salienza affettiva favorisce l'incremento dell'attenzione sul Volto dell'adulto presente sulla scena da parte di entrambi i gruppi considerati separatamente. L'insieme di tali risultati ci permette di formulare alcune importanti riflessioni su quali siano gli elementi che possono contribuire a modulare l'attenzione sociale nei soggetti con ASD e con TD in età infantile.

Il presente studio si inserisce nel corpus di ricerche condotte con *eye-tracker* che utilizzano stimoli ecologicamente validi, quali video dinamici di interazione sociale, per valutare il comportamento visivo di soggetti con ASD e con TD (Risko et al., 2012; Chita-Tegmark, 2016; Chevallier et al., 2015; Speer et al., 2007). Nell'ambito di tali studi vi è sempre maggiore consenso nel ritenere che l'orientamento visivo e l'attenzione sociale possano essere considerati misure oggettive per valutare la presenza di anomalie nell'interesse sociale nei soggetti con ASD e fornire importanti informazioni sullo sviluppo delle difficoltà sociali che caratterizzano tale patologia (Rice et al 2012; Chita-Tegmark 2016). Il minore interesse dei soggetti con ASD verso la macro categoria Sociale rilevato nel presente studio è coerente con

quello riportato da molti lavori di ricerca (si veda la meta-analisi di Chita-Tegmark, 2016). Una più dettagliata analisi dell'attenzione sociale su tale macro categoria ha messo in evidenza che i soggetti con ASD e quelli con TD guardano l'Attività svolta dagli attori mediamente per lo stesso tempo. Tale risultato non conferma quello ottenuto da Shic e collaboratori (2011) i quali riscontrano una differenza significativa tra i due gruppi rispetto a questa area. È importante sottolineare che i soggetti partecipanti allo studio di Shic e collaboratori (2011) avevano circa 20 mesi e che la suddetta differenza tra i risultati potrebbe essere attribuita proprio all'età. Un'altra ipotesi è che i giochi utilizzati nell'interazione tra adulto e bambino nel presente studio (trenino e costruzioni) siano risultati interessanti per entrambi i gruppi e abbiamo contribuito ad attirare la loro attenzione sull'area Attività per una porzione di tempo simile tra ASD e TD. In contrasto con quanto rilevato da Shic e collaboratori (2011) e da molti altri studi (Chita-Tegmark, 2016) i soggetti con ASD del presente studio non differiscono dai TD per il tempo impiegato a guardare la categoria Non Sociale che comprende lo sfondo e gli oggetti distrattori presenti sulla scena. In particolare, sebbene i soggetti con ASD abbiano guardato gli oggetti distrattori per un tempo marginalmente superiore rispetto ai soggetti con TD, tale differenza non è risultata essere statisticamente significativa.

In linea con Shic e collaboratori (2011) i risultati ottenuti mettono in evidenza che per i soggetti con ASD i Volti risultano meno interessanti di quanto non lo siano per i soggetti con TD. Questo dato è coerente con i risultati di molti studi (Chawarska et al 2012,2013; Chita-Tegmark 2016a; Riby e Hancock 2009 ; Shic et al 2011; von Hofsten et al 2009). La maggior parte degli studi di *eye tracking* infatti si è concentrata sull'indagare l'attenzione rivolta all'elemento che per antonomasia trasmette informazioni socialmente salienti: il volto dei personaggi coinvolti nella scena sociale. La maggioranza degli studi sostengono che i soggetti con ASD hanno osservato i volti per meno tempo rispetto ai controlli. Tale risultato emerge sia con l'uso di stimoli statici (Bird et al., 2011; Fletcher-Watson et al., 2009) sia con l'uso di

stimoli dinamici (Chawarska et al 2012, 2013; Chita-Tegmark 2016; Riby e Hancock 2009; Shic et al 2011; von Hofsten et al 2009; Rice et al, 2012; Guillon et al, 2014). Nella sua meta-analisi, Chita-Tegmark (2015) oltre a confermare che le persone con ASD mostrano una ridotta attenzione visiva verso i volti, enfatizza che tale attenzione è influenzata dal numero di persone nella scena.

Il presente studio, a differenza di quelli precedenti, ha voluto esplorare un aspetto dell'attenzione sociale innovativo ed ancora poco esplorato. Ci riferiamo alla possibilità che il “come” le informazioni vengono presentate possa avere una ripercussione sul “dove” i soggetti orientano la loro attenzione. Il “come” a cui facciamo riferimento non riguarda la classica scelta sulla tipologia di stimolo sopra discussa (es. statico/dinamico) ma concerne la manipolazione di una condizione che abbiamo definito “salienza affettiva” e che, nella iniziale ipotesi di questo lavoro, avrebbe potuto incidere sul comportamento visivo dei due gruppi. I partecipanti allo studio sono stati esposti alla visione randomizzata di 4 video di interazione adulto-bambino in cui i contenuti (linguaggio parlato, alternanza di turni, tipologia di azioni, oggetti presenti sulla scena) erano identici per coppie. I due video di ciascuna coppia differivano tra loro solo per la presenza o assenza di “salienza affettiva” nell'interazione ottenuta attraverso la modulazione delle espressioni facciali, della gestualità e del tono del linguaggio parlato dagli attori. Un video risultava essere nella condizione “neutra” e l'altro nella condizione “saliente” . La condizione “neutra” era priva di coinvolgimento affettivo-emotivo ed era caratterizzata da prosodia più lineare, ridotta mimica facciale ed assenza di gesti; nella condizione “saliente” vi era invece un chiaro affetto positivo, la prosodia era più variegata, le espressioni facciali erano amplificate e la presenza di gesti accompagnava il linguaggio parlato. I risultati dello studio hanno evidenziato che, seppure i soggetti con ASD abbiano guardato il Volto dell'adulto presente sulla scena per meno tempo rispetto ai soggetti con TD, i due gruppi hanno avuto un simile andamento nell'attenzione rivolta a quest'area

nelle due diverse condizioni. Entrambi i gruppi infatti, quando esposti alla visione del video nella condizione saliente hanno guardato per più tempo il Volto dell'adulto di quanto non abbiano fatto durante la visione del video nella condizione neutra. A conferma della nostra ipotesi iniziale i risultati evidenziano che la condizione di salienza affettiva ha influito positivamente sull'attenzione sociale dei bambini con e senza autismo aumentando i tempi di sguardo sul Volto, elemento della scena che, per una combinazione di elementi produttivi (espressioni facciali e verbali) veicola numerose informazioni sociali. I dati ottenuti suggeriscono che, come avviene nello sviluppo tipico fin nei primi mesi di vita, la componente di affetto positivo veicolata da espressioni facciali amplificate, gestualità e prosodia maggiormente modulata aiuta a catturare l'attenzione dei soggetti con ASD in età infantile. Diversi studi hanno esplorato l'impatto che un volto che esprime affetto positivo ha sull'attenzione di bambini a sviluppo tipico rispetto a un volto neutro rilevando che esso cattura maggiormente l'attenzione (Nummenma et al., 2006; Calvo & Lang, 2004) e aumenta il piacere del bambino all'interazione con l'adulto (Montague & Walker-Andrews, 2001). Tale piacere, a sua volta, guida l'attenzione del bambino verso le informazioni veicolate del volto e promuove la risposta sociale favorendo l'instaurarsi di un circolo virtuoso che alimenta lo sviluppo del senso di intersoggettività (Trevarthen e Hubley 1978). Di contro, la presenza di minore interesse verso il volto potrebbe essere un fattore che, come sostiene la teoria della motivazione sociale, deriva da una ridotta capacità di attribuire valore di gratificazione agli stimoli sociali privando gli individui di quelle opportunità di apprendimento fondamentali per la comprensione del mondo sociale (Chevallier et al., 2012). Alcuni studi hanno preso in esame il modo in cui i soggetti con ASD rispondono a diversi livelli di intensità nell'espressione facciale (Key et al., 2014; Wong et al., 2012; Poljiac, 2012). Infine in un recentissimo lavoro condotto su bimbi in età prescolare (range età 19-55 mesi) Franchini e collaboratori (2017) hanno indagato l'effetto che l'intensità dell'espressione emotiva (volto sorpreso) e l'uso di gesti

(pointing) ha sul comportamento di risposta all'attenzione congiunta in bimbi con ASD e TD. I risultati dello studio sono in linea con quelli da noi ottenuti in quanto rilevano che la presenza di una maggiore espressività delle emozioni e di gestualità aumenta la capacità dei soggetti con ASD di emettere comportamenti di risposta di attenzione congiunta (Franchini et al., 2017). Un altro interessante studio condotto da Key e collaboratori (2014) su bimbi ad alto rischio di sviluppare autismo ha indagato l'andamento degli ERP in presenza di espressioni affettive positive molto e poco intense (sorriso pieno/ accennato). I risultati dello studio hanno messo in evidenza che i bimbi ad alto rischio presentavano una risposta corticale più tipica quando le espressioni affettive erano più amplificate (sorriso pieno). Gli autori dello studio interpretano tali evidenze suggerendo che espressioni facciali più intense possono meglio supportare il processamento delle informazioni sociali nel gruppo di bambini ad alto rischio di autismo e contribuire allo sviluppo e mantenimento di quei processi che favoriscono lo sviluppo della motivazione sociale (Key et al., 2014). Questi risultati sono inoltre coerenti con quelli ottenuti da un altro studio comportamentale su bambini più grandi (range età 7-13 anni) che mette in evidenza la presenza di difficoltà nei soggetti con ASD nel processare espressioni affettive meno pronunciate rispetto a quelle più intense e rileva che i soggetti con ASD identificano le espressioni facciali più intense più velocemente (Wong et al., 2012).

Una possibile interpretazione dell'aumento dei tempi di attenzione sul Volto dell'adulto nella condizione di salienza affettiva da parte di entrambi i gruppi è dunque riferibile alla maggiore intensità e coloritura affettiva presente nell'interazione di gioco. Si ritiene importante sottolineare che, seppure non risulta esserci una differenza significativa tra i soggetti con ASD e quelli con TD rispetto all'attenzione rivolta al Volto del bambino presente nella scena, entrambi i gruppi tendono a guardare marginalmente di più quest'area nella condizione saliente rispetto a quella neutra. Esistono diverse possibili interpretazioni di tale risultato.

Una interpretazione in linea con quanto ipotizzato in questo lavoro è che la salienza affettiva

abbia di fatto aumentato l'interesse verso le aree con maggiore significato sociale e che l'aumento dell'attenzione al volto sia stata dettata dalla maggiore attrattività delle espressioni facciali amplificate. Tale spiegazione è inoltre coerente con i principi e le tecniche utilizzate in diversi tipi di intervento intensivo precoce tra cui il tipo di trattamento a cui i soggetti del gruppo con ASD sono stati precedentemente sottoposti. Infatti una delle strategie utilizzate dall'ESDM per attirare l'attenzione dei bambini è quella di utilizzare espressioni del volto amplificate e accentuazione della prosodia affettiva positiva (Rogers et al., 2010; Ingersoll et al., 2006). È possibile dunque che i risultati ottenuti siano in parte sostenuti da questo aspetto.

Un'altra interpretazione potrebbe essere relata alla presenza di aspetti *low-level* quali il movimento maggiormente presente nella condizione saliente rispetto a quella neutra. In questo caso però la presenza di gesti delle mani avrebbe dovuto determinare un aumento dell'attenzione sull'AOI Attività (che comprende le mani) nella condizione saliente rispetto a quella neutra. I risultati invece rilevano una maggiore attenzione sul Volto dell'adulto, non sull'area Attività in tale condizione.

Un'altra possibile spiegazione dei risultati ottenuti è che la condizione di salienza affettiva abbia attirato l'attenzione dei bambini per la presenza di un maggiore livello di *arousal* determinato dalle caratteristiche multimodali del video. Nel video, in questo studio, sono infatti mantenute sia la modalità visiva sia quella uditiva per cui è possibile che quest'ultima abbia determinato la maggiore attenzione rivolta al volto. La prosodia affettiva presente nella condizione saliente è caratterizzata da un tono più acuto e picchi più alti rispetto a quella neutra. Tale interpretazione risulta in parte contraddire la letteratura sull'argomento, sebbene gli studi precedenti si siano basati su modalità di rilevazione dell'*arousal* specifiche. Gli studi che indagano l'aspetto relato all'*arousal* si servono, infatti, oltre che della tecnologia dell'*eye tracker*, di metodiche specifiche non utilizzate nel presente lavoro quali la misurazione dei livelli di cortisolo (Corbett et al., 2014), della pupillometria (Sepeta et al., 2012) o della

conduttanza cutanea (Karttinen et al., 2016) o ancora della misurazione del ritmo cardiaco. Se è pur vero che tali studi mettono in evidenza la presenza di maggiori livelli di *arousal* nei soggetti con ASD in presenza di situazioni sociali (Corbett et al., 2014) o di elementi socialmente salienti (es. sguardo diretto al partecipante), essi al contempo sottolineano che il comportamento di regolazione dell'*arousal* da parte dei soggetti con ASD è quello di distogliere lo sguardo dall'elemento che determina quella attivazione (Chawarska et al., 2012) o evitare la situazione fonte di tale attivazione (situazione sociale). I risultati del presente studio invece evidenziano una maggiore attenzione verso l'elemento sociale che, a nostro parere, non può essere motivata con un aumento del livello di *arousal*.

È dunque possibile ipotizzare che la maggiore attenzione verso la scena sociale, quando altri studi prevedono un evitamento, sia spiegabile tramite la naturalità della scena osservata connessa proprio alla tipologia di variabile controllata (salienza affettiva).

Il presente studio presenta limiti e punti di forza. Tra i limiti vi è certamente la numerosità del campione. Un numero maggiore di partecipanti allo studio potrebbe aumentare la robustezza dei risultati ottenuti. Altro limite è l'assenza di misure comportamentali di attenzione e motivazione sociale con cui poter correlare i risultati ottenuti. Tali misure infatti permetterebbero di comprendere meglio la natura dei processi cognitivi coinvolti nello studio.

Un punto di forza risulta essere l'uso di video che descrivevano diversi tipi di attività congiunta e di oggetti presenti sulla scena (Shic et al., 2011) e la manipolazione della condizione di salienza affettiva come suggerito da diversi autori in studi precedenti (Fletcher-Watson et al., 2009).

Il risultati del presente lavoro hanno importanti implicazioni cliniche.

Dal momento che i bambini sono più propensi ad imparare dalle cose a cui prestano attenzione, i risultati di questo studio ci suggeriscono che alcune condizioni più di altre possono favorire l'aumento della motivazione ad interagire con l'altro. In modo particolare i dati ottenuti

sottolineano che l'apprendimento sociale nei soggetti con ASD in età infantile potrebbe essere favorito dalla presenza di un ambiente affettivamente saliente in cui affetto positivo e modulazione della comunicazione verbale e non verbale hanno un ruolo nel convogliare l'attenzione verso l'altro e dunque verso informazioni fondamentali per l'acquisizione di competenze socio-comunicative. A supporto di tali risultati esistono attualmente diversi trattamenti intensivi precoci definiti da Laura Schreibman e collaboratori (2015) "Interventi naturalistici evolutivo-comportamentali (NDBI)" che si propongono di favorire la motivazione sociale mettendo in pratica strategie educative finalizzate ad aumentare l'interesse dei bimbi con ASD verso gli altri. Una delle strategie usate è proprio quella di amplificare le espressioni facciali ed il linguaggio del corpo al fine di catturare l'attenzione dei bimbi e garantire una migliore opportunità di apprendimento delle informazioni sociali veicolate attraverso il corpo. L'*Early Start Denver Model* (ESDM) ed il *Pivotal Response Training* (PRT) sono due esempi di tali interventi di cui discuteremo nel prossimo capitolo.

In conclusione, abbiamo riportato i risultati di uno studio con uso di *eye-tracker* che indaga il comportamento di sguardo di soggetti con ASD e TD in età infantile di fronte ad una scena sociale naturale. I risultati dello studio hanno messo in evidenza una differenza significativa tra i due gruppi nell'attenzione rivolta al Volto dell'adulto presente sulla scena. I soggetti con ASD hanno guardato tale volto per un tempo inferiore rispetto ai soggetti con TD. Tale risultato è in accordo con parecchi studi di *eye-tracking* e sottolinea la difficoltà di interesse sociale presente nei soggetti con ASD. Lo studio inoltre aggiunge importanti informazioni alle attuali conoscenze sull'attenzione sociale nei soggetti con ASD. Esso infatti mette in evidenza che, quando questi ultimi sono posti di fronte ad una scena di interazione sociale in cui l'attenzione viene ingaggiata tramite "salienza affettiva" ovvero una maggiore modulazione delle espressioni facciali, della prosodia e della gestualità, i soggetti con ASD tendono ad aumentare

i tempi di attenzione sul volto rispetto a quanto non facciano nella condizione di salienza neutra.

Appendice 1

Implicazioni per il trattamento dei soggetti con ASD e Teoria della Motivazione Sociale

Introduzione

Gli studi più recenti nell'ambito delle neuroscienze confermano la grande plasticità del sistema nervoso nei primi anni di vita e rendono sempre più rilevante, nell'ambito della ricerca clinica, il peso da attribuire alla diagnosi precoce e al trattamento tempestivo, al fine di limitare gli effetti dei deficit sociali e comunicativi precoci. Attualmente il trattamento è basato su protocolli comportamentali e diversi tipi di Trattamento Intensivo Precoce *evidence-based* hanno dimostrato la loro efficacia nel ridurre in modo significativo l'impatto di questo disturbo sullo sviluppo dei bambini con ASD migliorando le capacità socio-comunicative e cognitive in un periodo particolarmente favorevole dello sviluppo cerebrale (Dawson et al., 2009; Rogers et al., 2011). Tuttavia, diverse evidenze scientifiche hanno dimostrato che la risposta al trattamento a livello individuale è molto variabile (Howlin et al. 2009) per cui vi è ormai ampio consenso tra i ricercatori nel ritenere che uno stesso approccio al trattamento applicato a tutti i bambini con ASD indipendentemente dalle loro peculiari caratteristiche cliniche sia inadeguato (Consiglio Nazionale delle Ricerche, 2001; Schreibman, 2000; Sherer et al., 2005; Stahmer et al., 2011). Nonostante questo sia un aspetto di cruciale importanza ad oggi non è ancora chiaro quali siano i fattori che possono fungere da predittori di efficacia del trattamento e, sebbene siano state fatte delle ipotesi in tal senso (Sherer et al. 2005) risultano limitate le attuali conoscenze su quali siano i profili specifici di *responder* e *non responder* ai diversi modelli di intervento (Stahmer et al. 2011). E' infatti importante cercare di comprendere a priori, con il supporto di evidenze scientifiche, quali sono quegli aspetti che incidono di più nella risposta al trattamento in modo tale da poter massimizzare la risposta individuale. Studi preliminari hanno dimostrato che i seguenti fattori possono essere dei predittori di *out-come* a diversi modelli di

intervento: Q.I. iniziale (Magiati et al., 2007); l'età precoce (Perry et al., 2011); le abilità di comunicazione (Eikeseth et al., 2007); le capacità di gioco (Kasari et al., 2012a); l'interesse verso gli oggetti (Carter et al., 2011); l'imitazione (Ingersoll, 2010). Tuttavia i meccanismi attraverso cui questo avviene non sono stati ancora ben delineati.

Come abbiamo visto nel primo capitolo, i progressi nel campo delle neuroscienze hanno permesso di evidenziare la stretta interconnessione tra sviluppo cerebrale e sviluppo comportamentale sottolineando che il modo in cui i bambini interagiscono con l'ambiente influenza specializzazione dei circuiti cerebrali e la connettività tra le varie aree cerebrali (Sullivan et al., 2014). Diversi studi dimostrano che la frequenza con cui un'esperienza ricorre nello sviluppo ha un diretto effetto sulla neuroplasticità cerebrale ed in particolare che le esperienze ricche di interazioni sociali favoriscono la formazione di connessioni interemisferiche fondamentali per l'adeguato sviluppo di abilità sociali e non (Johnson et al., 2005). Altresì è stato dimostrato che i soggetti con ASD presentano precocemente deficit nell'attenzione sociale e nell'interesse verso stimoli che provengono dal mondo sociale (Pierce et al., 2015; Shic et al., 2012; Chevallier et al., 2015; Chawarska et al., 2013; Dawson et al., 2005, 2008). Sappiamo che secondo la Teoria della Motivazione Sociale (Chevallier et al., 2012, Dawson et al. 2005; Grelotti et al., 2002) tale condizione sarebbe da ricondurre, almeno in parte, alla difficoltà che i soggetti con ASD hanno nell'attribuire un valore di gratificazione agli stimoli sociali che a sua volta deriva da anomalie nel circuito di *reward* evidenziate attraverso studi di *neuroimaging* (Zeeland et al., 2010; Delmonte et al. 2012; Dichter et al. 2012) e da studi elettrofisiologici (Stavrououlos & Carver, 2014) ampiamente riportati in altre sezioni di questo lavoro. In particolare Kohls e collaboratori (2012) ritengono che il mancato interesse verso le relazioni sociali derivi da anomalie a carico circuito “*wanting*” del sistema di *reward* che coinvolge lo striato ventrale implicato nell'aspetto motivazionale e normalmente attivo nell'anticipazione di una ricompensa.

Strategie per favorire la motivazione sociale: l'Early Start Denver Model (ESDM)

L'ipotesi secondo cui i deficit di interazione sociale negli ASD si strutturano precocemente nello sviluppo limitando così le opportunità di apprendimento, ha portato alla ideazione di metodi di intervento precoci maggiormente orientati a promuovere la motivazione sociale quali l'Early Start Denver Model (ESDM) (Rogers & Dawson, 2010). L'ESDM si propone di favorire lo sviluppo delle competenze socio-comunicative e cognitive di bambini con diagnosi o rischio di ASD tra i 12 ed i 48 mesi di vita all'interno di una cornice naturalistica. Attraverso l'uso di attività di gioco condiviso e la partecipazione ad interazioni emotivamente piacevoli questo tipo di intervento mira a guidare lo sviluppo cerebrale verso la normale traiettoria di sviluppo o quantomeno ridurre l'espressione dei sintomi autistici sfruttando una finestra temporale di massima neuroplasticità particolarmente aperta al cambiamento (Dawson 2008; Webb & Dawson, 2014). Le pratiche educative dell'ESDM riguardano molteplici aspetti dell'apprendimento sociale quali la comunicazione verbale e non verbale, l'imitazione, la condivisione di emozioni, l'attenzione congiunta, il gioco con e senza oggetti. L'efficacia del metodo è stata documentata in diversi studi (Rogers et al., 2006; Vismara et al., 2009) ed in particolare in uno studio randomizzato con gruppo di controllo (Dawson et al., 2010) in cui emergono significativi miglioramenti nelle capacità cognitive e di adattamento in un gruppo di bambini in età pre-scolare (18-30 mesi) con ASD che hanno ricevuto 25 ore di ESDM a settimana per 2 anni. Uno studio di *follow-up* condotto recentemente da Geraldine Dawson e collaboratori (2015) sullo stesso campione di bambini dopo 2 anni dalla conclusione del trattamento, mette in evidenza il mantenimento dei risultati ottenuti dall'ESDM nell'area delle abilità cognitive, comportamenti adattivi, severità dei sintomi e comportamenti problematici. L'ESDM fa parte di quegli interventi che Laura Schreibman e collaboratori (2015) definiscono "Interventi naturalistici evolutivo-comportamentali (NDBI)" in quanto caratterizzati dall'integrazione di metodologie basate sull'Analisi Applicata del Comportamento (ABA) e

approcci più naturali derivati dalle teorie evolutive (Schreibman et al., 2015). Nonostante infatti un ampio corpus di ricerche abbia dimostrato gli effetti positivi di interventi più strutturati e direttivi basati sull'Analisi Applicata del Comportamento (ABA) quali il Discrete Trial Training (DTT) (Lovaas, 1973) questo tipo di intervento ha anche avuto diverse critiche. Infatti i soggetti con ASD che avevano ricevuto questo tipo di trattamento mostravano: 1) difficoltà di generalizzare in contesti naturali i comportamenti appresi in ambienti terapeutici strutturati; 2) tendenza all'evitamento del compito; 3) mancanza di spontaneità; 4) eccessiva dipendenza dagli aiuti (Vismara et al., 2010; Matson et al., 2008). Gli interventi NBDI invece, pur presentando differenze metodologiche, concordano nel ritenere che gli apprendimenti devono preferibilmente essere proposti nel contesto delle naturali attività di gioco, essere adeguate all'età di sviluppo del bambino, fare uso di rinforzi naturali e soprattutto devono munirsi di strategie motivazionali finalizzate a promuovere l'iniziativa spontanea e la generalizzazione degli apprendimenti (Allen et al., 2008; Verschuur et al. 2014; Schreibman et al., 2015). L'importanza attribuita all'aspetto ambientale è sostenuta da diversi studi condotti su bambini a sviluppo tipico che enfatizzano il ruolo delle interazioni sociali nel favorire lo sviluppo della comunicazione (Kuhl et al. 2003; Rogers et al., 1991) evidenziando che gli apprendimenti hanno luogo nel contesto di attività che coinvolgono relazioni emotivamente significative (Kuhl et al. 2007) e che, a livello cerebrale, gli eventi emotivamente salienti determinano una maggiore attività neuronale e vengono più facilmente memorizzati (Markovic et al., 2014). La motivazione ad interagire con gli altri ed a trarre piacere da tali interazioni è dunque diventata l'aspetto peculiare degli interventi NBDI. Già negli anni 80' Robert e Lynn Koegel (Koegel et al., 1987) e Laura Schreibman (Schreibman & Koegel, 2005) ideatori del *Pivotal Response Training* (PRT) ipotizzavano che la motivazione fosse un aspetto appunto "pivotal" del comportamento, cioè in grado di produrre cambiamenti di vasta portata tali da promuovere lo sviluppo collaterale di altri aspetti del comportamento (Koegel et al., 2001, 2006

Koegel & Mentis, 1985). Le strategie utilizzate dal PRT per aumentare la motivazione sociale sono state ampiamente riportate in letteratura (Dunlap & Koegel, 1980; Koegel et al., 1999, 1987a; Koegel & Koegel 2006; Koegel et al., 2001). Tra queste ve ne sono alcune che hanno dimostrato la loro efficacia in particolare nell'incrementare la risposta agli stimoli sociali e contemporaneamente diminuire i comportamenti di evitamento o distruttivi spesso presentati dai bambini durante le interazioni (Kern & Dunlap, 1998). Di seguito riportiamo le procedure proposte dal PRT e generalmente utilizzate dai NDBI: 1) seguire la guida del bambino e dargli l'opportunità di scegliere l'attività da svolgere: diversi studi hanno dimostrato che i bambini con TD partecipano attivamente alla co-creazione delle loro esperienze di apprendimento (Meltzoff et al., 2009) e questo ha fatto sì che anche gli interventi diretti ai bambini con ASD fossero maggiormente attenti a stimolare la loro iniziativa piuttosto che considerarli passivi recettori di rinforzi. Diventa dunque importante notare quali cose stimolano l'interesse di quel particolare bambino e utilizzare le sue attività preferite per favorirne l'iniziativa; 2) Fornire rinforzi naturali: la ricerca ha dimostrato che l'uso rinforzi naturali o intrinseci, cioè direttamente legati all'obiettivo che il bambino vuole raggiungere, aumenta la motivazione e permette un più rapido apprendimento del compito proposto. E' stato infatti notato che l'uso di rinforzi estrinseci cioè non collegati al contenuto dell'attività o dell'interazione in atto, oltre a non aumentare il valore di gratificazione dell'attività stessa, ostacolano la generalizzazione degli apprendimenti in contesti privi di tali rinforzi (Koegel e Koegel, 1995; Schreibman et al., 2015); 3) rinforzare i tentativi e 4) alternare compiti più complessi con compiti più semplici che prevedono abilità già apprese: queste strategie permettono di far sperimentare una sensazione di successo che aumenta la motivazione al gioco e fa diminuire la frustrazione ed i comportamenti indesiderati; 5) alternare i turni nelle attività: fa sì che l'attività acquisisca un valore sociale altamente comunicativo in quanto ricorda le tipiche interazioni di scambio che si verificano nel contesto delle relazioni sociali, permette al bambino di aumentare le proprie abilità di

condivisione ed attira la sua attenzione sul partner di gioco (Rieth et al., 2014; Verschuur et al., 2014). Per stimolare l'interesse nei confronti degli altri ed aumentare il valore di *reward* degli stimoli sociali gli apprendimenti vengono dunque inseriti in episodi di gioco divertenti, coinvolgenti e piacevoli tra il bambino con ASD ed il suo partner (terapista o familiare). L'ESDM si propone di promuovere tali aspetti attraverso l'uso delle cosiddette "routines socio sensoriali" in cui l'attenzione del bambino è catturata dall'adulto attraverso giochi che implicano la stimolazione di esperienze sensoriali positive e l'espressione amplificata delle emozioni attraverso un'opportuna e naturale modulazione della voce, dei gesti e della mimica facciale al fine di rendere più salienti le informazioni veicolate dai volti e dal corpo. Inoltre la ripetizione di tali routine le rende familiari e facilmente prevedibili favorendo l'apprendimento da parte dei bambini con ASD e la successiva richiesta spontanea. Rogers e colleghi (2010) sottolineano infatti la necessità di aumentare il "quoziente di divertimento" delle attività di gioco in quanto, come evidenziato precedentemente, essere coinvolti in attività divertenti ed emotivamente ricche permette un apprendimento più piacevole, aumenta i tempi di permanenza nell'attività e le opportunità di apprendimento, favorisce l'uso spontaneo di segnali comunicativi da parte del bambino (sguardi, gesti, vocalizzazioni per richiedere la continuazione del gioco) ed aumenta il valore intrinseco delle ricompense sociali (Rogers et al., 2012).

CONCLUSIONI

La motivazione sociale è uno degli elementi che, almeno nel sapiens, rende naturalmente piacevole l'interesse verso gli altri attori della scena sociale. Tale interesse intrinsecamente motivante è ritenuto alla base della stragrande maggioranza dei processi di apprendimento, precocemente e in età infantile. Questa innata propensione verso il mondo sociale è fondamentale in quanto getta le basi per lo sviluppo dei circuiti cerebrali coinvolti nelle risposte sociali e rende gli esseri umani “esperti” nella fruizione dei segnali che provengono dagli altri.

L'esperienza sociale pare essere sostenuta da meccanismi neurobiologici connessi al sistema di *reward*, cioè quel circuito cerebrale che fornisce una “ricompensa” in relazione all'esecuzione di un comportamento, fornendo una motivazione all'apprendimento da parte degli attori sociali.

Nei soggetti con ASD l'apprendimento non è impedito, ma sembra diretto verso altri oggetti di apprendimento, rendendo il flusso di interazione e sviluppo delle abilità meno naturalmente orientato.

In particolare, studi clinici e neuropsicologici mettono in evidenza che bambini con ASD, differentemente da quelli con TD, mostrano comportamenti quali la tendenza a concentrare la loro attenzione sugli oggetti piuttosto che sulle persone (Shic et al., 2011) o sui loro movimenti (Klin, 2009), inferiore frequenza di contatto oculare (Zwaigenbaum et al., 2009; Werner et al., 2000), di attenzione congiunta, di riconoscimento delle espressioni facciali e di imitazione (Dawson et al., 2004; Dawson et al., 2002). Essi inoltre sono meno propensi a condividere il divertimento, ad iniziare ed a prendere parte ad attività collaborative (Muratori et al., 2003).

Le spiegazioni fornite a questa forma di evitamento o mancato interesse verso la dimensione sociale confermano l'ipotesi della “Teoria della Motivazione Sociale dell'Autismo” (SMT - *Social Motivation Theory*) (Dawson et al. 2005; Chevallier et al., 2012) che, come abbiamo visto, individua in un deficit del circuito di *reward* una delle cause delle alterazioni nel comportamento sociale dei soggetti con ASD. La mancata “ricompensa” associata alla

dimensione sociale, renderebbe i comportamenti sociali non interessanti per i soggetti con ASD, eliminando quella dimensione intrinsecamente motivante legata all'interazione sociale che è garante dell'apprendimento sociale fin dalla più tenera età e che è alla base dello sviluppo di molte competenze cognitive che si presentano “naturalmente” negli infanti.

In questo lavoro la motivazione sociale è stata indagata nei soggetti con ASD in due studi.

Nel primo è stata valutata la preferenza per rinforzi sociali vs. non sociali. Tale valutazione è avvenuta somministrando a bambini in età infantile un paradigma comportamentale implementato su *tablet* evolutivamente adeguato, partendo dall'ipotesi, non testata ancora in questa fascia d'età da studi precedenti, secondo cui la preferenza per l'immagine sociale vs. non sociale possa essere relata al valore di ricompensa intrinseco al contenuto dell'immagine. I risultati di questo studio hanno messo in evidenza una ridotta preferenza per i rinforzi sociali nei bambini con ASD rispetto ai controlli di pari età a sviluppo tipico.

Nel secondo studio, invece, è stata valutata l'attenzione sociale, una delle componenti della Motivazione sociale, nei termini della tendenza ad orientare la propria attenzione verso stimoli sociali (es. volti e scene sociali) rispetto a stimoli non sociali (es. oggetti, ambienti) (Birmingham et al., 2009). In tale studio è stato somministrato a bambini con ASD e con TD il filmato (video con audio) di una scena di interazione naturale adulto-bambino ed il comportamento visivo è stato rilevato mediante uso di *eye-tracker*. Si è scelto di somministrare un filmato di tipo naturalistico per valutare se la “saliienza affettiva”, un costrutto da noi formulato che è definito dalla spontanea tendenza da parte dell'adulto ad amplificare gesti, espressioni facciali e prosodia in presenza di un bambino in età infantile, influenzasse o meno l'attenzione sociale rivolta ad una scena, sia nei soggetti con TD che con ASD. I risultati hanno evidenziato che la condizione di saliienza affettiva ha aumentato l'attenzione sociale verso il Volto sia nei bambini con sia in quelli senza autismo. È interessante notare che la maggiore attenzione sociale verso scene con saliienza affettiva è stata valutata in soggetti con ASD cui era

stato somministrato un trattamento di ESDM che lavora proprio sulla dimensione sociale naturalistica. Studi futuri potrebbero prevedere l'inserimento di un ulteriore gruppo di controllo costituito da soggetti con ASD della stessa fascia di età trattati precedentemente con altri metodi riabilitativi di tipo comportamentale non naturalistici (ad esempio *Applied Analysis Behaviour - ABA*) per valutare se la maggiore attrattività da parte di questi soggetti verso i volti in condizioni di salienza affettiva sia connesso anche al tipo di trattamento. La Motivazione sociale, infatti, rappresenta un costituente centrale della cognizione umana che facilita l'apprendimento e mantiene l'interesse verso le relazioni sociali. L'ESDM impiegando una metodologia che stimola lo sviluppo della motivazione sociale nei soggetti con ASD in età precoce, aumenta l'interesse dei bimbi verso gli altri e favorisce questo tipo di apprendimento.

BIBLIOGRAFIA

- Abrams, D. A., Lynch, C. J., Cheng, K. M., Phillips, J., Supekar, K., Ryali, S., ... & Menon, V. (2013). Underconnectivity between voice-selective cortex and reward circuitry in children with autism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(29), 12060-12065.
- Adolphs, R., & Spezio, M. (2006). Role of the amygdala in processing visual social stimuli. *Progress in Brain Research*, *156*, 363–378.
- Aharon, I., Etcoff, N., Ariely, D., Chabris, C. F., O'Connor, E., & Breiter, H. C. (2001). Beautiful faces have variable reward value: fMRI and behavioral evidence. *Neuron*, *32*(3), 537-551.
- Ahearn, W. H., Parry-Cruwys, D., Toran, T., & MacDonald, J. (2015). Stimulus Salience in Autism: A Social Learning Disorder. In *Autism Service Delivery*(pp. 75-111). Springer New York.
- Allen, K. D., & Cowan, R. J. (2008). Naturalistic teaching procedures. *Effective practices for children with autism: Educational and behavioral support interventions that work*, 213-240.
- Allison, C., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Charman, T., & Richler, J. (2008). The Quantitative Checklist for Autism in Toddlers (Q-CHAT): Psychometric Properties. *Journal of Autism and Developmental Disorders*.
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5®). *American Psychiatric Pub*.
- Anagnostou, E., Soorya, L., Brian, J., Dupuis, A., Mankad, D., Smile, S., & Jacob, S. (2014). Intranasal oxytocin in the treatment of autism spectrum disorders: a review of literature and early safety and efficacy data in youth. *Brain research*, *1580*, 188-198.
- Assaf, M., Hyatt, C. J., Wong, C. G., Johnson, M. R., Schultz, R. T., Hendler, T., & Pearlson, G. D. (2013). Mentalizing and motivation neural function during social interactions in autism spectrum disorders. *NeuroImage: Clinical*, *3*, 321-331.
- Bahrack, L. E., & Newell, L. C. (2008). Infant discrimination of faces in naturalistic events: Actions are more salient than faces. *Developmental Psychology*, *44*(4), 983.
- Baillargeon, R., Scott, R. M., & He, Z. (2010). False-belief understanding in infants. *Trends in cognitive sciences*, *14*(3), 110-118.
- Bandura, A., & Walters, R. H. (1977). Social learning theory.
- Bar-Haim Y, Shulman C, Lamy D, Reuveni A (2006) Attention to eyes and mouth in high-functioning children with autism. *J Autism Dev Disord* *36*: 1–7.
- Baranek, G. T. (1999). Autism during infancy: a retrospective video analysis of sensory-motor and social behaviors at 9-12 months of age. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *29*(3), 213–224.
- Baron-Cohen, S., 2003. *The Essential Difference: Male and Female Brains and the Truth about Autism*. Basic, New York.
- Baron-Cohen, S., Hoekstra, R. A., Knickmeyer, R., & Wheelwright, S. (2006). The autism-spectrum quotient (AQ)—adolescent version. *Journal of autism and developmental disorders*, *36*(3), 343-350.

- Baron-Cohen, S, Leslie, A.M., & Frith, U, (1985) Does the autistic child have a 'theory of mind'? *Cognition*, 21, 37-46.
- Baron-Cohen, S. (2008). Autism, hypersystemizing, and truth. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(1), 64-75.
- Bartels, A., & Zeki, S. (2004). The neural correlates of maternal and romantic love. *Neuroimage*, 21(3), 1155-1166.
- 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), 301-309.
- Bedford, R., Elsabbagh, M., Gliga, T., Pickles, A., Senju, A., Charman, T., & Johnson, M. H. (2012). Precursors to social and communication difficulties in infants at-risk for autism: gaze following and attentional engagement. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(10), 2208-2218.
- Behrens, T. E., Hunt, L. T., Woolrich, M. W., & Rushworth, M. F. (2008). Associative learning of social value. *Nature*, 456(7219), 245-249.
- Belmonte, M. K., Allen, G., Beckel-Mitchener, A., Boulanger, L. M., Carper, R. A., & Webb, S. J. (2004). Autism and abnormal development of brain connectivity. *Journal of Neuroscience*, 24, 9228–9231.
- Bentivoglio, A. R., Bressman, S. B., Cassetta, E., Carretta, D., Tonali, P., & Albanese, A. (1997). Analysis of blink rate patterns in normal subjects. *Movement Disorders*, 12(6), 1028-1034.
- Berridge, K. C., Robinson, T. E., & Aldridge, J. W. (2009). Dissecting components of reward: 'liking', 'wanting', and learning. *Current opinion in pharmacology*, 9(1), 65-73.
- Bertenthal, B. I., & Boyer, T. W. (2015). The Development of Social Attention in Human Infants. In *The Many Faces of Social Attention* (pp. 21-65). Springer International Publishing.
- Bhanji, J. P., & Delgado, M. R. (2014). The social brain and reward: social information processing in the human striatum. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 5(1), 61-73.
- Billeci, L., Narzisi, A., Campatelli, G., Crifaci, G., Calderoni, S., Gagliano, A., Calzone, C., Colombi, C., Pioggia, G., Muratori, F. and Raso, R., 2016. Disentangling the initiation from the response in joint attention: an eye-tracking study in toddlers with autism spectrum disorders. *Translational psychiatry*, 6(5), pp. 808.
- Bird, G., Catmur, C., Silani, G., Frith, C., & Frith, U. (2006). Attention does not modulate neural responses to social stimuli in autism spectrum disorders. *Neuroimage*, 31(4), 1614-1624.
- Birmingham, E., & Kingstone, A. (2009). Human social attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156(1), 118-140.
- Birmingham, E., Bischof, W. F., & Kingstone, A. (2008). Social attention and real-world scenes: The roles of action, competition and social content. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(7), 986-998.
- Birmingham, E., Cerf, M., & Adolphs, R. (2011). Comparing social attention in autism and amygdala lesions: Effects of stimulus and compito condition. *Social Neuroscience*, 6(5–6), 420–435.

- Blair, R. J. R. (2003). Facial expressions, their communicatory functions and neuro-cognitive substrates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 358(1431), 561–572.
- Brand, R. J., & Shallcross, W. L. (2008). Infants prefer motionese to adult-directed action. *Developmental Science*, 11(6), 853-861.
- Bristow, D., Dehaene-Lambertz, G., Mattout, J., Soares, C., Gliga, T., Baillet, S., & Mangin, J. F. (2009). Hearing faces: How the infant brain matches the face it sees with the speech it hears. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(5), 905-921.
- Brown, J., Aczel, B., Jiménez, L., Kaufman, S. B., & Grant, K. P. (2010). Intact implicit learning in autism spectrum conditions. *The quarterly journal of experimental psychology*, 63(9), 1789-1812.
- Bruner, J. S. (1996). *The culture of education*. Harvard University Press.
- Brunia, C. H., Hackley, S. A., van Boxtel, G. J., Kotani, Y., & Ohgami, Y. (2011). Waiting to perceive: reward or punishment?. *Clinical Neurophysiology*, 122(5), 858-868.
- Buchheim, A., Heinrichs, M., George, C., Pokorny, D., Koops, E., Henningsen, P., ... & Gündel, H. (2009). Oxytocin enhances the experience of attachment security. *Psychoneuroendocrinology*, 34(9), 1417-1422.
- Byrge, L., Sporns, O., & Smith, L. B. (2014). Developmental process emerges from extended brain–body–behavior networks. *Trends in cognitive sciences*, 18(8), 395-403.
- Calvo, M. G., & Lang, P. J. (2004). Gaze patterns when looking at emotional pictures: Motivationally biased attention. *Motivation and Emotion*, 28(3), 221-243.
- Carpenter, M. (2010). Social cognition and social motivations in infancy. *The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development*, 2, 106-128.
- Carpenter, M., & Call, J. (2009). Comparing the imitative skills of children and nonhuman apes. *Revue de primatologie*, (1).
- Carpenter, M., Nagell, K., Tomasello, M., Butterworth, G., & Moore, C. (1998). Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. *Monographs of the society for research in child development*, i-174.
- Casanova M.F., Buxhoeveden D.P., Switala A.E., Roy E. (2002) Minicolumnar pathology in autism. *Neurology* 58:428–432.
- Cascio, C. J., Foss-Feig, J. H., Heacock, J., Schauder, K. B., Loring, W. A., Rogers, B. P., ... & Bolton, S. (2014). Affective neural response to restricted interests in autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(2), 162-171.
- Chakrabarti, B., Kent, L., Suckling, J., Bullmore, E., & Baron-Cohen, S. (2006). Variations in the human cannabinoid receptor (CNR1) gene modulate striatal responses to happy faces. *The European Journal of Neuroscience*, 23(7), 1944–1948.
- Charman, T. (2003). Why is joint attention a pivotal skill in autism?. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 358(1430), 315-324.
- Chawarska K, Macari S, Shic F (2012): Context modulates attention to social scenes in toddlers with autism. *J Child Psychol Psychiatry* 53: 903–913.
- Chawarska, K., Klin, A., & Volkmar, F. (2003). Automatic attention cueing through eye

movement in 2-year-old children with Autism. *Child development*, 74(4), 1108-1122.

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

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

Chawarska, K., Macari, S., Powell, K., DiNicola, L., & Shic, F. (2016). Enhanced social attention in female infant siblings at risk for autism. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 55(3), 188-195.

Chevallier, C., Coralie, C., Julia, P.-M., Alana, M., Rump, K. M., Sasson, N. J., ... Schultz, R. T. (2015). Measuring social attention and motivation in autism spectrum disorder using eye-tracking: Stimulus type matters. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, 8(5), 620-628.

Chevallier, C., Noveck, I., Happé, F., & Wilson, D. (2011). What's in a voice? Prosody as a test case for the Theory of Mind account of autism. *Neuropsychologia*, 49(3), 507-517.

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

Chevallier, C., Parish-Morris, J., McVey, A., Rump, K. M., Sasson, N. J., Herrington, J. D., & Schultz, R. T. (2015). Measuring social attention and motivation in autism spectrum disorder using eye-tracking: Stimulus type matters. *Autism Research*, 8(5), 620-628.

Chevallier, C., Parish-Morris, J., McVey, A., Rump, K. M., Sasson, N. J., Herrington, J. D., & Schultz, R. T. (2015). Measuring social attention and motivation in autism spectrum disorder using eye-tracking: Stimulus type matters. *Autism Research*, 8(5), 620-628.

Chita-Tegmark, M. (2015). Social attention in ASD: A review and meta-analysis of eye-tracking studies. *Research in developmental disabilities*, 48, 79-93.

Chita-Tegmark, M. (2016). Attention Allocation in ASD: a Review and Meta-analysis of Eye-Tracking Studies. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-15.

Constantino, J. N., & Todd, R. D. (2005). Intergenerational transmission of subthreshold autistic traits in the general population. *Biological psychiatry*, 57(6), 655-660.

Constantino, J. N., & Gruber, C. P. (2007). *Social responsiveness scale (SRS)*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.

Constantino, J.N., 2002. The Social Responsiveness Scale. Western Psychological Services, Los Angeles.

Cooper, R. P., Abraham, J., Berman, S., & Scompitoa, M. (1997). The development of infants' preference for motherese. *Infant Behavior and Development*, 20(4), 477-488.

Corbett, B. A., Swain, D. M., Newsom, C., Wang, L., Song, Y., & Edgerton, D. (2014). Biobehavioral profiles of arousal and social motivation in autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(8), 924-934.

Cox, A., Kohls, G., Naples, A. J., Mukerji, C. E., Coffman, M. C., Rutherford, H. J. V., ... McPartland, J. C. (2015). Diminished social reward anticipation in the broad autism phenotype

as revealed by event-related brain potentials. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(10), 1357–1364.

Dadds, M. R., MacDonald, E., Cauchi, A., Williams, K., Levy, F., & Brennan, J. (2014). Nasal oxytocin for social deficits in childhood autism: a randomized controlled trial. *Journal of autism and developmental disorders*, 44(3), 521-531.

Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., Schaefer, H. S., Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H. et al. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature Neuroscience*, 8, 519–526.

Dawson, G. (2008). Early behavioral intervention, brain plasticity, and the prevention of autism spectrum disorder. *Development and psychopathology*, 20(03), 775-803.

Dawson, G., & Zanolli, K. (2003). Early intervention and brain plasticity in autism. *Autism: Neural basis and treatment possibilities*, 266-280.

Dawson, G., Meltzoff, A. N., Osterling, J., Rinaldi, J., & Brown, E. (1998). Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *Journal of autism and developmental disorders*, 28(6), 479-485.

Dawson, G., Webb, S. J., Carver, L., Panagiotides, H., & McPartland, J. (2004). Young children with autism show atypical brain responses to fearful versus neutral facial expressions of emotion. *Developmental science*, 7(3), 340-359.

Dawson, G., & Bernier, R. (2007). Social brain circuitry in autism. In D. Coch, G. Dawson, & K. Fischer (Eds.), *Human behavior and the developing brain*. New York: Guilford Press.

Dawson, G., Jones, E. J., Merkle, K., Venema, K., Lowy, R., Faja, S., ... & Smith, M. (2012). Early behavioral intervention is associated with normalized brain activity in young children with autism. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 51(11), 1150-1159.

Dawson, G., Bernier, R., & Ring, R. H. (2012). Social attention: a possible early indicator of efficacy in autism clinical trials. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 4(11).

Dawson, G., Carver, L., Meltzoff, A. N., Panagiotides, H., McPartland, J., & Webb, S. J. (2002). Neural correlates of face and object recognition in young children with autism spectrum disorder, developmental delay, and typical development. *Child development*, 73(3), 700-717.

Dawson, G., Meltzoff, A. N., Osterling, J., Rinaldi, J., & Brown, E. (1998). Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 28(6), 479–485.

Dawson, G., Osterling, J., Rinaldi, J., Carver, L., & McPartland, J. (2001). Brief report: Recognition memory and stimulus-reward associations: indirect support for the role of ventromedial prefrontal dysfunction in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(3), 337–341.

Dawson, G., Rogers, S., Munson, J., Smith, M., Winter, J., Greenon, J., ... & Varley, J. (2010). Randomized, controlled trial of an intervention for toddlers with autism: the Early Start Denver Model. *Pediatrics*, 125(1), e17-e23.

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

- Dawson, G., Webb, S. J., & McPartland, J. (2005). Understanding the nature of face processing impairment in autism: insights from behavioral and electrophysiological studies. *Developmental Neuropsychology*, 27(3), 403–424.
- Dawson, M., Mottron, L., & Gernsbacher, M. A. (2008). Learning in autism. *JH Byrne (Series Ed.) & H. Roediger (Vol. Ed.), Learning and memory: A comprehensive reference: Cognitive psychology*. New York: Elsevier.
- DeCasper, A., & Fifer, W. (2004). Of human bonding: Newborns prefer their mothers' voices. *Readings on the Development of Children, M. Gauvain and M. Cole, Eds. Worth Publishers*, 56.
- Declerck, C. H., Boone, C., & Kiyonari, T. (2010). Oxytocin and cooperation under conditions of uncertainty: the modulating role of incentives and social information. *Hormones and Behavior*, 57(3), 368-374.
- De Clerq H. (2005). *Autisme van binnen uit: een praktische gids*. Houtekiet Publisher NV (trad. it. L'autismo da dentro, Edizioni Erickson, 2011)
- Delgado, M. R. (2007). Reward-related responses in the human striatum. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1104(1), 70-88.
- Delmonte, S., Balsters, J. H., McGrath, J., Fitzgerald, J., Brennan, S., Fagan, A. J., & Gallagher, L. (2012). Social and monetary reward processing in autism spectrum disorders. *Molecular Autism*, 3(1), 7.
- Demurie, E., Roeyers, H., Baeyens, D., & Sonuga-Barke, E. (2011). Common alterations in sensitivity to type but not amount of reward in ADHD and autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(11), 1164-1173.
- Diehl, J. J., Berkovits, L., & Harrison, A. (2010). Is prosody a diagnostic and cognitive bellwether of autism spectrum disorders. *Speech disorders: Causes, treatments, and social effects*, 159-176.
- Di Giorgio, E., Turati, C., Altoè, G., & Simion, F. (2012). Face detection in complex visual displays: an eye-tracking study with 3-and 6-month-old infants and adults. *Journal of experimental child psychology*, 113(1), 66-77.
- Dichter, G. S., Anthony Richey, J., Rittenberg, A. M., Antoinette, S., & Bodfish, J. W. (2011). Reward Circuitry Function in Autism During Face Anticipation and Outcomes. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(2), 147–160.
- 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), 160-172.
- Dichter, G. S., Richey, J. A., Rittenberg, A. M., Sabatino, A., & Bodfish, J. W. (2012). Reward circuitry function in autism during face anticipation and outcomes. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(2), 147-160.
- Dölen, G. (2015). Autism: Oxytocin, serotonin, and social reward. *Social neuroscience*, 10(5), 450-465.
- Domes, G., Lischke, A., Berger, C., Grossmann, A., Hauenstein, K., Heinrichs, M., & Herpertz, S. C. (2010). Effects of intranasal oxytocin on emotional face processing in women. *Psychoneuroendocrinology*, 35(1), 83-93.

- Droucker, D., Curtin, S., & Vouloumanos, A. (2013). Linking infant-directed speech and face preferences to language outcomes in infants at risk for autism spectrum disorder. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56(2), 567-576.
- Dubey, I., Indu, D., Danielle, R., & de C Hamilton, A. F. (2015). Measuring the value of social engagement in adults with and without autism. *Molecular Autism*, 6(1).
- Dunlap, G., & Koegel, R. L. (1980). Motivating autistic children through stimulus variation. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 13(4), 619-62
- Eikeseth, S., Smith, T., Jahr, E., & Eldevik, S. (2007). Outcome for children with autism who began intensive behavioral treatment between ages 4 and 7 a comparison controlled study. *Behavior modification*, 31(3), 264-278.
- Elison, J. T., Sasson, N. J., Turner-Brown, L. M., Dichter, G. S., & Bodfish, J. W. (2012). Age trends in visual exploration of social and nonsocial information in children with autism. *Research in autism spectrum disorders*, 6(2), 842-851
- Elsabbagh, M., Mayada, E., Karla, H., Teodora, G., Evelyne, M., Kristelle, H., ... Johnson, M. H. (2011). Social and attention factors during infancy and the later emergence of autism characteristics. *In Progress in Brain Research* (195–207).
- Elsabbagh, M., Mayada, E., The BASIS Team, Ruth, B., Wan, M. W., Tony, C., ... Jonathan, G. (2014). Infant Neural Sensitivity to Dynamic Eye Gaze Relates to Quality of Parent–Infant Interaction at 7-Months in Infants at Risk for Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(2), 283–291.
- Elsabbagh, M., Mercure, E., Hudry, K., Chandler, S., Pasco, G., Charman, T., ... BASIS Team. (2012). Infant neural sensitivity to dynamic eye gaze is associated with later emerging autism. *Current Biology: CB*, 22(4), 338–342.
- Estes, A., Munson, J., Rogers, S. J., Greenon, J., Winter, J., & Dawson, G. (2015). Long-term outcomes of early intervention in 6-year-old children with autism spectrum disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 54(7), 580-587.
- Ewing, L., Pellicano, E., & Rhodes, G. (2013). Using effort to measure reward value of faces in children with autism. *PloS One*, 8(11), e79493.
- Falck-Ytter, T., & von Hofsten, C. (2010). How special is social looking in ASD: A review. *Progress in Brain Research*, 189, 209–222.
- Falck-Ytter, T., Bölte, S., & Gredebäck, G. (2013). Eye tracking in early autism research. *Journal of neurodevelopmental disorders*, 5(1), 1.
- Falck-Ytter, T., Fernell, E., Hedvall, Å. L., von Hofsten, C., & Gillberg, C. (2012). Gaze performance in children with autism spectrum disorder when observing communicative actions. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(10), 2236-2245.
- Falck-Ytter, T., Thorup, E., & Bölte, S. (2015). Brief Report: Lack of Processing Bias for the Objects Other People Attend to in 3-Year-Olds with Autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 45(6), 1897-1904.
- Falk, D. (2009). *Lingua madre. Cure materne e origini del linguaggio*, Bollati Boringhieri, Torino.

- Falzone, A., Anastasi, A., & Pennisi, A. (2014). Biological constraints and the evolution of language: a hypothesis on the exaptation of human vocal structures. *Proceedings of the European Society for the Study of Human Evolution*, (3), 66-67.
- Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M. H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(14), 9602-9605.
- Farroni, T., Johnson, M. H., Menon, E., Zulian, L., Faraguna, D., & Csibra, G. (2005). Newborns' preference for face-relevant stimuli: Effects of contrast polarity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(47), 17245-17250.
- Farroni, T., Massaccesi, S., Pividori, D., & Johnson, M. H. (2004). Gaze following in newborns. *Infancy*, 5(1), 39-60.
- Fernald, A., & Mazzie, C. (1991). Prosody and focus in speech to infants and adults. *Developmental psychology*, 27(2), 209.
- Fisher, H. E., Aron, A., & Brown, L. L. (2006). Romantic love: a mammalian brain system for mate choice. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 361(1476), 2173-2186.
- Fletcher-Watson, S., Findlay, J., Leekam, S., & Benson, V. (2008). Rapid detection of person information in a naturalistic scene. *Perception*, 37, 571-583.
- Fletcher-Watson, S., Leekam, S. R., Benson, V., Frank, M. C., & Findlay, J. M. (2009). Eye-movements reveal attention to social information in autism spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 47(1), 248-257.
- Franchini, M., Glaser, B., Gentaz, E., Wood, H., Eliez, S., & Schaer, M. (2017). The effect of emotional intensity on responses to joint attention in preschoolers with an autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 35, 13-24.
- Frank, M. C., Vul, E., & Johnson, S. P. (2009). Development of infants' attention to faces during the first year. *Cognition*, 110, 160-170.
- Frank, M. C., Vul, E., & Saxe, R. (2012). Measuring the Development of Social Attention Using free-viewing. *Infancy*, 17(4), 355-375.
- Freeth, M., Chapman, P., Ropar, D., & Mitchell, P. (2010). Do gaze cues in complex scenes capture and direct the attention of high functioning adolescents with ASD? Evidence from eye-tracking. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(5), 534-547.
- Freeth, M., Ropar, D., Chapman, P., & Mitchell, P. (2010). The eye gaze direction of an observed person can bias perception, memory, and attention in adolescents with and without autism spectrum disorder. *Journal of Experimental Child Psychology*, 105(1), 20-37.
- Freeth, M., Foulsham, T., & Kingstone, A. (2013). What affects social attention? Social presence, eye contact and autistic traits. *PLoS One*, 8(1), e53286.
- Freeth, M., Ropar, D., Mitchell, P., Chapman, P., & Loher, S. (2011). How adolescents with ASD process social information in complex scenes. combining evidence from eye movements and verbal descriptions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41(3), 364-371.
- Frischen, A., Bayliss, A. P., & Tipper, S. P. (2007). Gaze cueing of attention: visual attention, social cognition, and individual differences. *Psychological bulletin*, 133(4), 694.
- Frith, U., (1989). *Autism: explaining the enigma*. Oxford: Basil Blackwell.

- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, *119*(2), 593-610.
- García-Blanco, A. C., Yáñez, N., Vázquez, M. A., Marcos, I., & Perea, M. (2017). Modulation of attention by socio-emotional scenes in children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *33*, 39-46.
- Gliga, T., Elsabbagh, M., Andravizou, A., & Johnson, M. (2009). Faces attract infants' attention in complex displays. *Infancy*, *14*(5), 550-562.
- Gliga, T., Jones, E. J., Bedford, R., Charman, T., & Johnson, M. H. (2014). From early markers to neuro-developmental mechanisms of autism. *Developmental Review*, *34*(3), 189-207.
- Gluckman, M., & Johnson, S. P. (2013). Attentional capture by social stimuli in young infants. *Frontiers in psychology*, *4*.
- Goldberg, M. C., Allman, M. J., Hagopian, L. P., Triggs, M. M., Frank-Crawford, M. A., Mostofsky, S. H., ... & DeLeon, I. G. (2016). Examining the reinforcing value of stimuli within social and non-social contexts in children with and without high-functioning autism. *Autism*, *1*, 15.
- Goldstein, M. H. & Schwade, J. A. (2008). Social feedback to infants' babbling facilitates rapid phonological learning. *Psychological Science*, *19*(5), 515-23.
- Goldstein, R. Z., Cottone, L. A., Jia, Z., Maloney, T., Volkow, N. D., & Squires, N. K. (2006). The effect of graded monetary reward on cognitive event-related potentials and behavior in young healthy adults. *International Journal of Psychophysiology*, *62*(2), 272-279.
- Golinkoff, R. M., Can, D. D., Soderstrom, M., & Hirsh-Pasek, K. (2015). (Baby) Talk to Me The Social Context of Infant-Directed Speech and Its Effects on Early Language Acquisition. *Current Directions in Psychological Science*, *24*(5), 339-344.
- Gordon, I., Jack, A., Pretzsch, C. M., Vander Wyk, B., Leckman, J. F., Feldman, R., & Pelfrey, K. A. (2016). Intranasal Oxytocin Enhances Connectivity in the Neural Circuitry Supporting Social Motivation and Social Perception in Children with Autism. *Scientific Reports*, *6*.
- Gordon, I., Martin, C., Feldman, R., & Leckman, J. F. (2011). Oxytocin and social motivation. *Developmental cognitive neuroscience*, *1*(4), 471-493.
- Greene DJ, Colich N, Iacoboni M, Zaidel E, Bookheimer SY, Dapretto M. (2011). Atypical neural networks for social orienting in autism spectrum disorders. *NeuroImage* . *56*:354-362.
- Grelotti, D. J., Gauthier, I., & Schultz, R. T. (2002). Social interest and the development of cortical face specialization: What autism teaches us about face processing. *Developmental psychobiology*, *40*(3), 213-225.
- Griffith, R., Luiz, D., & Association for Research in Infant and Child Development. (2006). Griffiths Mental Development Scales, Extended Revised: GMDS-ER; Two to Eight Years.
- Grossmann, T. (2015). The development of social brain functions in infancy. *Psychological bulletin*, *141*(6), 1266.
- Grossman, R. B., Bemis, R. H., Skwerer, D. P., & Tager-Flusberg, H. (2010). Lexical and affective prosody in children with high-functioning autism. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *53*(3), 778-793.

- Grynszpan, O., & Nadel, J. (2014). An eye-tracking method to reveal the link between gazing patterns and pragmatic abilities in high functioning autism spectrum disorders. *Frontiers in human neuroscience*, 8.
- Guastella, A. J., Mitchell, P. B., & Mathews, F. (2008). Oxytocin enhances the encoding of positive social memories in humans. *Biological psychiatry*, 64(3), 256-258.
- Guillon, Q., Hadjikhani, N., Baduel, S., & Rogé, B. (2014). Visual social attention in autism spectrum disorder: insights from eye tracking studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 42, 279-297.
- Haber, S. N., & Knutson, B. (2010). The reward circuit: linking primate anatomy and human imaging. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 4-26.
- Hanley, M., McPhillips, M., Mulhern, G., & Riby, D. M. (2013). Spontaneous attention to faces in Asperger syndrome using ecologically valid static stimuli. *Autism*, 17(6), 754-761.
- Harms, M. B., Martin, A., & Wallace, G. L. (2010). Facial emotion recognition in autism spectrum disorders: a review of behavioral and neuroimaging studies. *Neuropsychology review*, 20(3), 290-322.
- Hobson, R. P., & Meyer, J. (2006). Imitation, identification, and the shaping of mind: Insights from autism. In S. J. Rogers & J. Williams (Eds.), *Imitation and the development of the social mind: Lessons from typical development and autism* (pp. 198-224). New York: Guilford Press.
- Hochhauser, M., & Grynszpan, O. (2016). Methods Investigating How Individuals with Autism Spectrum Disorder Spontaneously Attend to Social Events. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-12.
- Horlin, C., Falkmer, M., Fitzgerald, P., Leung, D., Ordqvist, A., & Falkmer, T. (2013). The influence of static versus naturalistic stimuli on face processing in children with and without Asperger syndrome or high-functioning autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(12), 1617-1624.
- Howlin, P., Magiati, I., & Charman, T. (2009). Systematic review of early intensive behavioral interventions for children with autism. *American journal on intellectual and developmental disabilities*, 114(1), 23-41.
- Hubbard, A. L., McNealy, K., Zeeland, S. V., Ashley, A., Callan, D. E., Bookheimer, S. Y., & Dapretto, M. (2012). Altered integration of speech and gesture in children with autism spectrum disorders. *Brain and behavior*, 2(5), 606-619.
- Hurlemann, R., Patin, A., Onur, O. A., Cohen, M. X., Baumgartner, T., Metzler, S., ... & Kendrick, K. M. (2010). Oxytocin enhances amygdala-dependent, socially reinforced learning and emotional empathy in humans. *The Journal of Neuroscience*, 30(14), 4999-5007.
- Hurwitz, S., & Watson, L. R. (2015). Joint attention revisited: Finding strengths among children with autism. *Autism*, 1362361315593536.
- Ingersoll, B. (2010). Brief report: Pilot randomized controlled trial of reciprocal imitation training for teaching elicited and spontaneous imitation to children with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 40(9), 1154-1160.
- Iverson, J. M., Capirci, O., Longobardi, E., & Caselli, M. C. (1999). Gesturing in mother-child interactions. *Cognitive Development*, 14(1), 57-75.
- Izuma, K., Saito, D. N., & Sadato, N. (2010). Processing of the incentive for social approval in

the ventral striatum during charitable donation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(4), 621-631.

Johnson, M. H. (2005). *Developmental cognitive neuroscience*. Oxford: Blackwell.

Johnson, M. H., Griffin, R., Csibra, G., Halit, H., Farroni, T., De Haan, M., ... & Richards, J. (2005). The emergence of the social brain network: Evidence from typical and atypical development. *Development and psychopathology*, 17(3), 599-619.

Jones, E. J., Gliga, T., Bedford, R., Charman, T., & Johnson, M. H. (2014). Developmental pathways to autism: a review of prospective studies of infants at risk. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 39, 1-33.

Jones, W., & Klin, A. (2013). Attention to eyes is present but in decline in 2-6-month-old infants later diagnosed with autism. *Nature*, 504(7480), 427-431.

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

Jones, E. J. H., Venema, K., Earl, R., Lowy, R., Barnes, K., Estes, A., ... & Webb, S. J. (2016). Reduced engagement with social stimuli in 6-month-old infants with later autism spectrum disorder: a longitudinal prospective study of infants at high familial risk. *Journal of neurodevelopmental disorders*, 8(1), 1.

Kampe, K. K., Frith, C. D., Dolan, R. J., & Frith, U. (2001). Psychology: Reward value of attractiveness and gaze. *Nature*, 413(6856), 589-589.

Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact.

Kasari, C., Gulsrud, A., Freeman, S., Paparella, T., & Helleman, G. (2012). Longitudinal follow-up of children with autism receiving targeted interventions on joint attention and play. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 51(5), 487-495.

Key, A. P., Ibanez, L. V., Henderson, H. A., Warren, Z., Messinger, D. S., & Stone, W. L. (2015). Positive affect processing and joint attention in infants at high risk for Autism: An exploratory study. *Journal of autism and developmental disorders*, 45(12), 4051-4062.

Kemner, C., van der Geest, J. N., Verbaten, M. N., & van Engeland, H. (2007). Effects of object complexity and type on the gaze behavior of children with pervasive developmental disorder. *Brain and Cognition*, 65(1), 107-111.

Kennedy, D. P., Gläscher, J., Tyszka, J. M., & Adolphs, R. (2009). Personal space regulation by the human amygdala. *Nature neuroscience*, 12(10), 1226-1227.

Kern, L., Vorndran, C. M., Hilt, A., Ringdahl, J. E., Adelman, B. E., & Dunlap, G. (1998). Choice as an intervention to improve behavior: A review of the literature. *Journal of Behavioral Education*, 8(2), 151-169.

Kjelgaard, M. M., & Tager-Flusberg, H. (2013). The perception of the relationship between affective prosody and the emotional content in utterances in children with autism spectrum disorders. *SIG I Perspectives on Language Learning and Education*, 20(1), 20-32.

Kikuchi, Y., Senju, A., Tojo, Y., Osanai, H., & Hasegawa, T. (2009). Faces do not capture special attention in children with autism spectrum disorder: A change blindness study. *Child Development*, 80(5), 1421-1433.

Klein, J. T., Shepherd, S. V., & Platt, M. L. (2009). Social attention and the brain. *Current*

Biology, 19(20), R958-R962.

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

Klin, A. (1991). Young autistic children's listening preferences in regard to speech: a possible characterization of the symptom of social withdrawal. *Journal of autism and developmental disorders*, 21(1), 29-42.

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), 809-816.

Koegel, R. L., & Mentis, M. (1985). Motivation in childhood autism: Can they or won't they?. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 26(2), 185-191.

Koegel, R. L., O'dell, M. C., & Koegel, L. K. (1987a). A natural language teaching paradigm for nonverbal autistic children. *Journal of autism and developmental disorders*, 17(2), 187-200.

Koegel, L. K., Koegel, R. L., Harrower, J. K., & Carter, C. M. (1999). Pivotal response intervention I: Overview of approach. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities*, 24(3), 174-185.

Koegel, R. L., Koegel, L. K., & McNerney, E. K. (2001). Pivotal areas in intervention for autism. *Journal of Clinical Child Psychology*, 30(1), 19-32.

Koegel, R. L., O'dell, M. C., & Koegel, L. K. (1987b). A natural language teaching paradigm for nonverbal autistic children. *Journal of autism and developmental disorders*, 17(2), 187-200.

Koegel, R. L., & Kern Koegel, L. (2006). *Pivotal Response Treatments for Autism: Communication, Social, and Academic Development*. Brookes Publishing Company. PO Box 10624, Baltimore, MD 21285.

Kohls G, Peltzer J, Herpertz-Dahlmann B, Konrad K. (2009). Differential effects of social and non-social reward on response inhibition in children and adolescents. *Dev Sci* 12:614-625.

Kohls, G., Peltzer, J., Schulte-Rüther, M., Kamp-Becker, I., Remschmidt, H., Herpertz-Dahlmann, B., & Konrad, K. (2011). Atypical brain responses to reward cues in autism as revealed by event-related potentials. *Journal of autism and developmental disorders*, 41(11), 1523-1533.

Kohls G, Schulte-Rüther M, Nehr Korn B, Müller K, Fink GR, Kamp-Becker I, Herpertz-Dahlmann B, Schultz RT, Konrad K (2012) Reward system dysfunction in autism spectrum disorders. *Soc Cogn Affect Neurosci* 8: 565– 572.

Kohls, G., Peltzer, J., Herpertz-Dahlmann, B., & Konrad, K. (2009). Differential effects of social and non-social reward on response inhibition in children and adolescents. *Developmental Science*, 12(4), 614–625.

Kohls, G., Schulte-Rüther, M., Nehr Korn, 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), 565–572.

Kohls, G., Yerys, B. E., & Schultz, R. T. (2014). Striatal development in autism: repetitive behaviors and the reward circuitry. *Biological psychiatry*, 76(5), 358-359.

Kosaka, H., Munesue, T., Ishitobi, M., Asano, M., Omori, M., Sato, M., ... & Wada, Y. (2012).

- Long-term oxytocin administration improves social behaviors in a girl with autistic disorder. *BMC psychiatry*, 12(1), 110.
- Krach, S., Paulus, F. M., Bodden, M., & Kircher, T. (2010). The rewarding nature of social interactions. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 4.
- Kringelbach, M. L., & Rolls, E. T. (2003). Neural correlates of rapid reversal learning in a simple model of human social interaction. *NeuroImage*, 20(2), 1371–1383.
- Kuhl, P. K., Coffey-Corina, S., Padden, D., & Dawson, G. (2005). Links between social and linguistic processing of speech in preschool children with autism: behavioral and electrophysiological measures. *Developmental science*, 8(1), F1-F12.
- Kuhl, P.K., Tsao, F.-M., & Liu, H.-M. (2003). Foreign-language experience in infancy: effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 9096–9101.
- Lakin, J. L., & Chartrand, T. L. (2003). Using nonconscious behavioral mimicry to create affiliation and rapport. *Psychological science*, 14(4), 334-339.
- Le Sourn-Bissaoui, S., Aguert, M., Girard, P., Chevreuril, C., & Laval, V. (2013). Emotional speech comprehension in children and adolescents with autism spectrum disorders. *Journal of communication disorders*, 46(4), 309-320.
- Leary, M. R., & Allen, A. B. (2010). Belonging motivation: establishing, maintaining, and repairing relational value. *Social motivation*, 37-56.
- Lin, A., Adolphs, R., & Rangel, A. (2012). Social and monetary reward learning engage overlapping neural substrates. *Social cognitive and affective neuroscience*, 7(3), 274-281.
- Lindner, J. L., & Rosén, L. A. (2006). Decoding of emotion through facial expression, prosody and verbal content in children and adolescents with Asperger's syndrome. *Journal of autism and developmental disorders*, 36(6), 769-777.
- Loth, E., Poline, J. B., Thyreau, B., Jia, T., Tao, C., Lourdusamy, A., ... & Fritsch, V. (2014). Oxytocin receptor genotype modulates ventral striatal activity to social cues and response to stressful life events. *Biological psychiatry*, 76(5), 367-376.
- Lombroso, P. J., Ogren, M. P., Jones, W., & Klin, A. (2009). Heterogeneity and homogeneity across the autism spectrum: the role of development. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(5), 471-473.
- Lovaas, O. I., Koegel, R., Simmons, J. Q., & Long, J. S. (1973). SOME GENERALIZATION AND FOLLOW-UP MEASURES ON AUTISTIC CHILDREN IN BEHAVIOR THERAPY1. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 6(1), 131-165.
- Lord, C., & (Firm), W. P. S. (2012). ADOS-2: Autism Diagnostic Observation Schedule : Manual.
- Macchi Cassia, V., Turati, C., Simion, F. (2004). Can a non- specific bias toward top-heavy patterns explain newborn's face preference? *Psychology Science* 15, 379–383.
- MacDonald, K., & MacDonald, T. M. (2010). The peptide that binds: a systematic review of oxytocin and its prosocial effects in humans. *Harvard review of psychiatry*, 18(1), 1-21.
- Maestro S., Casella C., Milone A., Muratori F., Palacio-Espasa F., (1999). Study of the onset of

autism through home movies. *Psychopathology* 32 (6). 292-300.

Maestro, S., Muratori, F., Cavallaro, M. C., Pei, F., Stern, D., Golse, B., & Palacio-Espasa, F. (2002). Attentional skills during the first 6 months of age in autism spectrum disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 41(10), 1239-1245.

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

Markovic, J., Anderson, A. K., & Todd, R. M. (2014). Tuning to the significant: neural and genetic processes underlying affective enhancement of visual perception and memory. *Behavioural brain research*, 259, 229-241.

Marsh, L. E., Pearson, A., Ropar, D., & Hamilton, A. F. de C. (2015). Predictive gaze during observation of irrational actions in adults with autism spectrum conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(1), 245–261.

Matson, J. L., & Smith, K. R. (2008). Current status of intensive behavioral interventions for young children with autism and PDD-NOS. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2(1), 60-74.

Matsuda, S., Minagawa, Y., & Yamamoto, J. (2015). Gaze Behavior of Children with ASD toward Pictures of Facial Expressions. *Autism research and treatment*, 2015.

Matsumoto, K., Sugiyama, T., Saito, C., Kato, S., Kuriyama, K., Kanemoto, K., & Nakamura, A. (2016). Behavioral Study on Emotional Voice Perception in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Pediatric Neuropsychology*, 2(3-4), 108-118.

McCann, J., & Peppé, S. (2003). Prosody in autism spectrum disorders: a critical review. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 38(4), 325-350.

Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2003). What imitation tells us about social cognition: a rapprochement between developmental psychology and cognitive neuroscience. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B Biological Science*, 358, 491-500.

Meltzoff, A. N., & Moore, M. K. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science*, 198(4312), 75-78.

Meltzoff, A. N., Kuhl, P. K., Movellan, J., & Sejnowski, T. J. (2009). Foundations for a new science of learning. *Science*, 325(5938), 284-288.

Menon, V., & Uddin, L. Q. (2010). Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function. *Brain Structure and Function*, 214(5-6), 655-667.

Montague, D. P., & Walker-Andrews, A. S. (2001). Peekaboo: a new look at infants' perception of emotion expressions. *Developmental psychology*, 37(6), 826.

Morton, J., & Johnson, M. H. (1991). CONSPEC and CONLERN: a two-process theory of infant face recognition. *Psychological review*, 98(2), 164.

Mundy, P., & Jarrold, W. (2010). Infant joint attention, neural networks and social cognition. *Neural Networks*, 23(8), 985-997.

- Mundy, P., Block, J., Delgado, C., Pomares, Y., Van Hecke, A. V., & Parlade, M. V. (2007). Individual differences and the development of joint attention in infancy. *Child development*, 78(3), 938-954.
- Mundy, P., Peter, M., & Rebecca Neal, A. (2000). Neural plasticity, joint attention, and a transactional social-orienting model of autism. In *International Review of Research in Mental Retardation* (pp. 139–168).
- Mundy, P., Sullivan, L., & Mastergeorge, A. M. (2009). A parallel and distributed-processing model of joint attention, social cognition and autism. *Autism research*, 2(1), 2-21.
- Mundy, P., Mastergeorge A., McIntyre N., (2012). *The effect of autism on social learning and social attention*. In Mundy P e Mastergeorge A., (a cura di) *Autism for Educators: Vol.1, Translating Research to School and Classrooms*, San Francisco, CA, Jossey Bass, pp.2-34.
- Nadel, J., Guerini, C., Peze', A., & Rivet, C. (1999). The evolving nature of imitation as a format for communication. In J. Nadel & G. Butterworth (Eds.), *Imitation in infancy* (pp. 209 – 234). *Cambridge: Cambridge University Press*.
- Nadig, A., Lee, I., Singh, L., Bosshart, K., & Ozonoff, S. (2010). How does the topic of conversation affect verbal exchange and eye gaze? A comparison between typical development and high-functioning autism. *Neuropsychologia*, 48(9), 2730–2739.
- Nagy, E., & Molnar, P. (2004). Homo imitans or homo provocans? Human imprinting model of neonatal imitation. *Infant Behavior and Development*, 27(1), 54-63.
- Nakano, T., Tanaka, K., Endo, Y., Yamane, Y., Yamamoto, T., Nakano, Y., ... & Kitazawa, S. (2010). Atypical gaze patterns in children and adults with autism spectrum disorders dissociated from developmental changes in gaze behaviour. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, rspb20100587.
- Neuhaus, E., Bernier, R. A., & Beauchaine, T. P. (2015). Electrodermal Response to Reward and Non-Reward Among Children With Autism. *Autism Research*, 8(4), 357-370.
- Nielsen, M. (2006). Copying actions and copying outcomes: Social learning through the second year. *Developmental Psychology*, 42, 555–565.
- Nielsen, M., & Blank, C. (2011). Imitation in young children: When who gets copied is more important than what gets copied. *Developmental psychology*, 47(4), 1050.
- Nielsen, M., & Tomaselli, K. (2010). Over-imitation in Kalahari Bushman children and the origins of human cultural cognition. *Psychological Science*, 21, 729–736.
- Nielsen, M., Simcock, G., & Jenkins, L. (2008). The effect of social engagement on 24-month-olds' imitation from live and televised models. *Developmental Science*, 11, 722–731.
- Nummenmaa, L., Hyönä, J., & Calvo, M. G. (2006). Eye movement assessment of selective attentional capture by emotional pictures. *Emotion*, 6(2), 257.
- O'Connor, K. (2012). Auditory processing in autism spectrum disorder: a review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 836-854.
- O'Doherty, J. P. (2004). Reward representations and reward-related learning in the human brain: insights from neuroimaging. *Current opinion in neurobiology*, 14(6), 769-776.

- O'Doherty, J., Winston, J., Critchley, H., Perrett, D., Burt, D. M., & Dolan, R. J. (2003). Beauty in a smile: the role of medial orbitofrontal cortex in facial attractiveness. *Neuropsychologia*, *41*(2), 147-155.
- Osterling, J. A., Dawson, G., & Munson, J. A. (2002). Early recognition of 1-year-old infants with autism spectrum disorder versus mental retardation. *Development and Psychopathology*, *14*(2), 239–251.
- Osterling, J., & Dawson, G. (1994). Early recognition of children with autism: a study of first birthday home videotapes. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *24*(3), 247–257.
- Otta, E., Abrosio, F. F. E., & Hoshino, R. L. (1996). Reading a smiling face: Messages conveyed by various forms of smiling. *Perceptual and motor skills*, *82*(3 suppl), 1111-1121.
- Over, H., & Carpenter, M. (2012a). Putting the social into social learning: Explaining both selectivity and fidelity in children's copying behavior. *Journal of Comparative Psychology*, *126*, 182–192.
- Özçalışkan, Ş., & Goldin-Meadow, S. (2005). Gesture is at the cutting edge of early language development. *Cognition*, *96*(3), B101-B113.
- Ozonoff, S., Rogers, S., & Pennington, B. (1991). Asperger's Syndrome: evidence of an empirical distinction from high-functioning autism. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, *32*, 1107-1122
- Ozonoff, S., Iosif, A. M., Baguio, F., Cook, I. C., Hill, M. M., Hutman, T., ... & Young, G. S. (2010). A prospective study of the emergence of early behavioral signs of autism. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *49*(3), 256-266.
- Paquette-Smith, M., & Johnson, E. K. (2016). I Don't Like the Tone of Your Voice: Infants Use Vocal Affect to Socially Evaluate Others. *Infancy*, *21*(1), 104-121.
- Parish-Morris, J., Chevallier, C., Tonge, N., Letzen, J., Pandey, J., & Schultz, R. T. (2013). Visual attention to dynamic faces and objects is linked to face processing skills: a combined study of children with autism and controls. *Frontiers in psychology*, *4*.
- Paul, R., Augustyn, A., Klin, A., Volkmar, F., & Cohen, D. (2000). Grammatical and pragmatic prosody perception in high-functioning autism. In *21st Annual Symposium on Research in Child Language Disorders, Madison, WI*.
- Pelphrey, K. A., Sasson, N. J., Reznick, J. S., Paul, G., Goldman, B. D., & Piven, J. (2002). Visual scanning of faces in autism. *Journal of autism and developmental disorders*, *32*(4), 249-261.
- Pelphrey, K. A., Shultz, S., Hudac, C. M., & Vander Wyk, B. C. (2011). Research review: Constraining heterogeneity: the social brain and its development in autism spectrum disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, *52*(6), 631–644.
- Perry, A., Cummings, A., Geier, J. D., Freeman, N. L., Hughes, S., Managhan, T., ... & Williams, J. (2011). Predictors of outcome for children receiving intensive behavioral intervention in a large, community-based program. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *5*(1), 592-603.
- Pfeiffer, U. J., Schilbach, L., Timmermans, B., Kuzmanovic, B., Georgescu, A. L., Bente, G., & Vogeley, K. (2014). Why we interact: on the functional role of the striatum in the subjective experience of social interaction. *Neuroimage*, *101*, 124-137.

- Phillips, M. L., Bullmore, E. T., Howard, R., Woodruff, P. W., Wright, I. C., Williams, S. C., ... & David, A. S. (1998). Investigation of facial recognition memory and happy and sad facial expression perception: an fMRI study. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 83(3), 127-138.
- Pierce, K., Conant, D., Hazin, R., Stoner, R., & Desmond, J. (2011). Preference for geometric patterns early in life as a risk factor for autism. *Archives of general psychiatry*, 68(1), 101-109.
- Pierce, K., Marinero, S., Hazin, R., McKenna, B., Barnes, C. C., & Malige, A. (2016). Eye tracking reveals abnormal visual preference for geometric images as an early biomarker of an autism spectrum disorder subtype associated with increased symptom severity. *Biological psychiatry*, 79(8), 657-666.
- Poljac, E. (2012). Perception of emotional facial expressions in individuals with high Autism-spectrum Quotient (AQ). *Epiphany*, 5(1).
- Quill, K. A. (2007). Comunicazione e reciprocità sociale nell'autismo. *Strategie educative per insegnanti e genitori*. Trento: Edizioni Erickson.
- Rademacher, L., Krach, S., Kohls, G., Irmak, A., Gründer, G., & Spreckelmeyer, K. N. (2010). Dissociation of neural networks for anticipation and consumption of monetary and social rewards. *Neuroimage*, 49(4), 3276-3285.
- Rademacher, L., Schulte-Rüther, M., Hanewald, B., & Lammertz, S. (2016). Reward: From Basic Reinforcers to Anticipation of Social Cues. *Current topics in behavioral neurosciences*.
- Rekers, Y., Haun, D. B., & Tomasello, M. (2011). Children, but not chimpanzees, prefer to collaborate. *Current Biology*, 21(20), 1756-1758.
- Riby, D. M., & Hancock, P. J. (2008). Viewing it differently: Social scene perception in Williams syndrome and autism. *Neuropsychologia*, 46(11), 2855-2860.
- Riby, D. M., & Hancock, P. J. (2009b). Do faces capture the attention of individuals with Williams syndrome or autism? Evidence from tracking eye movements. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(3), 421-431.
- Riby, D. M., Hancock, P. J., Jones, N., & Hanley, M. (2013). Spontaneous and cued gaze-following in autism and Williams syndrome. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 5(1), 1-12.
- Riby, D., & Hancock, P. J. (2009a). Looking at movies and cartoons: Eye-tracking evidence from Williams syndrome and autism. *Journal of Intellectual Disability Research*, 53(2), 169-181.
- Rice, K., Katherine, R., Moriuchi, J. M., Warren, J., & Ami, K. (2012). Parsing Heterogeneity in Autism Spectrum Disorders: Visual Scanning of Dynamic Social Scenes in School-Aged Children. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 51(3), 238-248.
- Rice, K., Moriuchi, J. M., Jones, W., & Klin, A. (2012). Parsing heterogeneity in autism spectrum disorders: visual scanning of dynamic social scenes in school-aged children. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 51(3), 238-248.
- Rieth, S. R., Stahmer, A. C., Suhrheinrich, J., Schreibman, L., Kennedy, J., & Ross, B. (2014). Identifying Critical Elements of Treatment Examining the Use of Turn Taking in Autism Intervention. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 29(3), 168-179.

- Rigby, S. N., Stoesz, B. M., & Jakobson, L. S. (2016). Gaze patterns during scene processing in typical adults and adults with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 25, 24-36.
- Rilling, J. K., Glenn, A. L., Jairam, M. R., Pagnoni, G., Goldsmith, D. R., Elfenbein, H. A., & Lilienfeld, S. O. (2007). Neural correlates of social cooperation and non-cooperation as a function of psychopathy. *Biological psychiatry*, 61(11), 1260-1271.
- Rimmele U, Hediger K, Heinrichs M, Klaver P. (2009). Oxytocin makes a face in memory familiar. *Journal of Neuroscience*. 29:38-42.
- Risko, E. F., Laidlaw, K. E., Freeth, M., Foulsham, T., & Kingstone, A. (2012). Social attention with real versus reel stimuli: toward an empirical approach to concerns about ecological validity. *Towards a neuroscience of social interaction*, 123.
- Rizzolatti, G., & Fabbri-Destro, M. (2010). Mirror neurons: from discovery to autism. *Experimental Brain Research*, 200(3-4), 223-237.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive brain research*, 3(2), 131-141.
- Rochat, M. J., Veroni, V., Bruschiweiler-Stern, N., Pieraccini, C., Bonnet-Brilhault, F., Barthélémy, C., ... & Rizzolatti, G. (2013). Impaired vitality form recognition in autism. *Neuropsychologia*, 51(10), 1918-1924.
- Rogers, S. J. (2009). What are infant siblings teaching us about autism in infancy?. *Autism Research*, 2(3), 125-137.
- Rogers, S. J., & Dawson, G. (2010). Early start Denver model for young children with autism : Promoting language, learning, and engagement. New York: Guilford Press.
- Rogers, S. J., Dawson, G., & Vismara, L. (2012). An early start for your child with autism. *New York: Guilford Press.* Ronemus, M., Iossifov, I., Levy, D., & Wigler, M.(2014). The role of de novo mutations in the genetics of autism spectrum disorders. *Nature Reviews Genetics*, 15(2), 133-141.
- Rogers, S., & Wallace, K. (2011). Studying gaze abnormalities in autism: Which type of stimulus to use. In D. G. Amaral, G. Dawson, & D. H. Geschwind (Eds.), *Autism spectrum disorders* (pp. 1081–1094). New York: Oxford University Press.
- Rosset, D. B., Rondan, C., Da Fonseca, D., Santos, A., Assouline, B., & Deruelle, C. (2008). Typical emotion processing for cartoon but not for real faces in children with autistic spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 38(5), 919-925.
- Rutherford, M. D., & Towns, A. M. (2008). Scan path differences and similarities during emotion perception in those with and without autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(7), 1371–1381.
- Saitovitch, A., Bargiacchi, A., Chabane, N., Phillipe, A., Brunelle, F., Boddaert, N., ... & Zilbovicius, M. (2013). Studying gaze abnormalities in autism: Which type of stimulus to use?
- Salva, O. R., Farroni, T., Regolin, L., Vallortigara, G., & Johnson, M. H. (2011). The evolution of social orienting: evidence from chicks (*Gallus gallus*) and human newborns. *PLoS One*, 6(4), e18802.

- Santos, A., Chaminade, T., Da Fonseca, D., Silva, C., Rosset, D., & Deruelle, C. (2012). Just another social scene: evidence for decreased attention to negative social scenes in high-functioning autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 42(9), 1790-1798.
- Sasson NJ, Turner-Brown LM, Holtzclaw TN, Lam KS, Bodfish JW. (2008). Children with autism demonstrate circumscribed attention during passive viewing of complex social and nonsocial picture arrays. *Autism Research*. 1:31–42.
- Sasson, N. J., & Touchstone, E. W. (2014). Visual attention to competing social and object images by preschool children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(3), 584–592.
- Sasson, N. J., Turner-Brown, L. M., Holtzclaw, T. N., Lam, K. S. L., & Bodfish, J. W. (2008). Children with autism demonstrate circumscribed attention during passive viewing of complex social and nonsocial picture arrays. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, 1(1), 31–42.
- Sherer, M. R., & Schreibman, L. (2005). Individual behavioral profiles and predictors of treatment effectiveness for children with autism. *Journal of consulting and clinical psychology*, 73(3), 525.
- Schirmer A., (2008). When vocal processing gets emotional: on the role of social orientation in relevance detection by the human amygdala. *Neuroimage*, 40, 1402–1410 32
- Schmitow, C., Kochukhova, O., & Nyström, P. (2016). Social perception: How do 6-month-old infants look at pointing gestures? *Infant Behavior and Development*, 42, 152-156.
- Schreibman, L. (2000). Intensive behavioral/psychoeducational treatments for autism: Research needs and future directions. *Journal of autism and developmental disorders*, 30(5), 373-378.
- Schreibman, L., Stahmer, A. C., & Pierce, K. L. (1996). Alternative applications of pivotal response training: Teaching symbolic play and social interaction skills. *Positive behavioral support: Including people with difficult behavior in the community*, 353-371.
- Schopler, E., & Mesibov, G. B. (1998). *Apprendimento e cognizione nell'autismo*. O. Pino (Ed.). McGraw-Hill.
- Schreibman, L., Dawson, G., Stahmer, A. C., Landa, R., Rogers, S. J., McGee, E, Kasari, C., Ingersoll, B., Kaiser, A.P., Bruinsma, Y. and McNeerney G. G., (2015). Naturalistic developmental behavioral interventions: Empirically validated treatments for autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45, 2411-2428.
- Schultz, R. T. (2005). Developmental deficits in social perception in autism: the role of the amygdala and fusiform face area. *International Journal of Developmental Neuroscience: The Official Journal of the International Society for Developmental Neuroscience*, 23(2-3), 125–141.
- Schultz, R. T., Gauthier, I., Klin, A., Fulbright, R. K., Anderson, A. W., Volkmar, F., ... & Gore, J. C. (2000). Abnormal ventral temporal cortical activity during face discrimination among individuals with autism and Asperger syndrome. *Archives of general Psychiatry*, 57(4), 331-340.
- Segal, J., & Newman, R. S. (2015). Infant preferences for structural and prosodic properties of infant-directed speech in the second year of life. *Infancy*, 20(3), 339-351.

- Senju, A., Southgate, V., White, S., & Frith, U. (2009). Mindblind eyes: an absence of spontaneous theory of mind in Asperger syndrome. *Science*, 325(5942), 883-885.
- Sepeta, L., Tsuchiya, N., Davies, M. S., Sigman, M., Bookheimer, S. Y., & Dapretto, M. (2012). Abnormal social reward processing in autism as indexed by pupillary responses to happy faces. *Journal of neurodevelopmental disorders*, 4(1), 1.
- Sescousse, G., Redouté, J., & Dreher, J. C. (2010). The architecture of reward value coding in the human orbitofrontal cortex. *The Journal of Neuroscience*, 30(39), 13095-13104.
- Shaffer, R. C., Pedapati, E. V., Shic, F., Gaietto, K., Bowers, K., Wink, L. K., & Erickson, C. A. (2016). Brief Report: Diminished Gaze Preference for Dynamic Social Interaction Scenes in Youth with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-8.
- Shi, L., Zhou, Y., Ou, J., Gong, J., Wang, S., Cui, X., ... & Luo, X. (2015). Different Visual Preference Patterns in Response to Simple and Complex Dynamic Social Stimuli in Preschool-Aged Children with Autism Spectrum Disorders. *PloS one*, 10(3), e0122280.
- Shic, F., Bradshaw, J., Klin, A., Scassellati, B., & Chawarska, K. (2011). Limited activity monitoring in toddlers with autism spectrum disorder. *Brain research*, 1380, 246-254.
- Shic, F., Macari, S., & Chawarska, K. (2014). Speech disturbs face scanning in 6-month-old infants who develop autism spectrum disorder. *Biological psychiatry*, 75(3), 231-237.
- Shultz, S., Klin, A., & Jones, W. (2011). Inhibition of eye blinking reveals subjective perceptions of stimulus salience. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(52), 21270-21275.
- Sims TB, van Reekum C, Johnstone IT, Chakrabarti B (2012): How reward modulates mimicry: EMG evidence of greater mimicry of more rewarding happy faces, *Psychophysiology*, 49,7, 998-1004.
- Sims, T. B., Neufeld, J., Johnstone, T., & Chakrabarti, B. (2014). Autistic traits modulate frontostriatal connectivity during processing of rewarding faces. *Social cognitive and affective neuroscience*, 9(12), 2010-2016
- Sims, T. B., Van Reekum, C. M., Johnstone, T., & Chakrabarti, B. (2012). How reward modulates mimicry: EMG evidence of greater facial mimicry of more rewarding happy faces. *Psychophysiology*, 49(7), 998-1004.
- Smith, D. V., Clithero, J. A., Boltuck, S. E., & Huettel, S. A. (2014). Functional connectivity with ventromedial prefrontal cortex reflects subjective value for social rewards. *Social cognitive and affective neuroscience*, 9(12), 2017-2025.
- Smith, D. V., Hayden, B. Y., Truong, T. K., Song, A. W., Platt, M. L., & Huettel, S. A. (2010). Distinct value signals in anterior and posterior ventromedial prefrontal cortex. *The Journal of neuroscience*, 30(7), 2490-2495.
- Smith, T. J., & Mital, P. K. (2013). Attentional synchrony and the influence of viewing compito on gaze behavior in static and dynamic scenes. *Journal of Vision*, 13(8), 16-16.
- South, M., Ozonoff, S., & McMahon, W. (2005). Repetitive behavior profiles in Asperger Syndrome and high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 35, 145-158.
- Speer, L. L., Cook, A. E., McMahon, W. M., & Clark, E. (2007). Face processing in children with autism effects of stimulus contents and type. *Autism*, 11(3), 265-277.

- Spreckelmeyer, K. N., Krach, S., Kohls, G., Rademacher, L., Irmak, A., Konrad, K., ... & Gründer, G. (2009). Anticipation of monetary and social reward differently activates mesolimbic brain structures in men and women. *Social cognitive and affective neuroscience*, 051.
- Stahmer, A. C., Brookman-Frazee, L., Lee, E., Searcy, M. K., & Reed, M. S. (2011). Parent and multidisciplinary provider perspectives on earliest intervention for children at risk for autism spectrum disorders. *Infants and Young children*, 24(4), 344.
- Stavropoulos, K. K., & Carver, L. J. (2013). Research review: social motivation and oxytocin in autism—implications for joint attention development and intervention. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 603-618.
- Stavropoulos, K. K. M., & Carver, L. J. (2014a). Effect of familiarity on reward anticipation in children with and without autism spectrum disorders. *PloS One*, 9(9), e106667.
- Stavropoulos, K. K. M., & Carver, L. J. (2014b). Reward sensitivity to faces versus objects in children: an ERP study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(10), 1569–1575.
- 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), 1398-1408.
- Stern, D. N., Spieker, S., & MacKain, K. (1982). Intonation contours as signals in maternal speech to prelinguistic infants. *Developmental Psychology*, 18(5), 727.
- Stifter, C. A., & Moyer, D. (1991). The regulation of positive affect: Gaze aversion activity during mother-infant interaction. *Infant Behavior and Development*, 14(1), 111-123.
- Stoesz, B. M., & Jakobson, L. S. (2014). Developmental changes in attention to faces and bodies in static and dynamic scenes. *Frontiers in psychology*, 5, 193.
- Strathearn, L., Fonagy, P., Amico, J., & Montague, P. R. (2009). Adult attachment predicts maternal brain and oxytocin response to infant cues. *Neuropsychopharmacology*, 34(13), 2655-2666.
- Sullivan, M., Finelli, J., Marvin, A., Garrett-Mayer, E., Bauman, M., & Landa, R. (2007). Response to joint attention in toddlers at risk for autism spectrum disorder: A prospective study. *Journal of autism and developmental disorders*, 37(1), 37-48.
- Sullivan, K., Stone, W. L., & Dawson, G. (2014). Potential neural mechanisms underlying the effectiveness of early intervention for children with autism spectrum disorder. *Research in developmental disabilities*, 35(11), 2921-2932.
- Sun, D., Chan, C. C., Fan, J., Wu, Y., & Lee, T. M. (2015). Are Happy Faces Attractive? The Roles of Early vs. Late Processing. *Frontiers in psychology*, 6.
- Tachibana, M., Kagitani-Shimono, K., Mohri, I., Yamamoto, T., Sanefuji, W., Nakamura, A., Oishi, M., Kimura, T., Onaka, T., Ozono, K., Taniike, M., 2013. Long-term administration of intranasal oxytocin is a safe and promising therapy for early adolescent boys with autism spectrum disorders. *J. Child Adolesc. Psychopharmacol.* 23, 123–127.
- Talbott, M. R., Nelson, C. A., & Tager-Flusberg, H. (2015). Maternal gesture use and language development in infant siblings of children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(1), 4-14.

- Tenenbaum, E. J., Shah, R. J., Sobel, D. M., Malle, B. F., & Morgan, J. L. (2013). Increased Focus on the Mouth Among Infants in the First Year of Life: A Longitudinal Eye-Tracking Study. *Infancy*, 18(4), 534-553.
- Tomasello, M. (2009). *Why we cooperate*. MIT press.
- Tomasello, M. (2014). The ultra-social animal. *European journal of social psychology*, 44(3), 187-194.
- Tomasello, M. & Vaish, A. (2013). Origini della cooperazione umana e della moralità. *Annual Review of Psychology*, 64, 231-55.
- Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., & Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and brain sciences*, 28(05), 675-691.
- Trainor, L. J., Austin, C. M., & Desjardins, R. N. (2000). Is infant-directed speech prosody a result of the vocal expression of emotion?. *Psychological science*, 11(3), 188-195.
- Trevarthen, C., & Hubley, P. (1978). Secondary intersubjectivity: Confidence, confiding and acts of meaning in the first year. *Action, gesture and symbol: The emergence of language*, 183-229.
- Turner-Brown, L. M., Lam, K. S., Holtzclaw, T. N., Dichter, G. S., & Bodfish, J. W. (2011). Phenomenology and measurement of circumscribed interests in autism spectrum disorders. *Autism*, 15(4), 437-456.
- Uddin, L. Q., Supekar, K., Lynch, C. J., Khouzam, A., Phillips, J., Feinstein, C., ... & Menon, V. (2013). Salience network-based classification and prediction of symptom severity in children with autism. *JAMA psychiatry*, 70(8), 869-879.
- Van der Geest, J. N., Kemner, C., Camfferman, G., Verbaten, M. N., & van Engeland, H. (2002). Looking at images with human figures: Comparison between autistic and normal children. *Journal of autism and developmental disorders*, 32(2), 69-75.
- Venuti, P., de Falco, S., Esposito, G., Zaninelli, M., & Bornstein, M. H. (2012). Maternal functional speech to children: A comparison of autism spectrum disorder, Down syndrome, and typical development. *Research in developmental disabilities*, 33(2), 506-517.
- Verschuur, R., Didden, R., Lang, R., Sigafos, J., & Huskens, B. (2014). Pivotal response treatment for children with autism spectrum disorders: A systematic review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1(1), 34-61.
- Vismara, L. A., Colombi, C., & Rogers, S. J. (2009). Can one hour per week of therapy lead to lasting changes in young children with autism? *Autism*, 13(1), 93-115.
- Vismara, L. A., & Rogers, S. J. (2010). Behavioral treatments in autism spectrum disorder: what do we know? *Annual review of clinical psychology*, 6, 447-468.
- Vivanti, G. (2010). *La mente autistica: le risposte della ricerca scientifica al mistero dell'autismo*. Omega Ed..
- Vivanti, G., & Rogers, S. J. (2014). Autism and the mirror neuron system: insights from learning and teaching. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 369(1644), 20130184.
- Vivanti, G., Salomone E. (2016). *L'apprendimento nell'autismo. Dalle nuove conoscenze scientifiche alle strategie di intervento*. Ed. Centro Studi Erikson, S.p.A.

- Vivanti, G., Dissanayake, C., Zierhut, C., Rogers, S. J., & Victorian ASELCC Team. (2013). Brief report: Predictors of outcomes in the Early Start Denver Model delivered in a group setting. *Journal of autism and developmental disorders*, 43(7), 1717-1724.
- von Hofsten, C., Uhlig, H., Adell, M., & Kochukhova, O. (2009). How children with autism look at events. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 3(2), 556-569.
- Vouloumanos, A., & Werker, J. F. (2004). Tuned to the signal: the privileged status of speech for young infants. *Developmental science*, 7(3), 270-276.
- Wagner, J., Luyster, R. J., Moustapha, H., Tager-Flusberg, H., & Nelson, C. A. (2016). Differential attention to faces in infant siblings of children with autism spectrum disorder and associations with later social and language ability. *International Journal of Behavioral Development*, 0165025416673475.
- Wang, J. E., & Tsao, F. M. (2015). Emotional prosody perception and its association with pragmatic language in school-aged children with high-function autism. *Research in developmental disabilities*, 37, 162-170.
- Warneken, F., & Tomasello, M. (2007). Helping and cooperation at 14 months of age. *Infancy*, 11(3), 271-294.
- Warren, Z., McPheeters, M. L., Sathe, N., Foss-Feig, J. H., Glasser, A., & Veenstra-VanderWeele, J. (2011). A systematic review of early intensive intervention for autism spectrum disorders. *Pediatrics*, 127(5), e1303-e1311.
- Watson, K. K., Miller, S., Hannah, E., Kovac, M., Damiano, C. R., Sabatino-DiCrisco, A., ... & Dichter, G. S. (2015). Increased reward value of non-social stimuli in children and adolescents with autism. *Frontiers in psychology*, 6.
- Webb, S. J., Dawson, G., Bernier, R., & Panagiotides, H. (2006). ERP evidence of atypical face processing in young children with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 36(7), 881-890.
- Webb, S. J., Jones, E. J., Kelly, J., & Dawson, G. (2014). The motivation for very early intervention for infants at high risk for autism spectrum disorders. *International journal of speech-language pathology*, 16(1), 36-42.
- Webb, S. J., Neuhaus, E., & Faja, S. (2016). Face perception and learning in autism spectrum disorders. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1-17.
- Weisleder, A., & Fernald, A. (2013). Talking to children matters early language experience strengthens processing and builds vocabulary. *Psychological science*, 24(11), 2143-2152.
- Wellman, H. M., Phillips, A. T., Dunphy-Lelii, S., & LaLonde, N. (2004). Infant social attention predicts preschool social cognition. *Developmental science*, 7(3), 283-288.
- Werker, J. F., & McLeod, P. J. (1989). Infant preference for both male and female infant-directed talk: a developmental study of attentional and affective responsiveness. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 43(2), 230.
- Werner, E., Dawson, G., Osterling, J., & Dinno, N. (2000). Brief report: Recognition of autism spectrum disorder before one year of age: A retrospective study based on home videotapes. *Journal of autism and developmental disorders*, 30(2), 157-162.

- Williams, D. L., Goldstein, G., & Minshew, N. J. (2006). Neuropsychologic functioning in children with autism: Further evidence for disordered complex information-processing. *Child Neuropsychology*, 12(4-5), 279-298.
- Wilson, C. E., Brock, J., & Palermo, R. (2010). Attention to social stimuli and facial identity recognition skills in autism spectrum disorder. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(12), 1104–1115.
- Wing, L., & Gould, J. (1979). Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of autism and developmental disorders*, 9(1), 11-29.
- Wong, N., Beidel, D. C., Sarver, D. E., & Sims, V. (2012). Facial emotion recognition in children with high functioning autism and children with social phobia. *Child Psychiatry & Human Development*, 43(5), 775-794.
- Xaiz, C., & Micheli, E. (2001). *Gioco e interazione sociale nell'autismo*. Trento, Erickson.
- Yurovsky, D., & Frank, M. C. (2015). Beyond naïve cue combination: salience and social cues in early word learning. *Developmental science*.
- Zeeland, S. V., Ashley, A., Dapretto, M., Ghahremani, D. G., Poldrack, R. A., & Bookheimer, S. Y. (2010). Reward processing in autism. *Autism Research*, 3(2), 53-67.