



**UNIVERSITÀ
DI PARMA**

DIPARTIMENTO DI MEDICINA E CHIRURGIA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN PSICOBIOLOGIA E NEUROSCIENZE

COGNITIVE

**IL RUOLO DELLA PERFORMATIVITÀ NELLO SVILUPPO DEL SENSO ESTETICO IN
BAMBINI DI ETÀ PRESCOLARE**

Relatore:

Chiar.mo Prof. Vittorio Gallese

Controrelatrice:

Chiar.ma Prof.ssa Maria Alessandra Umiltà

Laureanda:

Aurora Manini

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

Indice

ABSTRACT	5
1. INTRODUZIONE.....	7
2. IPOTESI DI RICERCA	18
2.1 Ipotesi 1 (Comportamentale).....	18
2.2 Ipotesi 2 (Cinematico-Comportamentale).....	19
3. MATERIALI E METODI.....	22
3.1 Partecipanti.....	22
3.2 Strumenti	23
3.2.1 Triangolo di misurazione	23
3.2.2.1 Validazione dello strumento	25
3.2.2 Stimoli Sperimentali.....	25
3.2.3 Acquisizione del materiale multimediale	27
3.3 Procedura Sperimentale.....	27
3.3.1 Fase pre-interazione	27
3.3.2 Fase di interazione.....	28
3.3.3 Fase post interazione	29
3.4 Metodologia di elaborazione e analisi statistica dei dati	30
3.4.1 Elaborazione dei dati comportamentali	30
3.4.2 Elaborazione dei dati cinematici	32
3.4.3 Elaborazione dei dati cinematico-comportamentali	38
3.4.4 Analisi statistica comportamentale	39
3.4.5 Analisi statistica cinematico-comportamentale	40
4. RISULTATI.....	41
4.1 Risultati Analisi Comportamentale	41
4.2 Risultati Analisi Cinematico-Comportamentale	47
4.2.1 T-test preliminari per la conduzione delle analisi cinematico-comportamentali.....	47
4.2.2 Effetto della variabile pendenza sulle differenze di punteggi.....	48
4.2.3 Effetto della variabile picco sulle differenze di punteggi.....	51
4.2.4 Effetto della variabile media sulle differenze di punteggi.....	54
5. DISCUSSIONE.....	58
6. CONCLUSIONI E LIMITI.....	64
BIBLIOGRAFIA.....	67
APPENDICE A	74
APPENDICE B.....	77
RINGRAZIAMENTI.....	78

ABSTRACT

Lo stato dell'arte mostra che, all'interno di una cornice teorica quale quella fornita dalla Simulazione Incarnata, possa essere spiegato lo sviluppo del senso estetico e la formulazione dei giudizi estetici verso immagini o opere d'arte. Gli studi, tuttavia, si sono concentrati esclusivamente sull'adulto e i pochi casi che hanno considerato i bambini in età prescolare hanno preso in esame giudizi relativi a caratteristiche formali o contenuti di carattere semantico degli stimoli da valutare, mediati da valutazioni cognitive. Inoltre, gli strumenti utilizzati per fornire i giudizi si sono rivelati spesso inadeguati allo sviluppo del bambino. In aggiunta a ciò, i lavori che hanno indagato la relazione tra aspetti sensorimotori e giudizio estetico non hanno mai preso in considerazione l'analisi di parametri cinematici specifici in grado di modulare la percezione delle caratteristiche tattili degli stimoli e di conseguenza anche l'apprezzamento estetico. Il nostro studio, attraverso la validazione empirica di uno strumento di misurazione di natura visuo-analogica costruito ad hoc per il livello di sviluppo cognitivo del bambino, si è proposto di indagare il ruolo della performatività in termini di coinvolgimento sensorimotorio nella formulazione di giudizi estetici in bambini di età prescolare. Partendo dalla formulazione di due ipotesi, una di natura comportamentale e una cinematico-comportamentale, abbiamo considerato un campione composto da 59 bambini di età compresa tra i 5 e i 6 anni, appartenenti a tre classi di tre Nidi Comunali dell'Infanzia di Reggio Emilia. Il nostro disegno sperimentale ha previsto la suddivisione di ciascuna classe in due metà: una interagiva con il materiale creta, l'altra con il materiale sabbia; a tutti i bambini venivano sottoposte tre domande (quanto è liscio, quanto è scuro, quanto ti piace) per ciascuno dei due materiali, sia quello con cui avevano interagito sia quello con cui non avevano interagito, prima e dopo l'interazione. Secondo l'ipotesi comportamentale ci aspettavamo che vi fossero modulazioni significative, a seguito dell'interazione sensorimotoria, del giudizio estetico verso il materiale con cui avevano interagito, ma che questo non avvenisse per il materiale con cui non avevano interagito. Ai fini

della verifica della seconda ipotesi di natura cinematico-comportamentale, è stata analizzata la distanza euclidea, e nello specifico, l'andamento di distanza nel tempo, il valore di picco di distanza euclidea e il valore di media di distanza euclidea. Secondo l'ipotesi cinematico-comportamentale ci si aspettava una modulazione dei parametri cinematici di movimento e che questi correlassero significativamente sia con i giudizi tattili, che avrebbe rafforzato l'idea dell'importanza degli aspetti sensorimotori nella formazione e formulazione di giudizi di gradimento, che con i giudizi estetici nei confronti del contesto congruente all'interazione. I risultati relativi ad entrambe le ipotesi non sono risultati significativi, tuttavia, nel caso dell'ipotesi cinematico-comportamentale, sono state messe in luce delle tendenze in linea con le aspettative per quanto riguarda il parametro andamento di distanza euclidea nel tempo. Tali evidenze potranno essere approfondite in studi futuri, avendo preso consapevolezza dei limiti metodologici e legati alla numerosità campionaria del presente lavoro.

1. INTRODUZIONE

Secondo Von Hildebrand (2001) il valore estetico di un'opera risiede nella sua capacità di creare dei legami tra gli atti intenzionali creativi dell'artista e la loro ricostruzione da parte del fruitore.

Se si pensa al gradimento estetico, le definizioni che possono venire in mente sono molteplici. Innanzi tutto, si può far riferimento ad un giudizio estetico oggettivo (Qualcosa è oggettivamente bello) o una valutazione estetica individuale (Qualcosa mi piace). Questi due tipi di gradimento a loro volta fanno riferimento, da un lato a canoni socialmente e culturalmente determinati e a nozioni cognitive pregresse, dall'altro alle emozioni e sensazioni interne corporee che vengono suscitate nell'osservatore. In questo caso, si parla di esperienza estetica in cui la valutazione è il risultato di una relazione immediata, diretta, empatica e non mediata cognitivamente con l'opera e con le emozioni che l'artista ha voluto trasmettere attraverso di essa. Per comprendere l'approccio al gradimento estetico adottato in questo lavoro è necessario fare una premessa sulla cornice teorica dell'estetica empirica all'interno della quale si situa il concetto di esperienza estetica, incominciando dalla storia del termine empatia. L'empatia, come definita da Theodor Lipps "Einfühlung" era "compartecipazione con l'altro, co-esperienza degli stati dell'altro" (Lipps, 1906, p.112). Tale definizione si contrapponeva al pensiero di John Stuart Mill (Mill, 1996) che nella sua teoria dell'analogia vedeva la decodifica degli stati interni dell'altro come un processo di pura inferenza. Il concetto di empatia come compartecipazione è stato portato avanti da Edith Stein (Stein,1998) secondo la quale l'empatia sarebbe basata su una modalità diretta attraverso cui due individui entrano in contatto, conferendo un ruolo fondamentale all'azione in quanto componente essenziale nella relazione di somiglianza con l'altro. Da questo momento in poi, al cognitivismo classico, erede del pensiero di Mill, si è contrapposta sempre più l'idea che capire l'altro avvenisse attraverso una simulazione non mediata da alcun processo se non dalla comprensione del gesto, che scaturisce solo da una forma di reciprocità tra le proprie e altrui intenzioni e gesti (Merleau-Ponty, 2003). Al concetto di empatia così formulato è stato dato

fondamento neurobiologico attraverso la Teoria della Simulazione Incarnata (Gallese, 2005): grazie ad un meccanismo automatico e preriflessivo, nell'incontro con l'altro si genera una molteplicità condivisa di intenzioni e azioni che ci mettono in relazione di identità e reciprocità con gli altri (Gallese, 2001). Se a livello fenomenico ciò che si osserva è una consonanza intenzionale, a livello sub personale ciò che la rende possibile, attraverso il livello funzionale della simulazione incarnata, è l'attivazione di circuiti di tipo mirror che trovano nel corpo la loro sede di elezione e consentono una relazione empatica con l'altro. L'empatia in quest'ottica, si delinea prima di tutto come intercorporeità. Declinata nel mondo dell'arte, Pinotti (2001) notava che già Warburg nel 1929 aveva ritrovato in molte opere un filo rosso conduttore dato da particolari gesti, posture e atteggiamenti richiamanti il movimento definite da lui "formule del Pathos". Queste formule incarnavano in modo esemplare l'atto estetico dell'empatia come una delle più creative fonti dello stile artistico: l'empatia si delinea come trasmissione delle emozioni attraverso le immagini. Già molti anni prima della scoperta dei meccanismi mirror alla base dell'esperienza estetica il movimento e il dinamismo erano risultati cruciali per trasmettere il significato diretto e immediato, non cognitivo delle opere. Nel corso degli anni, tuttavia, prima di arrivare ad una teoria dell'esperienza estetica basata sull'idea di simulazione, sono state numerose le teorie di Neuroestetica che si sono succedute e affiancate cercando di affrontare con gli strumenti messi a disposizione dalle neuroscienze la questione di che cosa possa essere giudicato piacevole e in cosa consista l'esperienza estetica. Da un lato ritroviamo le teorie cognitive: dal pensiero post Chomskiano ai successivi progressi dell'intelligenza artificiale, secondo i cognitivisti il giudizio estetico riguardava il significato proposizionale di un'opera; l'esperienza estetica era un processo cognitivo accompagnato a sua volta da un continuo aggiornamento degli stati affettivi e dalla loro valutazione (Leder et al., 2004). Dall'altro lato vi erano i fisiologi della visione, per i quali intere aree visive erano deputate esclusivamente a catturare le costanti, i principi invarianti di un'opera d'arte che permettevano di definirla bella o sublime, sfociando in una vera e propria forma di localizzazione cerebrale; si pensi a Kawabata & Zeki (2004) che hanno

individuato l'area del bello nella corteccia orbito-frontale o Ishizu & Zeki (2014) che hanno isolato l'area del sublime nella parte anteriore del nucleo caudato, o a Ramachandran & Hirstein (1999) che postulavano l'esistenza di leggi universali con sede cerebrale specifica che governavano la percezione della bellezza. Accanto a questi due poli, si è sentita l'esigenza di dare maggior risalto alla dimensione corporea delle opere: a partire dal modello della Triade Estetica (Chatterjee, 2003, citato in Liu et al., 2017) gli aspetti cognitivi ed emotivi si sono integrati con quelli sensorimotori; prospettiva che è stata portata avanti dalla svolta bio culturale: la cultura è agito, l'azione diviene il centro di ogni nuova forma di conoscenza ed esperienza attraverso il corpo e le tecniche culturali (Krämer & Bredekamp, 2013). Così anche l'arte, secondo la Teoria dell'Atto Iconico (Bredekamp, 2015) è fruibile all'uomo attraverso l'immagine: l'atto iconico puro o intrinseco si ritrova nell'esperienza estetica così come nella vita e fa sì che la potenza visiva di un'immagine risieda nella sua dinamicità, per tornare alle "formule del pathos" di Warburg. Grazie alla cornice fornita dalla Teoria della Simulazione, che guiderà questo lavoro, è stato possibile estendere il processo di simulazione anche al mondo della fruizione artistica, fornendo le basi neurobiologiche dell'esperienza estetica e del giudizio estetico. La performatività dell'opera, e la sua corporeità permettono un rapporto diretto, non mediato con l'osservatore. La performatività è infatti una qualità che racchiude in sé una potenzialità traducibile in movimento ma anche in simulazione come chiave di lettura dei gesti altrui. Questo non significa, secondo queste ultime teorie, che tutte le componenti oggettive, cognitive o basate su informazioni pregresse non debbano più essere considerate, ma che la primaria ed essenziale esperienza estetica sia preriﬂessiva e non mediata da alcuna nozione universale di bello o da alcun processo cognitivo. Le nozioni socioculturali o proposizionali arricchiscono la conoscenza dell'opera ma il primo grado esperienziale avviene attraverso l'intercorporeità tra l'osservatore e l'opera stessa, attraverso una forma di empatia diretta. Il corpo dell'opera realizza infatti la soggettività dell'autore attraverso posture gesti e movimenti; il processo di simbolizzazione consente di astrarre significati concettuali mantenendo però sempre forte il rapporto con il corpo

che è il principale strumento di produzione e ricezione dei simboli stessi. Ogni esperienza esterna, fatta attraverso il corpo può essere definita come esperienza estetica, naturalizzando il termine e dandogli un carattere molto più intimo, personale e individuale in linea con l'oggetto di studio delle scienze naturali (Gallese & Guerra, 2015). Quanto più l'autore è in grado attraverso i gesti impressi sulla tela, il dinamismo e la corporeità dell'opera di richiamare a livello motorio la conoscenza performativa degli stessi gesti nell'osservatore, tanto più il fruitore si sentirà coinvolto e vicino all'opera in questione, aumentandone anche l'apprezzamento. Il primo studio (Freedberg & Gallese, 2007) che ha postulato l'attivazione delle stesse aree cerebrali sia durante la visione di dipinti realizzati attraverso particolari gesti degli autori, sia quando gli stessi gesti venivano eseguiti in prima persona, è andato a sostegno dell'ipotesi che sottostante all'esperienza estetica vi sia una vera e propria simulazione. Non sarebbe soltanto il dinamismo dell'arte figurativa (come, ad esempio, le particolari posture e i movimenti individuati da Warburg) a coinvolgere empaticamente l'osservatore, ma anche quando l'oggetto della contemplazione non richiama alcun aspetto immediatamente riconducibile ad un corpo che agisce o che patisce, il legame tra il gesto della mano dell'autore che ha prodotto quell'oggetto e chi ne fruisce da un punto di vista esperienziale-percettivo, è ancora intatto. Gli studi che sono stati svolti successivamente hanno confermato l'ipotesi: sia che si trattasse di arte astratta (si vedano, ad esempio, Sbriscia-Fioretti et al., 2013; Umiltà et al., 2012) o di arte figurativa (si vedano, ad esempio, Battaglia et al., 2011, Thakral et al., 2012) studi di neuroimaging e di stimolazione magnetica transcranica hanno evidenziato attivazioni sensorimotorie negli osservatori corrispondenti alle stesse aree reclutate durante quei movimenti eseguiti in prima persona che richiamavano le posture raffigurate nelle opere, nel caso di arte figurativa, o i gesti sulla tela, nel caso di arte astratta. Accanto a tali modulazioni, sono state trovate attivazioni anche in aree orbitofrontali (Sbriscia-Fioretti et al., 2013), quelle che Kawabata & Zeki (2004) avevano individuato come le aree cerebrali del concetto di bello, in realtà verosimilmente deputate alla ricompensa data dall'esperienza di qualcosa di piacevole, e sono state trovate attivazioni anche prefrontali (Sbriscia-Fioretti et al., 2013; Thakral et al., 2012). Questo

confermava l'ipotesi che i gradi dell'esperienza estetica fossero molteplici: da un lato, un grado zero basato su un processo sensorimotorio di elaborazione che costituisce il livello più diretto e automatico di processazione e che consente al fruitore di avere una relazione embodied con l'opera, dall'altro una categorizzazione di carattere cognitivo forte di tutte le nozioni pregresse acquisite nel corso degli anni dall'individuo. L'attivazione orbito frontale suggeriva inoltre una relazione diretta tra la simulazione incarnata dell'esperienza estetica e una valutazione di piacevolezza inconscia, non mediata da alcun concetto razionale. A questo proposito, hanno cominciato ad emergere evidenze circa il ruolo del coinvolgimento sensorimotorio nella formulazione di giudizi estetici, sia a seguito della semplice osservazione e simulazione interna dei gesti raffigurati, sia a seguito della riproduzione degli stessi. Leder et al., (2012) sono stati i pionieri dell'indagine: nel loro studio di natura comportamentale hanno mostrato che indipendentemente dalle nozioni pregresse dei partecipanti o dal contenuto figurativo di un'opera, se i partecipanti riproducevano delle pennellate orizzontali su tela richiamanti i gesti dell'Impressionismo apprezzavano di più delle opere appartenenti allo stile impressionista piuttosto che puntinista; viceversa, se effettuavano pennellate puntiformi e precise mostravano un gradimento maggiore per i quadri puntinisti. Nel loro studio comportamentale e di eye tracking Massaro et al., (2012) hanno notato che le opere figurative osservate nella condizione dinamica erano generalmente preferite a quelle nella condizione statica, sia per figure umane che per paesaggi; tuttavia, nel caso di opere ritraenti figure umane il giudizio di dinamismo era influenzato da tutti quei dettagli corporei che intrinsecamente consentono il processo di simulazione incarnata: il movimento oculare si concentrava sui precisi punti dove ci si aspettava di ritrovare il dinamismo. Di Dio et al., (2016) hanno confermato la relazione tra percezione di dinamismo durante l'osservazione di un quadro figurativo e valutazione estetica, sia a livello comportamentale, sia attraverso l'utilizzo di fMRI, evidenziando una sovrapposizione nell'attivazione sensorimotoria durante la fase di giudizio di movimento e durante la fase di valutazione estetica. La simulazione sensorimotoria non si limiterebbe al corpo umano, ma anche il volto è in grado di influenzare il giudizio di piacevolezza verso uno stimolo emotivo. È quello che Ardizzi et al., (2018) hanno mostrato nel loro studio

chiedendo in una condizione ai partecipanti di attivare il muscolo corrugatore del sopracciglio e, mantenendo la contrazione, di osservare vari dipinti raffiguranti volti che potevano esprimere emozioni neutre o di dolore e di giudicarne la bellezza. I partecipanti reclutavano attivamente i substrati sensorimotori coinvolti nell'esperienza estetica e tanto più si trovavano in una condizione di dolore congruente a quella mostrata nel dipinto, tanto più giudicavano artisticamente bello lo stimolo negativo.

Questi studi si sono concentrati sulla relazione tra dinamismo e valutazione estetica: il solo fatto di cogliere in un'opera quegli elementi che potevano essere riprodotti in un gesto congruente o che consentivano di simularlo internamente induceva un giudizio estetico più positivo; vi sono stati altri lavori che si sono concentrati non solo sul dinamismo degli stimoli ma anche sull'influenza che il dinamismo percepito aveva sulla modulazione dei giudizi tattili degli stimoli stessi e sulla relazione esistente tra i giudizi sensoriali, di movimento e di gradimento estetico. Ne è un esempio il lavoro di Siri et al., (2018) in cui si valutava se proprietà visive (come, ad esempio, l'intensità di colore) e tattili (come il desiderio di toccare la superficie dell'opera) contribuissero a modulare l'esperienza estetica. Sono state proposte ai partecipanti delle opere di Fontana e Poultre sia in versione originale che riprodotte digitalmente da osservare e da valutare senza che fosse richiesta alcun tipo di interazione, registrando anche i parametri cardiaci degli osservatori. I risultati hanno messo in luce un vantaggio per le opere originali nei giudizi di tocco, emozione e giudizio estetico esplicito rispetto a movimento percepito e intensità di colore. In generale, vi era una correlazione tra i punteggi di empatia e i punteggi dati ai giudizi sul tocco, l'intensità di colore e valutazione estetica delle reali opere d'arte: tanto più i partecipanti risultavano empatici, tanto maggiori erano i punteggi nelle dimensioni sensoriali ed estetiche, il tutto moderato dall'esperienza artistica individuale. Un altro lavoro sulla stessa linea è lo studio comportamentale in cui Calbi et al., (2019) hanno proposto ai partecipanti l'osservazione di opere digitali dell'artista Ori Gerst: il dinamismo era ottenuto dall'autore attraverso composizioni di natura morta costruita con materiali veri che venivano fatti esplodere e fotografati

da più punti di vista ad altissima velocità. Le immagini venivano proposte ad alta o bassa risoluzione, complete o in dettaglio, per valutare se l'ingrandimento del dettaglio evocasse un maggior senso di presenza e corporeità. I partecipanti dovevano esprimere giudizi in merito a quanto le immagini fossero ritenute piacevoli, quanto si desiderasse toccarle, quanto movimento fosse percepito, quanto fossero sentite vicine e infine, come controllo, quanto luminose fossero percepite. I risultati hanno mostrato che le immagini in dettaglio venivano giudicate più vicine e suscitantanti un desiderio di tocco maggiore. Dalla relazione positiva tra senso di presenza, coinvolgimento del corpo e giudizio estetico si è avanzata la conclusione che quanto più le immagini sono percepite come dinamiche, vicine, tangibili, esperibili da un punto di vista sensorimotorio, tanto più implicano un coinvolgimento tattile nello spettatore e vengono giudicate belle ed emotivamente attivanti. L'esaltazione delle qualità materiche e di dettaglio di un materiale modulerebbero la percezione delle caratteristiche visuo-tattili e di conseguenza, il giudizio di gradimento estetico.

Gli studi sino ad ora esaminati, sia quelli che si sono concentrati sulla relazione tra dinamismo percepito (Di Dio et al., 2016) o esperito attraverso la riproduzione motoria dei gesti da valutare (Leder et al., 2012) e formulazione di giudizi estetici, sia quelli che hanno indagato non solo una modulazione nella valutazione di gradimento, ma anche nei giudizi sensoriali (Calbi et al., 2019; Siri et al., 2018), hanno coinvolto partecipanti adulti. Il contributo che questo lavoro si propone di apportare alla letteratura esistente è quello di indagare attraverso la formulazione e verifica di due distinte ipotesi, se anche i bambini mostrino, a seguito dell'esperienza sensorimotoria con un materiale, maggior gradimento verso di esso; nello specifico, se l'interazione con esso moduli principalmente ed esclusivamente la formulazione di un giudizio estetico o se la valutazione di gradimento sia inestricabilmente legata ad una modulazione, a sua volta, dei giudizi di natura tattile inerenti alle percezioni sensorimotorie esperite durante l'esplorazione aptica. Per farlo, nella seconda ipotesi formulata in questo elaborato si tiene in considerazione anche la cinematica dei movimenti dei bambini, aspetto assente in letteratura sia per quanto riguarda lo studio del

tema sull'adulto sia sul bambino. Lo studio della cinematica dei movimenti di esplorazione libera di una superficie nel soggetto adulto è infatti limitata alla valutazione di come l'esplorazione, e più nel dettaglio parametri cinematici specifici del comportamento di esplorazione quali la velocità, siano in grado di modulare la percezione che il soggetto ha delle caratteristiche materiche delle superfici attraverso, ad esempio, un giudizio di ruvidezza del materiale, non indagando la piacevolezza del materiale né tantomeno se la modulazione dei giudizi sensorimotori sia in linea con quella di gradimento estetico. (Boundy-Singer et al., 2017).

Altri autori che hanno considerato come parametro cinematico di interesse la velocità di esplorazione sono stati Callier et al., (2015) che hanno condotto un'indagine in cui si sono chiesti se, una diversa percezione aptica delle qualità materiche delle superfici classificate in base alla ruvidezza, durezza o scivolosità a sua volta potesse spiegare successive modulazioni nel comportamento cinematico esplorativo. Anche questi autori non hanno indagato il ruolo della cinematica nella modulazione di giudizi estetici espliciti. Entrambi i lavori hanno fatto riferimento ai meccanismi di trasduzione del segnale meccanico che intervengono durante l'esplorazione di una superficie e alla conseguente traduzione del segnale afferente che rende possibile la percezione aptica come costante, nonostante i numerosi cambiamenti nella velocità di esplorazione. Tali considerazioni sono in linea con i risultati di Weber et al., (2013) riguardo i meccanismi neurali alla base della costanza di percezione delle superfici ottenuti grazie agli studi su macaco: gli autori hanno mostrato che è dalla combinazione e integrazione di segnali spaziali e temporali afferenti derivanti dalle diverse vibrazioni ad alta frequenza dei meccanocettori cutanei quando sottoposti a diverse velocità di "scanning" che è possibile generare la costanza percettiva. In questo modo, il range di superfici esplorabili si amplia e si diviene in grado di formarsi giudizi percettivi a partire da velocità di esplorazione anche molto diverse tra loro.

Come anticipato precedentemente, lo stato dell'arte riguardo il coinvolgimento sensorimotorio nello sviluppo dell'esperienza estetica e conseguente giudizio estetico nei bambini, è pressoché assente. Vi è uno studio di eye tracking condotto su gruppo di adolescenti (Savazzi et al., 2014) che va nella direzione dei risultati dello studio di Di Dio et al., (2016) sugli adulti: i ragazzi sarebbero fortemente attratti dalle immagini dei corpi umani e in particolare, la loro attenzione sarebbe catturata da elementi richiamanti il movimento e l'azione. Tuttavia, nel caso degli adolescenti, la componente di conoscenza pregressa nella valutazione estetica è un elemento che si affianca in modo sempre più rilevante alla componente preriflessiva. Anche nel caso dello sviluppo di senso estetico in bambini di età prescolare è importante il ruolo delle conoscenze pregresse, il quale diviene sempre più incisivo con il progredire dello sviluppo cognitivo: alcuni studi hanno mostrato come già dai 4-6 anni la preferenza estetica è vincolata al vissuto personale del bambino (Parsons et al., 1987; Savva et al., 2003; 2005) e che parlare ai bambini degli oggetti d'arte, avvicinando la loro sensibilità agli artisti e alle modalità con cui le opere sono state realizzate possa contribuire a svilupparne il senso estetico (Danko-McGhee, 2006). In generale, gli studi riportavano che i bambini già dai 6 anni tendono a concentrarsi su caratteristiche formali degli stimoli (canonicità delle forme, colori) e sulla semantica, i quali contribuiscono a sviluppare il loro giudizio estetico, tutti elementi che in una qualche misura richiedono una valutazione cognitiva e che hanno a che fare con gli aspetti educativi e con la familiarità del bambino rispetto agli stimoli stessi (Danko-McGhee et al., 2011; Shabmann et al., 2015). Rodway et al., (2016) hanno mostrato, ad esempio, che la valutazione estetica tendeva a convergere tra i partecipanti a partire dai 4-6 anni sia per le opere figurative che astratte, ma dagli 8-10 anni il giudizio tendeva a raggiungere maggiore accordo per le opere figurative rispetto a quelle astratte e nel primo caso a basarsi sul soggetto dell'opera mentre nel secondo su caratteristiche formali; il riferimento agli artisti inizierebbe a partire dai 6 anni e aumenterebbe con l'avanzare dello sviluppo cognitivo e delle conoscenze culturali del bambino. Questi studi si sono concentrati su caratteristiche possedute dagli stimoli da valutare e su una giustificazione cognitiva delle valutazioni stesse, mentre in questo lavoro ci si chiede se la

componente sensorimotoria, prima ancora di qualsiasi aspetto cognitivo, sia in grado di spiegare un significativo cambiamento nel giudizio di preferenza. Inoltre, un altro limite importante su ammissione degli stessi autori è stata l'assenza di uno strumento di misurazione adeguato al livello di sviluppo dei bambini; spesso era infatti richiesto di esprimere giudizi quantitativi non in linea con le competenze cognitive dei bambini. Strumenti più idonei potrebbero permettere di esprimere esplicitamente un giudizio valutativo verso un materiale a seguito di un coinvolgimento sensorimotorio. Non solo a livello comportamentale vi è scarsità di studi: per quanto riguarda la componente cinematica nel caso dei bambini l'unica evidenza (Rémi et al., 2015) riguarda l'analisi della cinematica degli scarabocchi di bambini di età diverse per differenziare tra i segni grafici e studiarne le caratteristiche, ma non vi sono evidenze che prendano in esame una qualche forma di relazione tra cinematica dell'esplorazione sensorimotoria libera e giudizi sensoriali ed estetici verso il materiale stesso. È possibile ipotizzare che, considerando anche nel caso dei bambini i parametri cinematici analoghi a quelli presi in esame per l'adulto, unitamente all'utilizzo di uno strumento di misura più adeguato, si possano ottenere risultati promettenti non solo in merito ai giudizi sulle proprietà tattili dei materiali ma anche riguardo la piacevolezza degli stessi.

La scelta dello strumento per la raccolta dei giudizi dei bambini utilizzato nel presente studio è stata messa a punto grazie alle evidenze in letteratura relative alla capacità dei bambini, sin dall'età prescolare, di fornire un giudizio su quantità non simboliche attraverso una stima espressa in formato quantitativo continuo su scala visuo-spaziale, quali l'area più o meno colorata di uno stimolo quadrato (Sella et al., 2015). I bambini sarebbero più facilmente in grado di esprimere un giudizio di quantità discreta nel suo equivalente continuo, associando al valore quantitativo discreto il corrispettivo valore continuo su scala di estensione spaziale. Nel loro studio, Sella et al., (2015) hanno notato che i bambini, già in età prescolare padroneggiano l'abilità di stimare accuratamente quantità continue attraverso indizi visuo-spaziali, mentre leggermente più difficoltoso risulta il compito di stimare le

stesse attraverso strategie discrete, basate ad esempio sulla numerosità, con una leggera tendenza a sottostimare piccole quantità, capacità che migliora verso gli 8-9 anni d'età. Sella et al., (2015) hanno concluso che questi risultati siano in linea con l'idea che le strategie continue richiedano semplicemente una trasformazione nel dominio visuo-spaziale per le quali sin dagli anni prescolari è già presente un pattern lineare, mentre le strategie basate sulla stima della numerosità migliorino con l'avanzare dell'età, passando da un pattern logaritmico ad un andamento lineare; questo perché con buona probabilità i bambini che utilizzano una strategia discreta tentano di codificare gli stimoli come grandezze numeriche senza che sia ancora maturata completamente l'abilità di stima quantitativa simbolica. Anche Viarouge et al., (2019) hanno avanzato l'ipotesi che le abilità numeriche dei bambini, sebbene in un formato pre-simbolico e non numerico, si sviluppino già in età prescolare; "Alcuni studi hanno investigato le rappresentazioni numeriche non simboliche riportando l'importanza dei cues visuo-spaziali nella stima numerica di una quantità" (Gebuis & Reynvoet, 2012, citato in Viarouge et al., 2019, p. 137). Gli stessi autori (Viarouge et al., 2019, p.138), affermavano che: "La capacità di stimare grandezze non numeriche sarebbe dunque un prerequisito necessario e obbligato per astrarre aspetti numerici del proprio ambiente e sviluppare la rappresentazione numerica simbolica". I giudizi quantitativi forniti dai bambini in età prescolare risultano invariabilmente influenzati da grandezze non numeriche e si fondano inevitabilmente su stime di grandezze continue, come l'estensione di un'area o altre scale visuo-spaziali. La maggior propensione ad orientarsi verso gli aspetti numerici simbolici diviene un'acquisizione fondamentale dello sviluppo con il progredire dell'età.

2. IPOTESI DI RICERCA

L'obiettivo del presente lavoro di ricerca è quello di indagare il ruolo della performatività in termini di coinvolgimento sensorimotorio nella formulazione di giudizi estetici in bambini di età prescolare; ci si propone di superare i limiti della letteratura precedente sul ruolo dell' "embodiement" sensorimotorio nella formulazione di giudizi estetici e contribuire ad arricchire le attuali teorie dello sviluppo e dell'educazione, fornendo, ove possibile, nuovi strumenti empiricamente validati.

2.1 Ipotesi 1 (Comportamentale)

La prima ipotesi avanzata nel presente studio punta a verificare se e in che misura l'interazione sensorimotoria con due materiali diversi, da noi definiti contesti esplorativi, da parte di bambini di età prescolare sia in grado di modulare il giudizio di piacevolezza verso il contesto congruente alla manipolazione ma non il punteggio di gradimento verso il contesto non esplorato; inoltre, ci si aspetta che tale modulazione avvenga in maniera significativa per il giudizio estetico ma non per i giudizi relativi ad altre due caratteristiche sensoriali, quali quanto fossero lisci e scuri i contesti. Per la domanda liscio ci si può attendere una lieve modulazione non significativa a seguito della manipolazione in quanto proprietà non solo visiva ma anche tattile. Nello specifico, ci si aspetta che i bambini che interagiscono con il contesto creta assegnino, a seguito della manipolazione, punteggi di gradimento significativamente più alti rispetto ai punteggi dati prima dell'interazione sensorimotoria al materiale creta e inoltre che questa modulazione avvenga in misura significativa per il contesto esplorato rispetto a quello con cui non si è interagito; ci si aspetta lo stesso risultato per il contesto sabbia a seguito dell'esplorazione sensorimotoria libera per i bambini che hanno effettuato esperienza motoria di tale contesto. Ci aspettiamo che non sia presente, in quanto preliminarmente randomizzate, un effetto principale del fattore domanda, ovvero un bias verso una delle tre domande tale da determinare punteggi estremamente differenti a prescindere dall'interazione con gli altri due fattori. Non ci attendiamo inoltre un effetto significativo del contesto di interazione:

i due contesti vengono scelti in modo da evocare due movimenti molto diversi tra loro per verificare in che misura sia l'effettiva esperienza motoria congruente ad influenzare successivamente i giudizi di piacevolezza verso il contesto corrispondente all'interazione, ma non ci aspettiamo che creta e sabbia possedano caratteristiche tali per cui uno dei due contesti sia percepito come a priori significativamente più gradevole, più liscio o più scuro dell'altro. Ciò che ci aspettiamo è infatti una modulazione significativa dei punteggi di gradimento post esplorazione verso il contesto congruente all'interazione stessa, indipendentemente dal tipo di contesto considerato. Tale ipotesi vede dunque la valutazione estetica come indipendente dalle proprietà sensoriali dei materiali: l'embodiement si basa su una simulazione interna dei movimenti evocati dai contesti di esplorazione e secondo noi la sola interazione indurrebbe in seguito un giudizio più positivo verso il contesto di cui si è fatta esperienza motoria. Non sarebbe dunque una modulazione delle caratteristiche tattili dei contesti ad intervenire nella modulazione, a sua volta, del giudizio estetico di piacevolezza, ma fondamentale risulta la riproduzione motoria del gesto sul materiale. In linea con questa ipotesi, come abbiamo osservato nel capitolo precedente, abbiamo gli studi di letteratura che si sono focalizzati sulla natura embodied del giudizio estetico, e che hanno preso in considerazione l'esperienza motoria in termini di gesti che richiamano quelli presenti nell'opera effettuati dal suo creatore (si vedano, ad esempio, Umiltà et al., 2012; Sbriscia-Fioretto et al., 2013; Leder et al., 2012). La prima ipotesi di questo lavoro è dunque in linea con la tradizione che ha dato origine ad un vasto corpus di ricerche sul tema: il focus è sull'interazione e sulla riproduzione del gesto che verrebbe a tradursi in un aumento di piacevolezza.

2.2 Ipotesi 2 (Cinematico-Comportamentale)

La seconda ipotesi formulata nel presente lavoro vuole indagare se l'interazione con un contesto sperimentale da parte del bambino si accompagna ad una modulazione percettiva delle proprietà tattili e di piacevolezza verso il contesto stesso. In tal caso, il gradimento del contesto sarebbe solo parzialmente indipendente dalla percezione delle qualità materiche e di dettaglio di un materiale, anzi

queste ultime contribuirebbero in misura cruciale alla modulazione della valutazione estetica a seguito dell'esperienza sensorimotoria con i contesti. Ci si propone dunque di proseguire il filone di ricerca comportamentale iniziato da Calbi et al., (2019) e Siri et al., (2018), colmando da un lato le lacune presenti in letteratura relative ai parametri cinematici coinvolti nell'esplorazione libera, e dall'altro concentrandosi sul bambino e la cinematica dei suoi movimenti. L'intento è quello di unire la ricerca comportamentale che indaga la modulazione dei giudizi sensoriali ed estetici di un'opera all'analisi di parametri cinematici specifici che, a seguito dell'esplorazione, influenzano la percezione delle stesse caratteristiche tattili ed estetiche degli stimoli nell'esplorazione libera del bambino. A questo scopo, si è scelto di prendere in considerazione come variabile cinematica nella nostra indagine esplorativa la distanza percorsa durante il movimento di esplorazione spaziale dei contesti, valutando se sia in grado di predire un cambiamento nei giudizi tattili relativi alle caratteristiche percettive del contesto manipolato e di conseguenza anche nel giudizio di gradevolezza. In uno dei pochi lavori che si concentrano sulla cinematica nel bambino svincolata però dai giudizi comportamentali, Rémi et al., (2015) mettono in luce che una caratteristica degli scarabocchi dei bambini in età prescolare che permette di distinguerli da bambini più piccoli è proprio la superficie scarabocchiata e la lunghezza della traiettoria del segno grafico; è possibile che il parametro quantità di superficie esplorata risulti abbastanza affidabile per mettere in relazione la cinematica d'esplorazione dei bambini con i giudizi comportamentali; nel presente lavoro si ipotizza che una maggior distanza di esplorazione produca modulazioni sensoriali maggiori dovute alla maggior esperienza sensorimotoria che il bambino fa della superficie del contesto e delle sue qualità materiche; non vi sono ipotesi a priori su quale possa essere la direzione della modulazione sensoriale, ma ci si aspetta che tanto più si verifica un cambiamento nel giudizio tattile post-interazione, tanto più venga apprezzato il contesto d'interazione. Se è vero che, come mostrato dalle evidenze in letteratura (si veda, ad esempio Di Dio et al., 2016), le basi per la formulazione di giudizi sensorimotori ed estetici coinvolgono vie neurali e attivazioni comuni, ci si può aspettare che la modulazione tra pre e post interazione avvenga per i punteggi tattili ed estetici nella condizione congruente. Non ci aspettiamo tale differenza per il

contesto con cui non si è interagito e, per quanto riguarda la domanda relativa ad un giudizio esclusivamente visivo sulla luminosità del materiale, non ci attendiamo variazioni significative tra pre e post interazione: tale aspettativa è in accordo con i risultati dello studio di Calbi et al., (2015) in cui le immagini al dettaglio ottenevano punteggi più alti per le domande tattili ed estetiche con un'evidente correlazione positiva, mentre non vi erano differenze significative per la domanda visiva riguardo la luminosità delle immagini. Nello specifico, si prendono in esame 3 aspetti diversi della distanza euclidea: l'andamento nel tempo, il picco massimo raggiunto, e il valore medio. Nel nostro lavoro inoltre, verifichiamo che non vi sia un effetto significativo del contesto sulla distanza percorsa: non ci aspettiamo che la sabbia o la creta spingano ad esplorare una quantità maggiore o minore di spazio per le loro caratteristiche intrinseche. In questo aspetto il nostro lavoro si discosta da quello di Callier et al., (2015) che nel loro studio indagavano se anche la cinematica dei movimenti esplorativi potesse venir modulata a sua volta dalla texture, dopo aver ottenuto informazioni percettive e sensoriali dei materiali. Ciò che a noi interessa è esclusivamente verificare se la cinematica dei movimenti di esplorazione libera moduli il giudizio in merito alle qualità materiche, sensoriali ed estetiche dei contesti congruenti all'esplorazione.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Partecipanti

Per il reclutamento dei partecipanti ci si è avvalsi della collaborazione con la Fondazione Reggio Children e con l'Istituzione Scuole e Nidi dell'Infanzia del Comune di Reggio Emilia. Il nostro campione sperimentale ha previsto il reclutamento di 59 bambini: 20 frequentanti il Nido Comunale dell'Infanzia Salvador Allende, 20 frequentanti la Scuola Comunale dell'Infanzia Andersen e infine 19 provenienti dalla Scuola Comunale dell'Infanzia Munari.

Il campione è risultato sbilanciato per quanto riguarda il genere in quanto era composto da 25 femmine (8 della prima scuola, 10 della seconda e 8 della terza) e 33 maschi (12 della prima scuola, 10 della seconda e 11 della terza). La grandezza del campione sperimentale è stata decisa in maniera tale da risultare superiore a quella stimata tramite la statistica power analysis (G power 3, Faul et al., 2007), ovvero la grandezza $N=44$ valutata a priori per $1 - \beta = 0.95$, $\alpha = 0.05$ and effect size = 0.20. La numerosità campionaria totale è risultata maggiore del 25% circa rispetto alla numerosità campionaria valutata a priori in quanto si è tenuto conto delle possibili esclusioni a posteriori dei partecipanti o difficoltà tecniche.

Non avevamo criteri di inclusione: tutti i bambini delle tre sezioni hanno partecipato. L'età media dei partecipanti era di 5 anni e 6 mesi con una $SD = \pm 6$ mesi. Ai genitori dei bambini era stata chiesto di firmare il modulo di consenso informato per minori.

3.2 Strumenti

3.2.1 Triangolo di misurazione

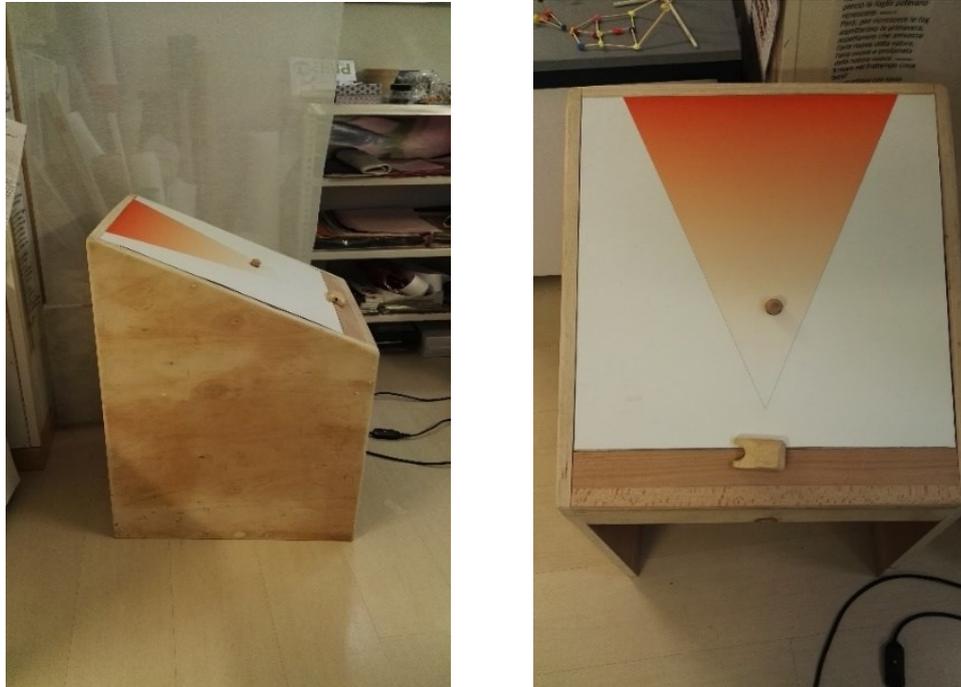


Figura 1. Visione laterale e frontale dello strumento di natura visuo-analogica costruito per fornire i giudizi su scala continua. *Foto scattata presso Scuola Comunale dell'Infanzia Munari.*

Ai fini del nostro studio è stato ideato ad hoc uno strumento di misurazione quantitativo di natura visuo-analogica (Figura 1). Esso consisteva in un cartoncino bianco rettangolare che misurava 45x50 cm appoggiato su un sostegno di legno alto circa 100 cm su cui era disegnato un triangolo isoscele rovesciato. La base del triangolo misurava 35 cm di lunghezza e l'altezza era pari a 45 cm. In corrispondenza del vertice del triangolo era appoggiato un magnete circolare di legno che poteva estendersi, grazie ad una corda elastica, per tutta l'altezza del triangolo ed essere posizionato dal bambino in una zona qualunque all'interno del triangolo. Il triangolo è stato costruito in maniera tale da permettere ai bambini di esprimere giudizi, nei confronti di determinati stimoli che venivano loro presentati, in formato continuo visuo-spaziale: in tutta la sua area il triangolo formava un gradiente cromatico che risultava più chiaro in prossimità del vertice e via via più intenso man mano che si procedeva dal vertice alla base posizionata in alto, lungo un continuum di colore che sfumava dalla

tonalità bianco gialla ad un arancione sempre più scuro. Tale estensione di colore in formato visuo-spaziale corrispondeva a giudizi di quantità: l'area più chiara corrispondeva al "poco" in termini quantitativi, ad una qualità posseduta in misura minore da uno stimolo, via via che si procedeva verso la zona più scura il riempimento corrispondeva al "tanto" in termini quantitativi, ovvero una caratteristica posseduta in misura sempre maggiore dallo stimolo da valutare. Lo strumento di misurazione costituiva dunque una scala quantitativa continua delimitata dai lati del triangolo e forniva i punteggi non in formato numerico-simbolico ma visuo-analogico. Se ad esempio al bambino veniva posta la domanda: "Quanto ti sembra morbido questo pupazzo?", se il soggetto pensava che fosse poco morbido, doveva posizionare il magnete in prossimità del vertice del triangolo, se mediamente morbido circa a metà del triangolo, se molto morbido in prossimità della base. Poiché il triangolo costituiva un continuum, tutti gli spazi potevano essere occupati dal magnete, a patto che il bambino non posizionasse in maniera casuale il magnete, ma che la scelta spaziale corrispondesse al reale giudizio del bambino nei confronti dello stimolo e che venisse posizionato all'interno del triangolo e non nel cartoncino bianco. (Figura 2)



Figura 2. Esempio di punteggio quantitativo continuo. Nello specifico, giudizio corrispondente ad un punteggio medio alto. *Foto scattata presso Scuola Comunale dell'Infanzia Munari.*

3.2.2.1 Validazione dello strumento

Preliminarmente all'avvio della procedura sperimentale è stato fondamentale assicurarsi che i partecipanti avessero compreso correttamente le modalità di utilizzo del triangolo di misurazione; le classi durante l'anno scolastico 2020/2021 avevano iniziato a familiarizzare con lo strumento coadiuvati dall'aiuto degli insegnanti e pedagogisti durante attività scolastiche quotidiane. Prima degli incontri a scuola, abbiamo sottoposto i bambini ad una fase pre-sperimentale: per ogni scuola è stato effettuato un incontro in cui venivano poste ai partecipanti sei domande in ordine randomizzato. Le sei domande riguardavano tre ambiti diversi che prefiguravano quelli che sarebbero stati loro sottoposti successivamente in fase sperimentale. In questo modo si poteva valutare il livello di confidenza nell'utilizzo del triangolo di misurazione e contemporaneamente saggiare anche la comprensione di domande simili a quelle che, applicate a stimoli differenti, sarebbero state poste ai bambini in fase sperimentale. Le domande erano così suddivise: ad ogni bambino venivano poste in ordine randomizzato 2 domande sensoriali riferite ai domini olfattivo, tattile, visivo o uditivo, 2 domande relative al dominio delle emozioni e 2 domande di valutazione estetica. Gli stimoli target potevano essere un pupazzo, una bambola, una foto ritraente un animale, un motivetto musicale, una candela o una scatola di the profumato. Esempi di domande sensoriali erano: "Quanto puzza il the?" (dominio olfattivo), "quanto è colorato il the?" (dominio visivo), "quanto è liscio il pupazzo?" (dominio tattile), "quanto è veloce il ritmo della canzone?" (dominio uditivo); un esempio di domanda relativa alla dimensione emotiva era: "Quanto è triste la bambola?", un esempio di domanda relativa al giudizio estetico era: "Quanto ti piace il pupazzo?". I bambini erano chiamati ad esprimere i giudizi utilizzando il triangolo di misura e posizionando il magnete dove ritenessero opportuno.

3.2.2 Stimoli Sperimentali

Gli stimoli sottoposti al giudizio dei bambini sono stati due contesti (contesto creta e contesto sabbia) costruiti ad hoc per il nostro disegno sperimentale (Figura 3). I due contesti venivano presentati al bambino lavorati dagli atelieristi in fase di giudizio pre e post interazione. Il primo contesto (Figura

3.a), è stato creato appoggiando una base di creta su un tavolo rettangolare: la base è stata lavorata dagli atelieristi delle scuole imprimendo dei solchi sulla superficie attraverso movimenti pressori e profondi delle dita. Le dimensioni dello stimolo sperimentale in Figura 3.a variavano a seconda della scuola: la base di creta misurava 70x140 cm nella Scuola dell'Infanzia Salvador Allende, 67x132 cm nella scuola dell'Infanzia Andersen e 63x129 cm nella scuola dell'Infanzia Munari. Lo spessore della base di creta era di circa 3 cm. Il secondo stimolo (Figura 3.b) fu creato lavorando della sabbia sparsa sulla superficie di un tavolo rettangolare attraverso movimenti di mano più ampi e superficiali. Anche in questo caso il lavoro di sabbia aveva dimensioni diverse: misurava 65x130 cm nella scuola dell'Infanzia Salvador Allende, 70x140 nella Scuola dell'Infanzia Andersen e 63x129 nella scuola dell'Infanzia Munari. I due materiali sono stati scelti in modo da evocare movimenti di esplorazione libera molto diversi tra loro. Ciò era funzionale per verificare che vi fossero differenze significative post interazione nei punteggi relativi al contesto congruente e non nei punteggi assegnati al materiale incongruente per effetto di familiarità motoria con i movimenti eseguiti durante l'interazione.

Una versione non ancora lavorata dei due stimoli veniva presentata durante la fase di interazione; le dimensioni dei due contesti e le loro caratteristiche erano identiche a quelle dei contesti già manipolati.



Figura 3. Esempi dei due stimoli sperimentali presentati ai bambini in fase pre e post interazione. Nello specifico, a) misurava 67x132 con uno spessore di 3 cm ed era ottenuto attraverso movimenti pressori e profondi; b) misurava 70x140 ed era ottenuto con movimenti più ampi e superficiali, *Foto scattate presso la scuola Comunale dell'Infanzia Andersen.*

3.2.3 Acquisizione del materiale multimediale

Il materiale multimediale ai fini delle successive elaborazioni dei dati cinematici è stato acquisito attraverso dispositivi mobili iPhone X e Samsung Galaxy S9, tramite la funzione Registrazione Video Multimediali. La dimensione dei fotogrammi di ogni video era di 720x1280, la velocità di acquisizione era di 8197 kbps e la frequenza di acquisizione era pari a 30 fotogrammi/secondo. Il cellulare veniva attaccato grazie ad un sostegno con gancio apposito sul soffitto a circa 150 cm d'altezza rispetto al tavolo. La registrazione veniva avviata a seguito di un segnale di via attraverso l'utilizzo di un telecomando a distanza o manualmente, e fermata dopo circa 3 minuti di interazione al segnale di stop.

3.3 Procedura Sperimentale

Il nostro studio sperimentale è stato strutturato in contesto ecologico ed è stato condotto in tre diverse fasi. In ciascuna delle tre scuole gli incontri si sono svolti in due mattine consecutive: la prima mattinata l'esperimento veniva svolto dalla prima metà della classe, la mattina successiva la restante metà della classe svolgeva lo stesso esperimento, cambiando solamente il contesto con cui interagivano i bambini. La modalità con cui i bambini venivano assegnati ad uno dei due contesti sperimentali era casuale.

3.3.1 Fase pre-interazione

L'insegnante divideva in coppie la metà della classe che avrebbe svolto l'esperimento; la scelta delle coppie era casuale. Una coppia alla volta, i bambini venivano accompagnati nella stanza in cui si sarebbe svolto l'esperimento. Nella fase pre-interazione sensorimotoria, un bambino alla volta veniva fatto avvicinare ai due contesti sperimentali lavorati dagli atelieristi con accanto il triangolo di misurazione per fornire le risposte. Per raccogliere le risposte di ciascun bambino, veniva attaccato preliminarmente con dello scotch un foglio di carta da lucido sul triangolo su cui veniva scritto il numero identificativo del bambino e la dicitura "pre" ad indicare la raccolta dei punteggi relativi alle

domande poste prima della fase di interazione; gli sperimentatori avrebbero in seguito disegnato un cerchio in prossimità della posizione in cui il bambino aveva posizionato il magnete circolare in risposta a ciascuna domanda. Si chiedeva al primo bambino di osservare il primo contesto, dopodiché in ordine randomizzato, venivano poste tre domande relative al primo contesto: “Quanto ti sembra liscio?” (giudizio tattile), “Quanto ti sembra scuro?” (giudizio visivo), “Quanto ti piace?” (giudizio estetico). Il bambino veniva incoraggiato ad esprimersi liberamente e aiutato a comprendere meglio le domande qualora non fossero state chiare, ma non veniva in alcun modo influenzato nel giudizio. Le domande randomizzate per ciascun bambino erano numerate sul foglio di somministrazione da 1 a 6 in modo da ritrovare in fase di elaborazione dei dati la risposta corrispondente a ciascuna domanda. Successivamente, si chiedeva al bambino di osservare il secondo contesto e gli venivano poste le stesse tre domande numerate e randomizzate per il secondo contesto. Il bambino posizionava il magnete dove riteneva opportuno e gli sperimentatori cercavano con il pennarello la risposta fornita a ciascuna domanda sul foglio di carta da lucido, numerando ogni cerchio secondo l’ordine con cui erano state poste le domande. Quando il primo bambino aveva risposto a tutte e sei le domande, veniva fatto accomodare, si attaccava un nuovo foglio di carta da lucido e si ripeteva la stessa procedura per il secondo bambino della coppia.

3.3.2 Fase di interazione

A seguito della prima fase, ogni coppia veniva accompagnata di fronte al contesto non lavorato con cui avrebbe dovuto interagire: la prima mattina le coppie interagivano tutte con il contesto creta, la seconda mattinata la restante metà della classe interagiva con il contesto sabbia. Prima dell’interazione, a ciascun bambino della coppia venivano attaccati dei pezzettini di scotch colorato sul pollice, sul dito indice e sul polso di entrambe le mani. Questi punti costituivano dei markers guida che consentivano di analizzare la posizione delle dita e del polso dei bambini attraverso un software di analisi cinematica. Ognuno dei due bambini aveva un colore di scotch diverso, che servisse da guida per identificarli durante l’analisi cinematica dei video. Veniva fatta partire la

registrazione video e si dava il via ai bambini che potevano interagire liberamente con il contesto per 3 minuti. Ai bambini non venivano dati suggerimenti su come interagire ma li si incoraggiava ad esprimersi il più liberamente possibile senza sentirsi giudicati. Allo scadere del tempo ai bambini era chiesto di interrompere l'interazione, il video veniva salvato e gli si toglieva lo scotch colorato dalle dita.

3.3.3 Fase post interazione

A seguito dell'interazione con il contesto, ciascuno dei due bambini della coppia veniva riaccompagnato nello stesso ordine di prima davanti ai due contesti mostrati nella fase pre-interazione, sia quello congruente all'interazione sia quello non manipolato. Si attaccava al sostegno un nuovo foglio di carta da lucido con il numero identificativo del bambino e la dicitura "post" ad indicare che i punteggi venivano ora riferiti alle domande poste successivamente all'interazione e gli venivano riproposte in ordine randomizzato le 3 domande formulate in fase di pre-interazione prima riguardo un contesto poi l'altro.

Ogni bambino interagiva solo con uno dei due contesti sperimentali (creta o sabbia) e al termine delle 3 fasi aveva due fogli di carta da lucido: uno per la fase pre-interazione e uno per quella post interazione su cui venivano annotati i punteggi che aveva fornito alle 3 domande riferite al contesto congruente e alle 3 relative al contesto incongruente.

Il nostro era dunque un disegno sperimentale within subjects 3x2x2 in cui i fattori "entro" partecipanti erano:

- il fattore Domanda a 3 livelli: domanda estetica (Quanto ti piace?), domanda visiva (Quanto è scuro?), domanda tattile (Quanto è liscio?).
- il fattore Tempo a 2 livelli: Pre-interazione, Post-interazione.

- il fattore Congruenza a 2 livelli: Congruente, Incongruente. Ovvero, congruente o incongruente a quello con cui il bambino aveva interagito, indipendentemente dal contesto considerato.

La variabile Contesto era un fattore between subjects, “tra” partecipanti, a 2 livelli: contesto creta e contesto sabbia, che indicava con quale dei due contesti il bambino aveva interagito ma che, ai fini delle nostre analisi, è stata considerata come covariata in quanto non ci aspettavamo una variazione nei punteggi dovuta all’effetto del contesto.

3.4 Metodologia di elaborazione e analisi statistica dei dati

I dati comportamentali e cinematici raccolti sono stati elaborati ed analizzati diversamente ai fini della verifica dell’ipotesi comportamentale e dell’ipotesi cinematico-comportamentale.

3.4.1 Elaborazione dei dati comportamentali

Per l’elaborazione dei dati comportamentali è stato utilizzato Microsoft Excel (versione 365, 2021). In fase di elaborazione preliminare, i giudizi forniti da ciascun bambino in formato continuo sono stati trasformati in punteggi numerici; si sono considerati i due fogli di carta da lucido di ciascun bambino individuati attraverso il numero identificativo del bambino scritto su entrambi; su ciascuno dei due fogli erano stati ricalcati dagli sperimentatori i 6 cerchi di risposta e numerati da 1 a 6 secondo l’ordine con cui erano state poste le domande al bambino. Con l’aiuto di un righello sono stati tracciati due assi cartesiani che dividevano il foglio rettangolare in 4 quadranti per avere delle coordinate di riferimento; è stata misurata la distanza in coordinate y dalla base del foglio al centro di ciascuno dei sei cerchi, considerando prima il cerchio relativo alla risposta alla domanda numero 1, poi alla domanda numero 2 e così via fino alla domanda numero 6. La misurazione delle distanze in cm è stato tradotto in un punteggio numerico assegnato a ciascuna risposta ed è stata effettuata prima per il foglio con le 6 risposte pre-interazione e successivamente per il foglio con le 6 risposte post-interazione. Lo stesso tipo di misurazione è stata effettuata per la coordinata x indicante la dispersione

dei punteggi dati dai bambini rispetto all'asse y. Con l'aiuto di un righello è stata misurata la distanza in cm a partire dal lato sinistro del foglio rettangolare fino al centro dei cerchi di risposta per tutte e 6 le risposte; la misurazione è stata effettuata prima per il foglio con le 6 risposte pre-interazione e successivamente per il foglio con le 6 risposte post-interazione. I sei punteggi per la coordinata y e i 6 punteggi per la coordinata x di entrambi i fogli convertiti da formato visuo-analogico a formato numerico sono stati organizzati in un dataset Excel in formato long in cui ogni riga corrispondeva ad una misurazione e ogni colonna ad una diversa variabile: ogni bambino era identificato da un codice ID, ciascun bambino aveva 12 punteggi relativi alla coordinata y nei 3 livelli del fattore domanda (visiva, tattile ed estetica) nelle due condizioni di congruenza e incongruenza, nelle fasi pre e post interazione e 12 misurazioni per la coordinata x. Inoltre, è stata aggiunta al dataset anche la variabile between subjects contesto di interazione.

Per procedere alla fase di analisi statistica, è stato necessario sottrarre il valore 5 a tutti i punteggi in x e y, in quanto durante la fase di misurazione le distanze erano state misurate, rispettivamente, a partire dalla base del foglio per le coordinate y e a partire dal lato sinistro del foglio per le coordinate x; tra il vertice del triangolo e la base del foglio, tuttavia, vi era uno scarto di 5 cm, così pure tra il vertice sinistro della base del triangolo e il lato sinistro del foglio. Il range di punteggio, una volta puliti i dati, andava da 0 a 45 per la coordinata y e da 0 a 17.5 in valore assoluto per la coordinata x in quanto rispetto ai due assi cartesiani che dividevano il foglio in 4 quadranti un punteggio di dispersione poteva risultare positivo o negativo a seconda della posizione rispetto al centro. Sono stati identificati i trials errati per i punteggi assegnati alle 3 domande: criterio di esclusione erano i punteggi che eccedevano il range massimo (45) o minimo (0) in y o i punteggi che dalla combinazione delle componenti x e y risultavano essere stati assegnati fuori dall'area del triangolo. Quando veniva individuato un trial errato, gli veniva assegnato il valore NA (valore mancante) al posto del punteggio e tale valore veniva replicato per entrambe le condizioni di congruenza e per entrambe le misurazioni temporali nella domanda considerata. Questo ci ha permesso di escluderli dalle analisi per la domanda

considerata e di applicare modelli a misure ripetute avendo uguale numero di osservazioni in tutte le condizioni. In totale, sono stati esclusi i punteggi di 4 partecipanti per la domanda piace (ID 7,8,21, 24) i punteggi di 2 partecipanti per la domanda liscio (ID 7,45) e i punteggi di 4 partecipanti per la domanda scuro (ID 9, 10, 24, 31). Ai fini dell'analisi inferenziale, si sono tenuti in considerazione solamente i punteggi in y, in quanto analizzabili su scala lineare, mentre i punteggi in x sono stati utili per ricostruire i grafici descrittivi della distribuzione dei punteggi e della loro dispersione; per le analisi statistiche sono stati presi in considerazione solamente i punteggi relativi alla coordinata y.

3.4.2 Elaborazione dei dati cinematici

Dopo aver salvato su computer i video delle riprese, si è proceduto inizialmente tagliando attraverso l'applicazione Foto di Windows (versione 10, 2021) i video che eccedevano i 3 minuti in modo che tutti i video delle interazioni diadiche avessero la stessa lunghezza. Si è proceduto rinominando i video attraverso l'assegnazione di un codice diadico univoco per ogni video, iniziando dalla diade 1 fino alla diade 30. La diade 30 risultava composta da una sola bambina, mentre le altre erano tutte composte da una coppia di bambini. Per procedere nell'elaborazione ci si è avvalsi dell'utilizzo di Tracker Video Analysis and Modeling Tool (versione 6.0.8, Brown et al., 2022). Una volta caricato il video, si procedeva nel fissare gli assi cartesiani di riferimento che avessero come origine il centro del tavolo; la lunghezza degli assi coincideva con le misure del contesto e risultava dunque variabile a seconda della scuola considerata, come precedentemente osservato in 3.2.2. Si fissava poi un'asta di misura (per convenzione l'asta che dal centro del contesto arrivava al margine sinistro dello stesso) attribuendole un valore di lunghezza in cm: la lunghezza era pari alla metà dell'intero asse x (Figura 4). Dato questo riferimento, il programma ricavava le misure degli altri tre semi assi. In questo modo, si ricreavano le misure originarie dei contesti che sarebbero servite come coordinate rispetto alle quali tracciare il movimento delle mani dei bambini. Come descritto in 3.3.2, ciascun bambino aveva 6 marker di uno specifico colore, in modo tale da poterlo distinguere dal compagno: un marker sul dito indice, uno sul pollice e uno sulla parte interna del polso, in entrambe le mani. Poiché i movimenti di

indice e polso risultavano tra loro congruenti si è scelto di tracciare soltanto i markers relativi al dito indice di ogni mano e ai polsi, escludendo il pollice. Per tracciare lo spostamento di ciascuno di questi due target, venivano impostati uno alla volta dei punti di massa, dei punti cioè in corrispondenza del target di interesse di cui, una volta selezionati, veniva tracciato il movimento in coordinate xy per tutta la durata del video. Questi punti di massa venivano rinominati secondo un codice che permetteva poi di riconoscere a quale dito di quale bambino facesse riferimento la traccia completa estratta dal video. Prendendo come esempio una diade in cui i due bambini avevano rispettivamente lo scotch di colore rosso e nero, il punto di massa individuato sul dito indice della mano destra del bambino identificato dallo scotch di colore rosso veniva rinominato “ R_D_i” ad indicare il colore, la mano considerata e il dito che veniva tracciato (Figura 5). Per tracciare il punto di massa veniva disegnato un quadrato che veniva ridimensionato in modo tale da comprendere all’interno della sua area il punto di massa corrispondente al marker desiderato, e cliccando sul pulsante “Cerca” veniva avviato il video. L’area così selezionata diventava il modello guida che indicava quale marker continuare a tracciare. La frequenza di evoluzione del modello era impostata al 50% con un valore di auto marcamento pari a 4. La frequenza di evoluzione faceva riferimento all’adattamento progressivo del modello a partire dal quadro chiave per adattarsi ai cambiamenti di forma e colore; l’auto marcamento era il punteggio minimo di riscontro richiesto per la marcatura automatica; poiché bassi livelli di auto marcamento potevano provocare falsi positivi, il programma suggeriva di aumentare la frequenza di evoluzione del modello dal 20% al 50% (Figura 5). Terminata l’acquisizione della traccia relativa ad un primo marker, si passava ad impostare un nuovo punto di massa per il secondo marker e così via, per tutti i marker di entrambi i bambini. Se i bambini avessero utilizzato entrambe le mani sarebbero state considerati tutti e 4 i markers, se avessero utilizzato invece una sola mano sarebbero stati considerati i 2 markers corrispondenti: 31 bambini su 59 risultarono ambidestri con una tendenza ad utilizzare per più tempo la mano destra, intervallando per brevi periodi l’utilizzo della mano sinistra, 27 bambini su 59 utilizzavano soltanto la mano destra e solamente una bambina utilizzava per tutta la durata dell’interazione esclusivamente la mano sinistra. La durata di ciascun video era di 180

secondi e l'acquisizione della traccia avveniva con una frequenza 30 frames/secondo. Un frame comprendeva 0.033 secondi di interazione. In totale, dunque, i frames complessivi per ciascun bambino sarebbero dovuti essere circa 5400. Durante l'interazione poteva capitare che i bambini interrompessero per qualche tempo l'esplorazione del materiale e compissero dei movimenti di evoluzione in aria con le mani o staccassero le mani dal tavolo girando intorno al contesto senza però interagire: in questi casi si è scelto di interrompere il tracciamento lasciando proseguire i video e di riprendere la ricerca del marker nel momento in cui il bambino riappoggiava la mano sul contesto e ricominciava l'interazione. In questi casi il numero di secondi (e dunque di frames) di interazione risultava variabile da bambino a bambino: il programma considerava come dati mancanti i valori nell'intervallo di tempo in cui si era interrotto il tracciamento e riprendeva a seguire la traiettoria dall'istante in cui veniva reimpostata la ricerca del marker. La traccia finale veniva salvata in coordinate xy (in cm) rispetto al centro degli assi e il programma forniva anche diverse altre variabili tra cui la velocità (in cm/s), l'accelerazione, la velocità angolare, i secondi e i frames di interazione (Figura 5).

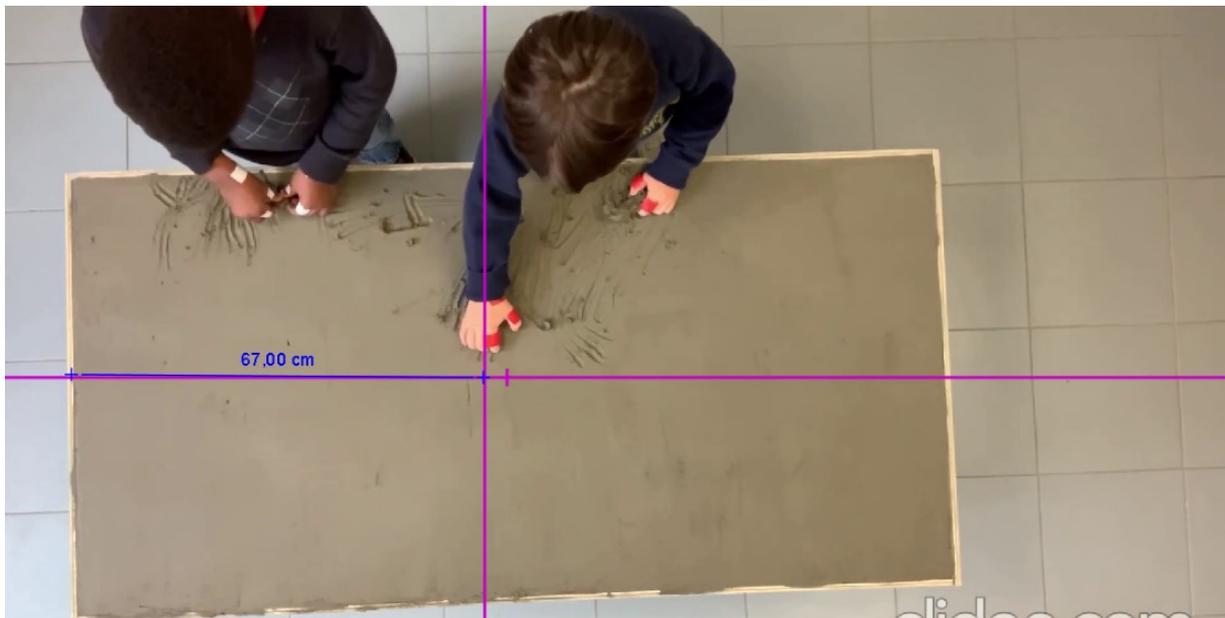


Figura 4. Esempio di riferimento cartesiano durante l'elaborazione video. Nello specifico, riferimento per il contesto creta 67x132 della Scuola Andersen. Il semi asse x misurava 67 cm. *Immagine acquisita da Tracker in fase di elaborazione dati.*

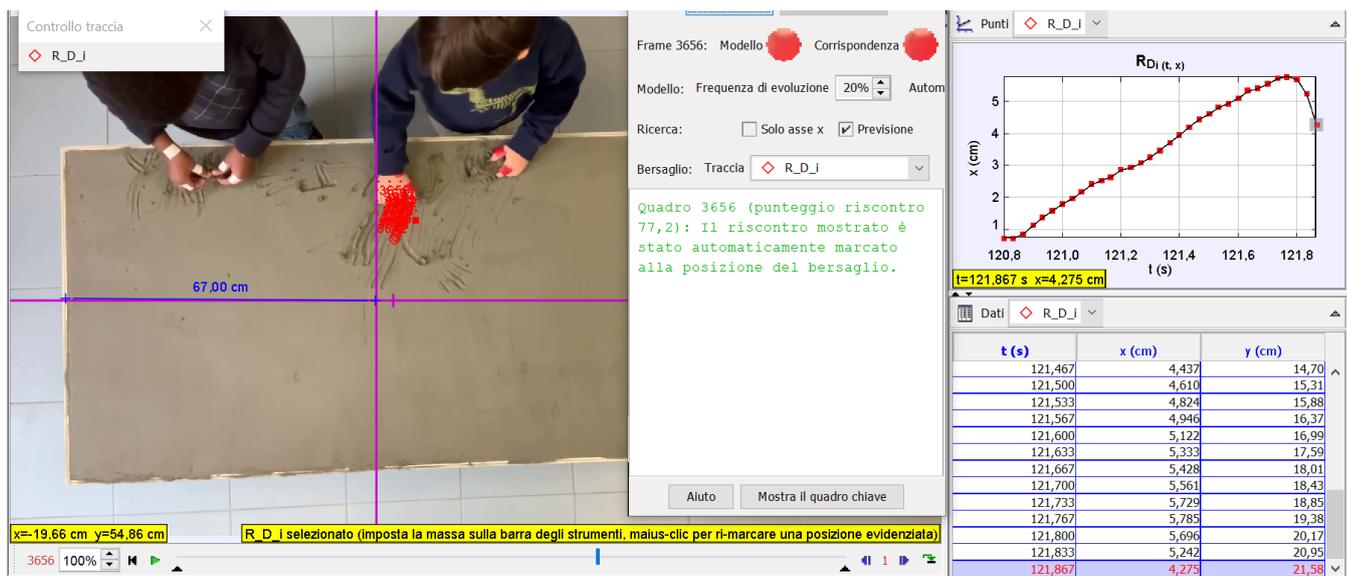


Figura 5. Tracciamento del punto di massa relativo al dito indice destro rosso. Nello specifico, si evidenzia l’acquisizione della traiettoria in coordinate xy nel tempo e la frequenza di evoluzione del modello. *Immagine acquisita da Tracker in fase di elaborazione dati.*

Per ogni marker di ciascun bambino veniva creata al termine del video una scheda completa del suo tracciamento che veniva esportata dal programma e salvata in formato .txt. Ai fini dell’elaborazione cinematica dei dati, sono stati selezionati i markers dell’indice destro di ciascun bambino, in quanto come osservato precedentemente la maggior parte di essi aveva utilizzato la mano destra per esplorare i contesti. Per questo motivo è stata esclusa dalle analisi cinematico-comportamentali l’unica bambina che in fase di interazione aveva utilizzato esclusivamente la mano sinistra: i bambini considerati non erano più 59, bensì 58.

Microsoft Excel (versione 365, 2021) ed R (R Core Team, versione 4.1.2, 2021)¹ sono stati utilizzati per creare un dataset in formato long che raccoglieva le schede dei markers relativi agli indici destri di tutti bambini: iniziando dall’ID 1 ogni riga conteneva le misurazioni degli spostamenti dell’indice di ciascun bambino fino all’ID 58. In fase di elaborazione dei video alcune interruzioni

¹ I pacchetti utilizzati sono stati readxl (Wickham & Bryan, 2019) per la creazione del dataset cinematico, dplyr (Wickham et al., 2021) e doBy (Højsgaard & Halekoh, 2021) per l’estrazione ed elaborazione delle variabili cinematiche, ggplot2 (Wickham, 2016) per la creazione dei grafici.

nell'esplorazione erano sfuggite con conseguente perdita del bersaglio durante il tracciamento dei markers e conseguente spostamento del punto di massa al di fuori dell'area del contesto di interazione, dando origine a dei valori anomali estremamente alti di x . Per ovviare a questa problematica tecnica si è confrontato il valore massimo delle coordinate x di ciascun bambino con la lunghezza del semiasse x del contesto con cui ciascun bambino aveva interagito. I contesti avevano dimensioni differenti a seconda della scuola (vedi 3.2.2) e di questo si teneva conto nei confronti: se i valori di x risultavano maggiori della lunghezza del semiasse x di volta in volta considerato venivano eliminati e considerati come valori mancanti, analogamente a quelli già identificati come NA da Tracker in fase di elaborazione dei video. Dopo questo passaggio, si è valutato se utilizzare ai fini dell'analisi la variabile tempo in unità di secondi o di frames. Considerare il tempo in secondi sarebbe stato problematico perché mentre tra un frame e il suo successivo c'era sempre uno scarto unitario (i frames andavano, idealmente, da 1 a 5400) nello stesso intervallo unitario di frames si aveva uno scarto di 0,033 secondi. Per semplificare, si è quindi deciso di considerare come unità di tempo il frame. Le interruzioni durante i movimenti di esplorazione, che non potevano essere più recuperate, e i valori eliminati di coordinate che eccedevano le misure dei contesti costituivano dei dati mancanti in un intervallo variabile di tempo; questo in termini di frame faceva sì che, se ad esempio un bambino interrompeva la sua interazione al frame 33 e la riprendeva al frame 50, il conteggio dei frames non ricominciava dall'ultimo frame pre interruzione (quindi dal 33) ma ripartiva da quello che era il frame corrispondente alla ripresa dell'interazione dopo l'intervallo di tempo considerato (ad esempio, il frame 50). Sono stati quindi rinumerati i frames in ordine consecutivo iniziando dal primo frame a cui veniva assegnato il valore 1, corrispondente al momento di inizio interazione, sino all'ultimo frame di interazione, per tutti i bambini. In questo modo, venivano considerati i frames effettivi di esplorazione del contesto, indipendentemente dal fatto che l'interruzione fosse avvenuta all'inizio, a metà o verso la fine dell'interazione. Dopo questa prima fase preliminare di analisi dei dati, i 58 bambini presentavano un numero di frames variabile a seconda di chi aveva interagito per più o meno tempo con il contesto. Sono stati inclusi nelle analisi i bambini che avevano un numero di frames non

inferiore alla soglia del 50% rispetto al valore totale massimo di frames 5400. Nessun bambino aveva un numero di frames inferiore a 2710, quindi tutti i 58 bambini sono stati inclusi nell'analisi successiva.

La distanza euclidea è definita come la distanza da un punto P ad un punto Q sul piano cartesiano: poiché un punto che si muove su un piano cartesiano ha due componenti, x e y, il calcolo della distanza euclidea è dato dalla somma tra il quadrato della differenza delle componenti in x del punto di arrivo Q e del punto di partenza P ($x_Q - x_P$) e il quadrato della differenza delle componenti in y del punto di arrivo Q e del punto di partenza P ($y_Q - y_P$). Nel nostro caso, calcolare la distanza euclidea delle traiettorie sequenziali dei bambini avrebbe risentito dei valori mancanti in cui l'esplorazione si interrompeva, e così si è calcolata la distanza euclidea relativa al centro. In tal modo si poteva avere un'idea della quantità assoluta di distanza percorsa durante l'esplorazione. La formula in questo caso sostituiva alle componenti x e y del punto di arrivo il valore 0, in quanto la distanza veniva sempre calcolata tra un punto P di partenza con coordinate (x; y) e il centro degli assi, le cui coordinate erano (0;0). È stata calcolata la distanza euclidea di ciascun punto occupato dal dito del bambino rispetto al centro del tavolo nell'unità di tempo. La distanza euclidea così calcolata esprimeva la distanza percorsa rispetto al centro da ciascun bambino per tutta la durata del tempo di esplorazione. I dati sono stati raggruppati in clusters, definiti "bins", che dividevano il tempo totale di interazione di ciascun bambino in gruppi da 10. Ognuna di queste "scatole" conteneva lo stesso numero di frames, sebbene il numero di frames totali fosse diverso per ogni bambino. Per fare un esempio: se l'ID 5 interagiva per un totale di 4200 frames, ognuno dei 10 bins divideva i 4200 frames in 10 bins contenenti ciascuna 420 frames. I frames totali d'interazione di ciascun bambino sono stati divisi in 10 bins ed è stata calcolata la media di distanza euclidea in funzione dei 10 bins per ciascun bambino: questo ha permesso di estrarre i valori di pendenza (coefficienti angolari) delle rette che rappresentavano l'andamento dei valori medi di distanza euclidea di ciascun bambino lungo tutti i 10 bins. Ciascun valore di pendenza poteva essere di segno negativo, positivo o pari a 0 a seconda che

vi fosse stata una diminuzione, un aumento dello spazio percorso o una distanza che si manteneva pressoché costante dall'inizio alla fine. Successivamente sono stati estratti altri 2 parametri relativi alla distanza euclidea: il picco di distanza euclidea e la media della distanza euclidea; la variabile picco assumeva soltanto valori positivi e conteneva i valori massimi di media di distanza euclidea raggiunti durante l'esplorazione; la variabile media conteneva i valori medi totali di distanza euclidea tra tutti i valori medi nei 10 bins e assumeva soltanto valori positivi. Per estrarre questi ultimi due parametri, è stato creato un dataset in formato wide in cui ciascuna riga rappresentava un bambino e ciascuna colonna il valore medio di distanza euclidea in ciascun bin del bambino. In totale le colonne erano dunque 10 e le righe 58. Sono stati calcolati, per ogni bambino, il picco dei valori medi di distanza euclidea nei 10 bins e la media totale dei valori medi di distanza euclidea nei 10 bins². Le variabili pendenza, picco e media così estratte sono state aggiunte al dataset contenente i dati cinematici per essere utilizzate nelle analisi statistiche cinematico-comportamentali.

3.4.3 Elaborazione dei dati cinematico-comportamentali

È stato creato, utilizzando Excel (versione 365, 2021) ed R (R Core Team, versione 4.1.2, 2021)³, un nuovo dataset in formato wide che univa i dati comportamentali precedentemente preparati in 3.4.1 alle variabili cinematiche estratte in 3.4.2. Ogni riga rappresentava un diverso caso (un bambino) e ogni colonna i punteggi di ogni bambino in ciascuna delle tre domande, pre e post interazione, in condizione congruente e incongruente. Sono state aggiunte tre colonne con i valori delle tre variabili cinematiche estratte precedentemente: pendenza, picco e media della distanza euclidea. È stata aggiunta la variabile between subjects contesto d'interazione già considerata in 3.4.1. Sono state calcolate 6 variabili date dalla differenza tra i punteggi post interazione e i punteggi pre-interazione per ciascuna delle tre domande nella condizione congruente e incongruente. Per fare un esempio, si è calcolata la variabile "differenza_piace_congruente" sottraendo ai giudizi post interazione nella

² Per un approfondimento, si veda Appendice A.

³ Il pacchetto utilizzato per la fase di elaborazione dei dati cinematico-comportamentali è stato readxl (Wickham & Bryan, 2019) per la creazione del dataset cinematico-comportamentale

domanda piace in condizione congruente i giudizi pre-interazione nella domanda piace in condizione congruente. Analogamente sono state calcolate le variabili “differenza_piace_incongruente”, “differenza_scuro_congruente”, “differenza_scuro_incongruente”, “differenza_liscio_congruente” e “differenza_liscio_incongruente”. Le variabili differenza presentavano sia valori positivi, se il punteggio dato post interazione era maggiore di quello assegnato pre-interazione, sia negativi, se il giudizio risultava maggiore pre-interazione.

3.4.4 Analisi statistica comportamentale

Le analisi statistiche dei dati comportamentali sono state effettuate utilizzando R (R Core Team, versione 4.1.2, 2021)⁴. Le analisi statistiche inferenziali sono state svolte scegliendo come soglia di significatività dei risultati una soglia $\alpha < .05$. Nel nostro caso di disegno a misure ripetute con presenza di una covariata è stato ritenuto preferibile utilizzare un Linear Mixed Model a tre vie considerando gli effetti fissi dei tre predittori within subjects domanda, tempo e congruenza e considerando come covariata il predittore between subjects contesto. La scelta di utilizzare un Mixed Model è stata preferibile poiché la presenza di tre predittori a misure ripetute poteva generare autocorrelazione tra le misurazioni e per tenere in considerazione potenziali effetti random che potessero dare origine ad un'elevata variabilità osservata, come ad esempio la variabilità intrapartecipante. La variabilità di assegnazione dei punteggi intrapartecipante costituisce una quota di errore non controllabile sperimentalmente, e per tale ragione la variabile ID è stata inserita come fattore random nel modello. Si è indagata la presenza di effetti principali e di interazione dei fattori domanda, tempo e congruenza. Nel caso di effetti principali o di interazione significativi, sono stati indagati i contrasti post-hoc

⁴ I pacchetti utilizzati sono stati: ggplot2 (Wickham, 2016), gridExtra (Auguie, 2017) ed Rcmdr (Fox et al., 2020) per la creazione dei grafici; dplyr (Wickham et al., 2021) e doBy (Højsgaard & Halekoh, 2021) per le statistiche descrittive; lme4 (Bates et al., 2015), MuMIn (Bartoń, 2020), car (Fox et al., 2019), sjstats (Lüdtke, 2021) ed emmeans (Lenth, 2021) per l'analisi della devianza, i confronti post-hoc e il calcolo degli indici di effect size sia dei contrasti che del modello overall.

applicando come correzione il metodo di Tukey (Siegel & Tukey, 1960). È stato inoltre calcolato il valore di R^2 indicante la percentuale di variabilità spiegata dagli effetti fissi del modello.

3.4.5 Analisi statistica cinematico-comportamentale

Le analisi statistiche cinematico-comportamentali sono state svolte utilizzando R (R Core Team, versione 4.1.2, 2021) scegliendo come soglia di significatività per i risultati delle analisi una soglia $\alpha < .05^5$. Si sono eseguiti preliminarmente 3 t-test per campioni indipendenti (Gosset, 1908) per verificare che non vi fosse un effetto del contesto sabbia o creta sull'andamento della quantità di spazio esplorata nel tempo in termini di distanza euclidea, sul picco di distanza euclidea e sulla media di distanza euclidea dopo aver verificato gli assunti di normalità (t-test sui residui, Gosset, 1908) e omoschedasticità (test di Bartlett, 1937). Nel t-test per campioni indipendenti la verifica dell'omoschedasticità coincide con la verifica dell'uguaglianza delle varianze tra gruppi: nel caso di uguaglianza, si applicava il classico t-test di Student per campioni indipendenti; nel caso di varianze differenti tra i due gruppi si applicava il test di Welch (Welch, 1947). Previa verifica degli assunti di normalità (t-test sui residui, Gosset, 1908), omoschedasticità (Breusch & Pagan, 1979) e indipendenza degli errori (Durbin & Watson, 1951), sono stati applicati 6 modelli lineari per verificare la significatività delle relazioni causali tra la variabile cinematica di volta in volta presa in considerazione (pendenza, picco di distanza euclidea e media di distanza euclidea) e le 6 variabili differenza. Si è calcolato inoltre il coefficiente angolare standardizzato β_1 per avere un'idea della forza della relazione tra le variabili (corrispondente al valore del coefficiente r di Pearson e indice di effect size). Le variabili cinematiche erano dunque considerate le variabili indipendenti, in funzione delle quali, secondo la nostra ipotesi, variavano le variabili esprimenti le differenze di punteggio.

⁵ I pacchetti utilizzati sono stati ggplot2 (Wickham, 2016) e gridExtra (Auguie, 2017) per la creazione dei grafici e lmtest (Zeileis & Hothorn, 2022) per la verifica dei requisiti di applicazione dei modelli lineari.

4. RISULTATI

4.1 Risultati Analisi Comportamentale

Considerando innanzi tutto gli effetti principali dei tre predittori within subjects tempo, congruenza e domanda al netto della covariata between subjects contesto, per quanto riguarda il fattore tempo a 2 livelli, la media dei punteggi nella condizione pre-interazione era pari a 27.15 (SD= ±13.59) mentre la media nella condizione post-interazione era di 28.83 cm (SD= 13.93 cm). Dalla differenza tra le due medie sembrava essersi verificato un aumento nei giudizi passando dal momento precedente all'interazione a quello successivo per il solo effetto della variabile Tempo. Tuttavia, dall'analisi ANOVA applicata al Mixed Model risultava un effetto non significativo del fattore Tempo($\chi^2(1)=3.068, p. 08, \eta^2 p = .00$), al netto dei fattori principali domanda e congruenza.

Considerando ora il fattore congruenza a 2 livelli, la media dei punteggi nella condizione congruente era di 28.039 cm (SD = ±14.10 cm), la media in condizione incongruente era di 27.94 cm (SD = ± 13.45 cm). I giudizi formulati verso il materiale congruente a quello con cui i bambini avevano interagito sembravano lievemente superiori rispetto ai giudizi formulati in condizione incongruente. Il valore della statistica test riferita all'effetto principale del fattore congruenza era pari a $\chi^2(1) = 0.009, p. 09, \eta^2 p = .00$. Il predittore congruenza non mostrava dunque, al netto degli effetti principali di tempo e domanda, un effetto principale significativo.

Considerando il fattore domanda a 3 livelli, la media dei giudizi sulla proprietà visiva del materiale ("Quanto è scuro?") era pari a 24.19 cm (SD = ± 13.93 cm), la media dei punteggi assegnati alla proprietà tattile del materiale ("Quanto è liscio?") era di 26.22 cm (SD = ± 13.56 cm) e la media dei giudizi relativi al gradimento estetico ("Quanto ti piace?") era di 33.46 cm (SD = ± 12.05 cm). La media dei giudizi estetici risultava maggiore rispetto alla media dei giudizi in entrambe le domande relative a giudizi sensoriali; le due medie nelle domande sensoriali erano invece abbastanza simili, con punteggi lievemente superiori per il giudizio relativo a quanto i bambini trovassero scuri i contesti

rispetto a lisci (Figura 6). Nelle condizioni liscio e scuro, i punteggi erano più variabili intorno al valore medio mentre i giudizi nella condizione di piacevolezza sembravano più compatti intorno al valore medio. Il valore della statistica test riferita all'effetto principale del fattore domanda era pari a $\chi^2(2) = 64.66, p < .001, \eta^2 p = .09$. Il fattore domanda risultava significativo e spiegava lo 0.09 della devianza totale del modello, mostrando una dimensione dell'effetto medio-grande. Indagando i contrasti post-hoc applicando come correzione il metodo di Tukey, si notava che la media di piace = 33.4, 95% CI [31.3, 35.6] era significativamente diversa dalla media di scuro = 24.4, 95% CI [22.3, 26.6] e dalla media di liscio = 26.2, 95% CI [24.1, 28.3], mentre le ultime due non differivano significativamente tra di loro (Figura 6). Nello specifico, dai contrasti risultava una media di giudizio nella domanda liscio inferiore di 7.24 cm rispetto alla media di giudizio di gradimento ($t(587) = -6.15, p < .001 (d = -0.58), 95\% CI [-10, -4.47]$), e una media nel giudizio di piacevolezza significativamente maggiore di 9.02 cm rispetto alla media nel giudizio scuro ($t(587) = 7.55, p < .001 (d = 0.73), 95\% CI [6.22, 11.83]$). Gli intervalli di confidenza non contenevano il valore 0 e le statistiche test dei contrasti erano associate a valori di probabilità di molto inferiori a $\alpha .05$. Nel caso del contrasto tra la media di giudizio nella domanda liscio e la media di giudizio nella domanda scuro era invece risultata una differenza non significativa di 1.79 cm a favore della domanda liscio con un valore della statistica test $t(587) = 1.50, p .29 (d = 0.14), 95\% CI [-0.04, 0.33]$.

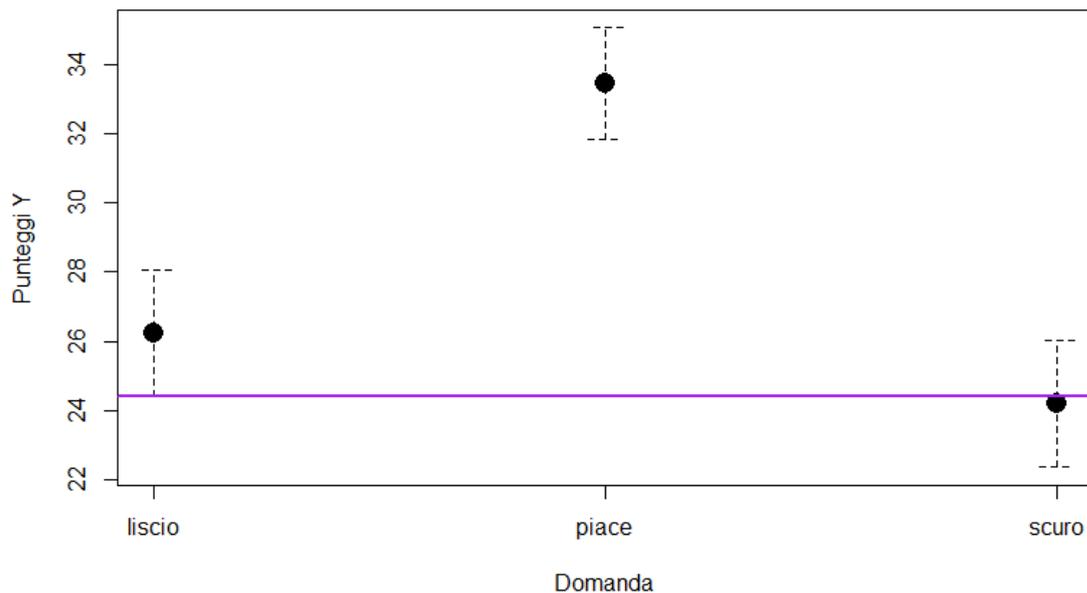
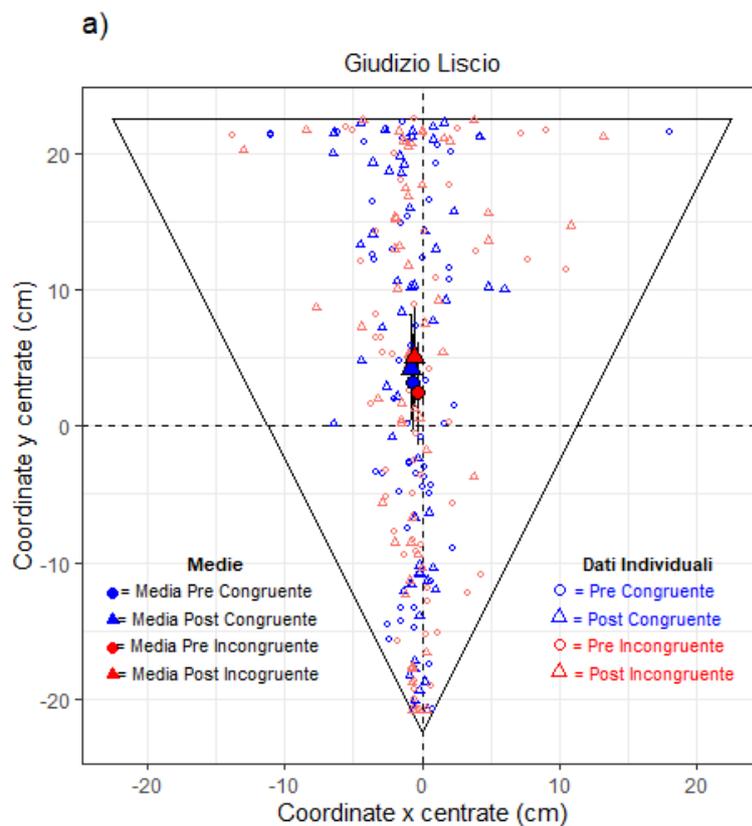


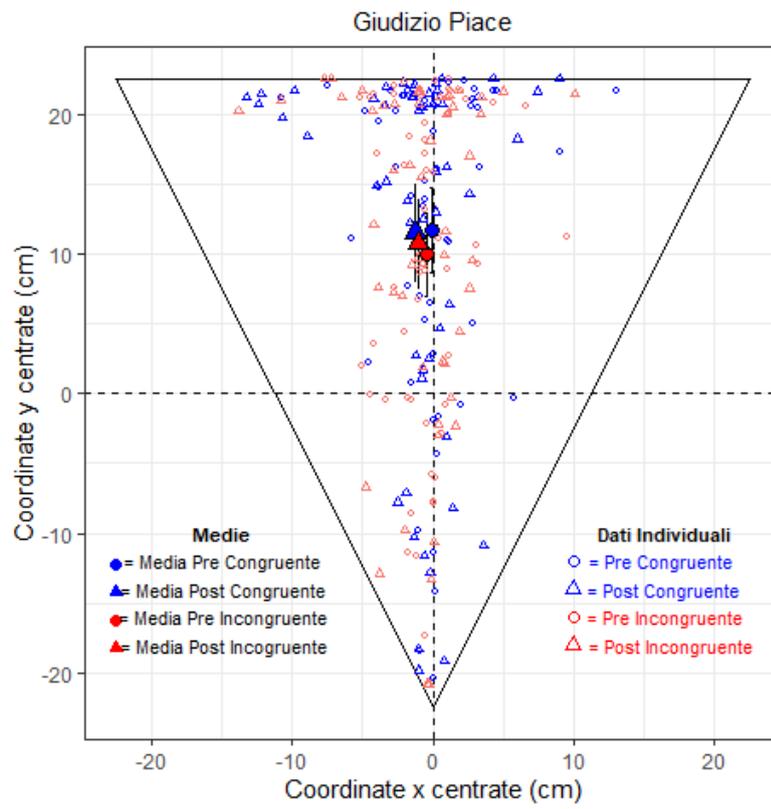
Figura 6. Grafico descrittivo dell'effetto principale del fattore domanda. Sono rappresentate le medie dei punteggi e i relativi intervalli di confidenza. La linea viola indica la sovrapposizione degli intervalli di confidenza nelle due condizioni scuro e liscio. CI% = .95. Grafico realizzato con R.

Per quanto riguarda l'effetto della covariata contesto, l'analisi della devianza non ha messo in luce un effetto significativo ($\chi^2(1) = 0.13$, $p = .71$, $\eta^2 p = .00$). La media dei punteggi derivata dalla manipolazione del contesto creta ($M = 27.67$ cm, $SD = \pm 13.52$ cm) non differiva significativamente dalla media dei punteggi derivata dalla manipolazione del contesto sabbia ($M = 28.28$ cm, $SD = \pm 14.01$ cm).

Ai fini della nostra ipotesi, l'unico effetto di interazione di interesse era quello tra i fattori congruenza domanda e tempo; gli altri effetti di interazione non sono risultati significativi. Per una maggior chiarezza espositiva sono riportati comunque di seguito: effetto di interazione tempo * congruenza ($\chi^2(1) = 0.44, p .50, \eta^2 p = .00$); Effetto di Interazione tempo * domanda ($\chi^2(2) = 1.24, p .53, \eta^2 p = .00$); effetto di interazione congruenza * domanda ($\chi^2(2) = 0.92, p .63, \eta^2 p = .00$).



b)



c)

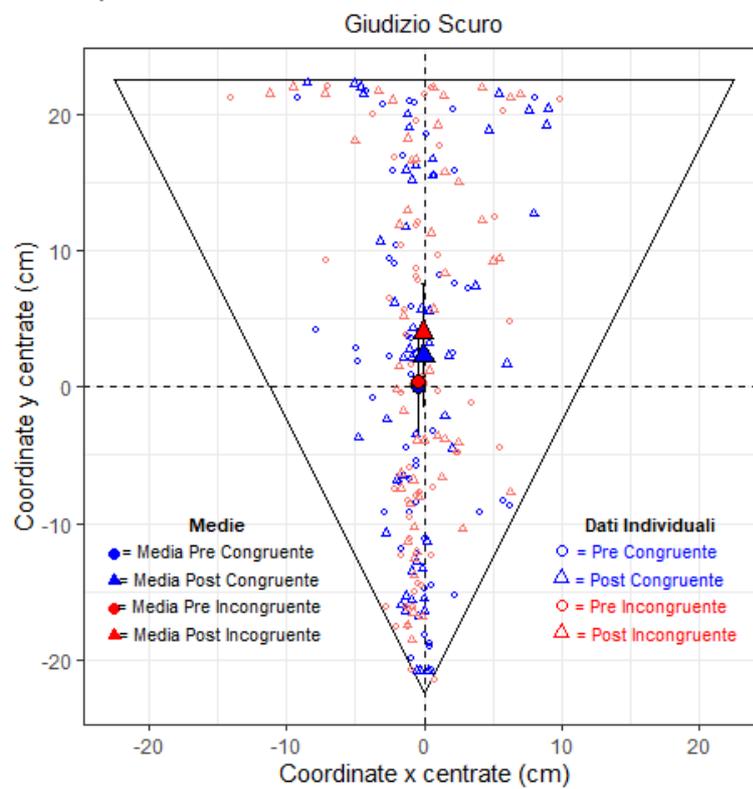


Figura 8. Descrizione grafica dell'effetto di interazione dei fattori domanda, tempo e congruenza. Sono rappresentati i punteggi individuali, le medie nei livelli di ciascuna condizione e i relativi intervalli di confidenza. I punteggi sono individuati dalle loro coordinate xy e sono stati calcolati centrando i dati grezzi sui valori $x_0 = 17.5$ e $y_0 = 22.5$. La componente x è stata calcolata ai fini di rappresentazione grafica. $CI\% = .95$. *Grafici realizzati con R.*

I punteggi in Figura 8 sono stati ottenuti sottraendo a ciascuna componente x e y dei punteggi grezzi le rispettive coordinate del centro del triangolo reale $x_0 = 17.5$, $y_0 = 22.5$ che rappresentano la metà della base e dell'altezza del triangolo di misurazione⁶. Considerando in Figura 8.a i punteggi relativi al giudizio tattile (liscio), vi è stato un aumento in condizione congruente tra pre e post interazione di circa 1 cm ma un aumento simile si è avuto tra pre e post interazione anche nella condizione incongruente di circa 2,5 cm. Anche per la media dei giudizi visivi (Figura 8.c) si è verificato un lieve aumento dalla fase precedente a quella successiva all'interazione di circa 2 cm in condizione congruente e di circa 3 cm in quella incongruente. Per la domanda relativa al giudizio estetico (Figura 8.b) nella condizione congruente i giudizi sono rimasti pressoché invariati tra pre e post interazione con addirittura un piccolo calo nella fase post interazione e in quella incongruente sono lievemente aumentati (di circa 1 cm) post interazione. L'analisi della devianza ha confermato l'assenza di un effetto di interazione statisticamente significativo ($\chi^2(2) = 0.01$, $p = .99$, $\eta^2 p = .00$): i 95% CI si sovrapponevano in tutte le condizioni, ad indicare la non significatività delle differenze tra medie nei livelli dei fattori.

Nel complesso, $R^2_m = 0.086$ era la quota di variabilità nei punteggi attribuibile agli effetti fissi del modello mentre $R^2_c = 0.21$ indicava la quota di variabilità spiegata dagli effetti fissi e random.

⁶ Per un approfondimento, si veda Appendice B.

4.2 Risultati Analisi Cinematico-Comportamentale

4.2.1 *T-test preliminari per la conduzione delle analisi cinematico-comportamentali*

Riguardo la differenza dei valori di pendenza nei due contesti creta e sabbia, nella condizione creta la media era pari a -0.13 ($SD = \pm 1.37$), nella condizione sabbia era pari a -0.05 ($SD = \pm 1.35$). In Figura 9.a si nota che la mediana della pendenza nel gruppo creta era pari a -0.37 , nel gruppo sabbia era pari a 0.14 . Nel gruppo che aveva interagito con il contesto creta i valori di pendenza sembravano addensarsi maggiormente intorno a valori più bassi di -0.37 mentre nel gruppo che aveva fatto esperienza del contesto sabbia la tendenza era opposta: le pendenze individuali tendevano ad essere più compatte per valori superiori a 0.14 .

Il t-test per campioni indipendenti ha successivamente mostrato la non significatività della differenza (-0.08) delle medie nei due gruppi ($t(56) = -0.24, p .81(d = 0.05), CI \% [-0.80, 0.63]$).

Nel caso dei punteggi di picco nei due contesti di interazione, la media dei valori di picco di distanza euclidea nel contesto creta era 52.12 cm ($SD = \pm 13.53$), nel contesto sabbia 52.48 cm ($SD = \pm 11.42$). La variabilità era leggermente superiore per il contesto creta. In Figura 9.b si nota il valore mediano: per il gruppo creta 55.55 cm, per il gruppo sabbia 54.48 cm. Vi era una maggior dispersione dei valori di picco nel gruppo che aveva interagito con la creta, con un maggior addensamento dei valori sopra mediana. Il t-test confermava la non significatività della differenza tra le due medie ($t(56) = -0.10, p .91(d = -0.02), 95\% CI [-6.96, 6.25]$).

Infine, considerando le medie dei valori medi di distanza euclidea di ciascun bambino nei due contesti d'interazione, si è ottenuto il valore $M = 41.79$ cm ($SD = \pm 14.01$) per il contesto creta e il valore $M = 39.37$ cm ($SD = \pm 11.70$) per il contesto sabbia. La variabilità era maggiore per il gruppo che aveva interagito con la creta. In Figura 9.c si nota che la mediana per il gruppo creta era pari a 40.32 cm, mentre per il gruppo sabbia era pari a 35.87 cm. I valori medi di distanza euclidea risultavano

maggiormente addensati verso valori minori di 35.87 nel caso del contesto sabbia, mentre erano più equamente distribuiti nel caso del contesto creta. Il t-test ha confermato la non significatività della differenza tra medie ($t(56) = 0.71, p = .47(d = 0.18), 95\% \text{ CI} [-4.39, 9.24]$).

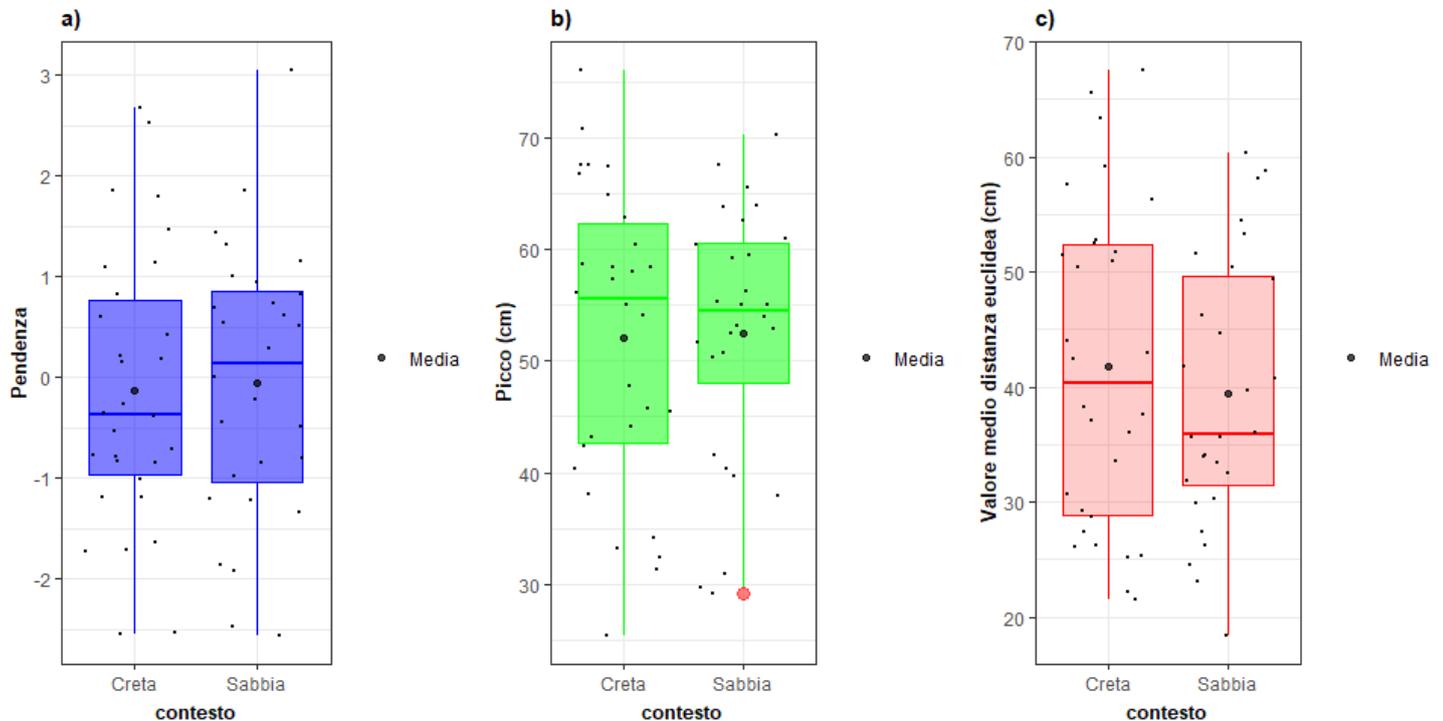


Figura 9. Box plot descrittivi dei valori, rispettivamente, a) di pendenza, b) di picco, c) di media di distanza euclidea nei due contesti di interazione. Sono rappresentate le medie, le mediane e i punteggi individuali. *Grafico realizzato con R.*

4.2.2 Effetto della variabile pendenza sulle differenze di punteggi

Effetto della pendenza sulle differenze di punteggi tra pre e post interazione in condizione liscio congruente (Figura 10.a): ad un aumento unitario del valore di slope la differenza dei punteggi tra pre e post interazione aumentava di 0.71 cm. A pendenze positive sembravano corrispondere differenze positive, tanto maggiori quanto più i valori di pendenza aumentavano, mentre per valori minori di pendenza si avevano valori di differenza sempre minori fino ad arrivare a differenze negative in cui i punteggi post interazione erano maggiori rispetto a quelli pre-interazione. La statistica test $t(54) = 0.39, p = .69, \beta_1 = 0.05, 95\% \text{ CI} [-2.88, 4.31]$ tuttavia mostrava la non significatività di tale correlazione positiva.

Effetto della pendenza sulle differenze di punteggi in condizione liscio incongruente (Figura 10.b): In questo caso, all'aumentare del valore unitario di pendenza la differenza nei punteggi verso il contesto incongruente diminuiva di 1.51 cm. La tendenza risultava opposta rispetto alla precedente. I partecipanti con pendenze positive mostravano valori di differenza minori rispetto ai partecipanti che durante l'esplorazione avevano diminuito la distanza percorsa, fino ad arrivare a differenze negative; viceversa, i partecipanti con valori di pendenza negativi mostravano la tendenza opposta. Come si vede dal grafico, tuttavia, la statistica test $t(54) = -0.88, p .38, \beta_1 = -0.11, 95\% \text{ CI } [-4.94, 1.92]$ confermava assenza di significatività di tale relazione negativa.

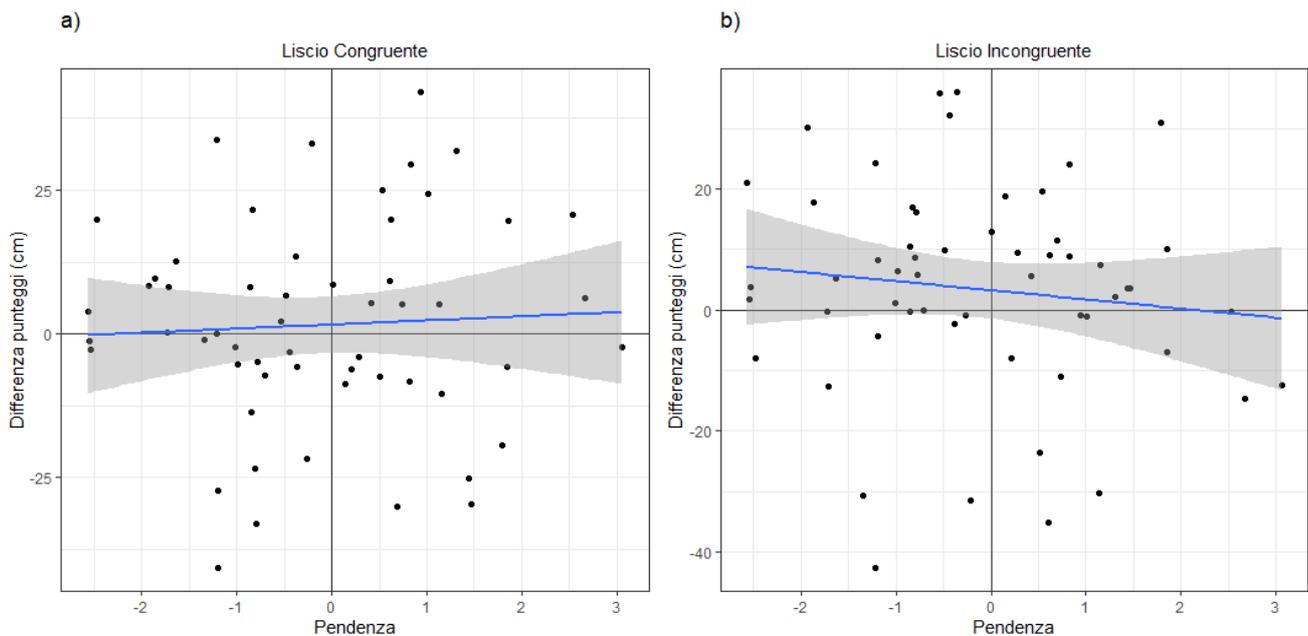


Figura 10. Effetto della pendenza sulle differenze di punteggi: domanda liscio. In x sono rappresentati i valori di pendenza e in y le differenze di punteggi tra pre e post interazione. In a) le differenze di punteggi si riferiscono al contesto congruente, in b) al contesto incongruente. Le linee blu rappresentano le rette di fit ai dati. $CI\% = .95$. Grafico realizzato con R.

Effetto della pendenza sulle differenze di punteggi in condizione scuro congruente (Figura 11.a): all'aumentare del valore unitario di pendenza, la differenza nei punteggi diminuiva di 0.15 cm. Il valore della relazione sembrava pressoché trascurabile, visibile anche dalla retta perfettamente

parallela all'asse x sul grafico. La statistica test $t(51) = -0.08, p .93, \beta_1 = -0.01, 95\% \text{ CI } [-3.80, 3.49]$ confermava una correlazione negativa non casualmente diversa da 0.

Effetto della pendenza sulle differenze di punteggi in condizione scuro incongruente (Figura 11.b): all'aumentare del valore di pendenza, la differenza nei punteggi diminuiva di 0.80. Anche in tal caso, sebbene leggermente maggiore del valore in condizione congruente, la forza della relazione era pressoché nulla, come confermato dalla statistica test $t(51) = -0.47, p .63, \beta_1 = -0.06, 95\% \text{ CI } [-4.20, 2.59]$ che mostrava la non significatività della correlazione negativa.

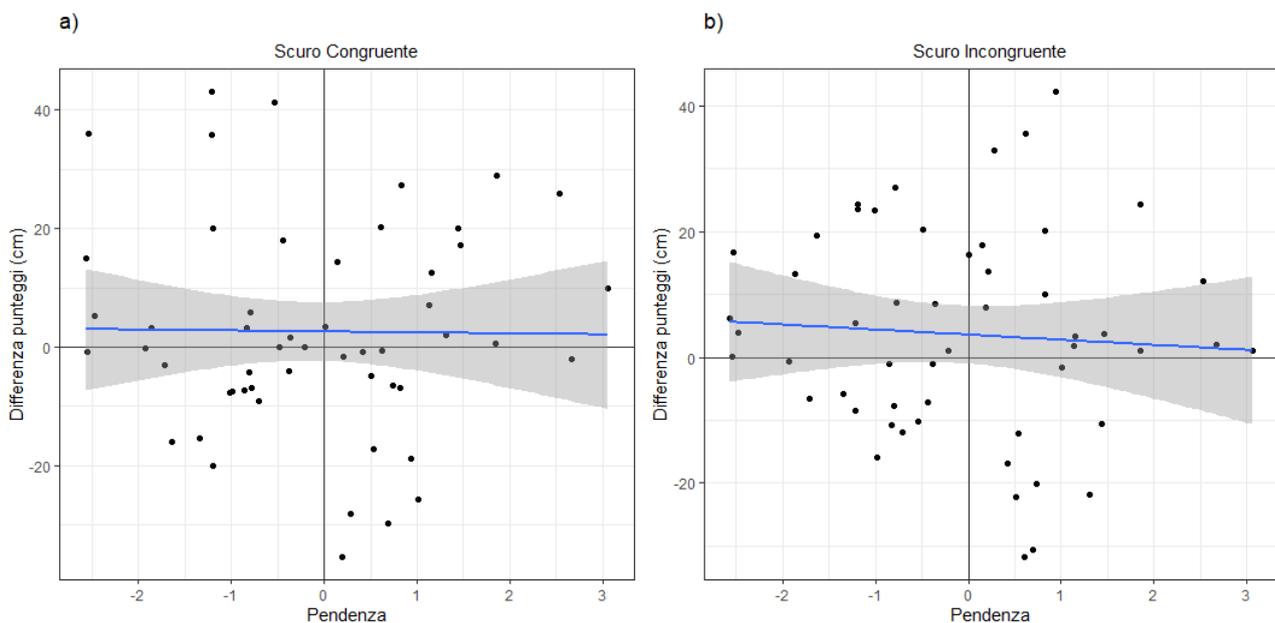


Figura 11. Effetto della pendenza sulle differenze di punteggi: domanda scuro. Plot che rappresenta in x i valori di pendenza e in y le differenze di punteggi tra pre e post interazione. In a) le differenze di punteggi si riferiscono al contesto congruente, in b) al contesto incongruente. Le linee blu rappresentano le rette di fit ai dati. $CI\% = .95$. Grafico realizzato con R.

Effetto della pendenza sulle differenze di punteggi in condizione piace congruente (Figura 12.a): a valori di pendenza più elevati, corrispondeva un aumento nella differenza di giudizi tra pre e post interazione di 1.11. La statistica test $t(53) = 0.71, p .47, \beta_1 = 0.10, 95\% \text{ CI } [-2.00, 4.22]$ mostrava assenza di una relazione significativa.

Effetto della pendenza sulle differenze di punteggi in condizione piace incongruente (Figura 12.b): anche in tal caso, a valori di pendenza più elevati, corrispondeva un aumento nella differenza di giudizi tra pre e post interazione di appena 0.05. Come mostrato nel grafico, la relazione sembrava casuale: la statistica test $t(53) = 0.031, p .97, \beta_1 = 0.00, 95\% \text{ CI } [-3.04, 3.14]$ confermava la totale assenza di relazione.

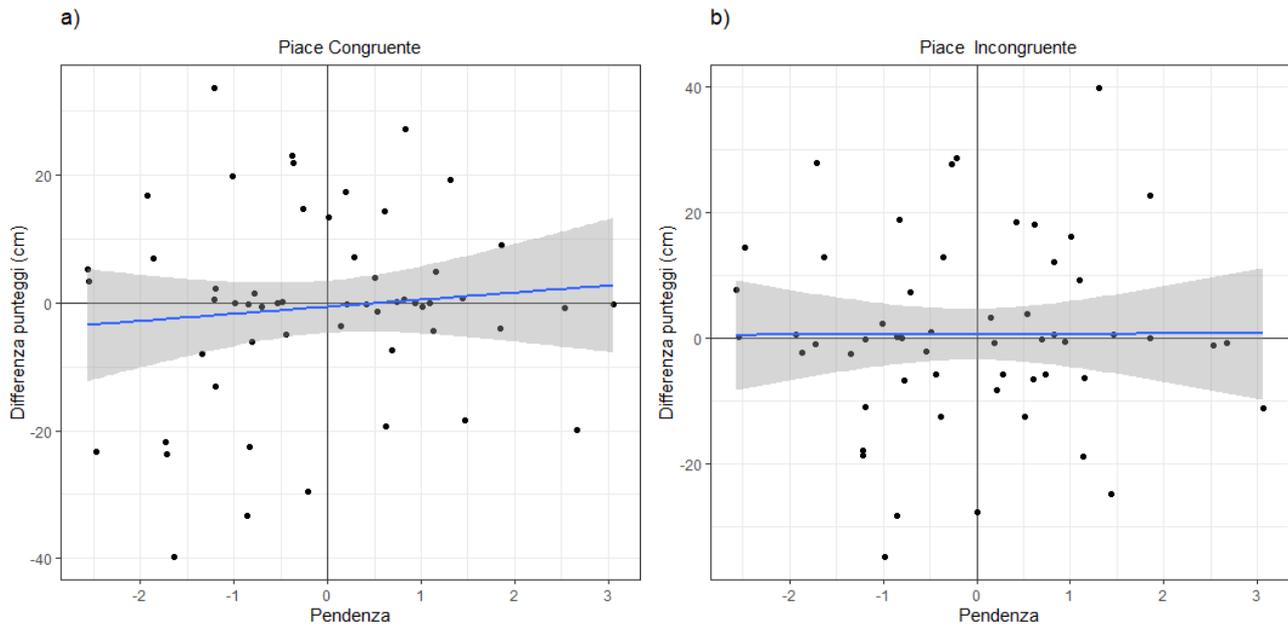


Figura 12. Effetto della pendenza sulle differenze di punteggi: domanda piace. Plot che rappresenta in x i valori di pendenza e in y le differenze di punteggi tra pre e post interazione. In a) le differenze di punteggi sono relative al contesto congruente, in b) al contesto incongruente. Le linee blu rappresentano le rette di fit ai dati. $CI\% = .95$. Grafico realizzato con R.

4.2.3 Effetto della variabile picco sulle differenze di punteggi

Effetto del picco sulle differenze di punteggi in condizione liscio congruente (Figura 13.a): ad un aumento unitario dei valori di picco, la differenza di punteggi tra pre e post interazione diminuiva di 0.20. Tale diminuzione, come mostrato in figura, mostrava assenza di significatività ($t(54) = -1.02, p .30, \beta_1 = -0.13, 95\% \text{ CI } [-0.58, 0.18]$).

Effetto del picco sulle differenze di punteggi in condizione liscio incongruente (Figura 13.b): ad un aumento unitario dei valori di picco, la differenza di punteggi tra pre e post interazione diminuiva di 0.08. Il valore $t(54) = -0.47, p .63, \beta_1 = -0.06, 95\% \text{ CI } [-0.46, 0.28]$ mostrava una relazione negativa non significativa.

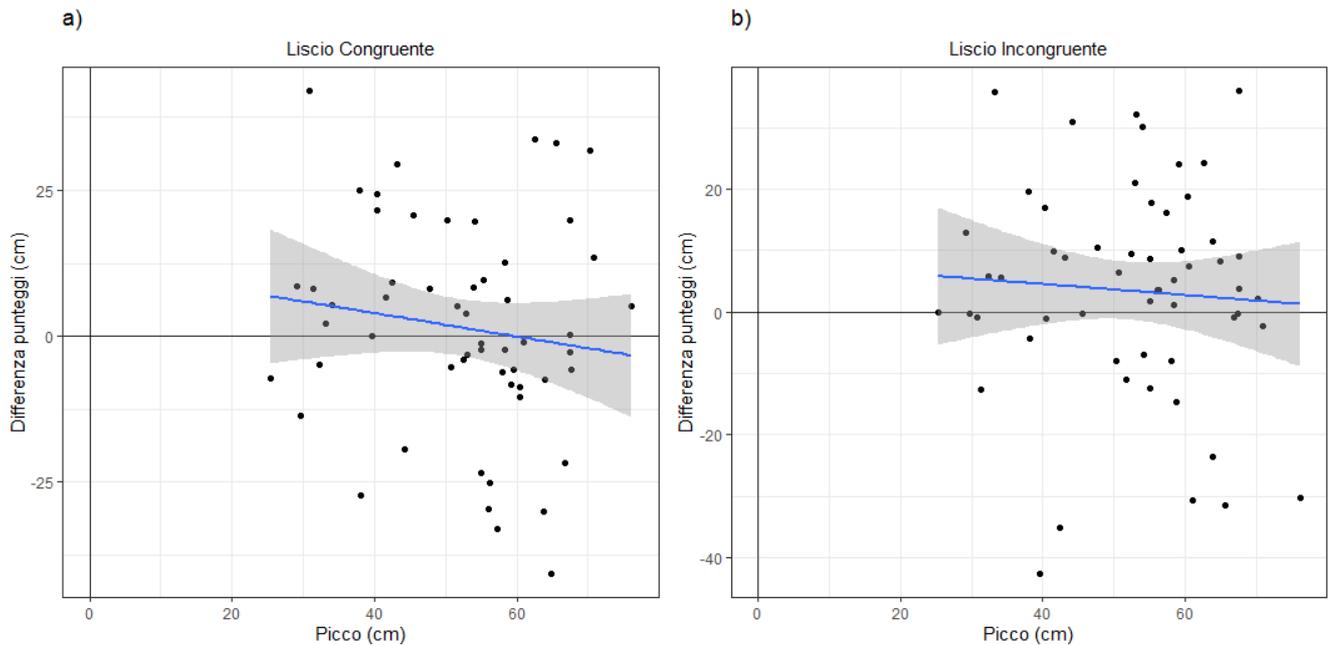


Figura 13. Effetto della variabile picco sulle differenze di punteggi: domanda liscio. Plot che rappresenta in x i valori di picco e in y le differenze di punteggi tra pre e post interazione. In a) le differenze di punteggi si riferiscono al contesto congruente, in b) al contesto incongruente. Le linee blu rappresentano le rette di fit ai dati. $CI\% = .95$. Grafico realizzato con R.

Effetto del picco sulle differenze di punteggi in condizione scuro congruente (Figura 14.a): ad un aumento unitario dei valori di picco, la differenza di punteggi diminuiva di 0.09. La relazione negativa risultava non significativa ($t(51) = -0.47, p .63, \beta_1 = -0.06, 95\% \text{ CI } [-0.50, 0.30]$).

Effetto del picco sulle differenze di punteggi in condizione scuro incongruente: ad un aumento unitario dei valori di picco, la differenza di punteggi tra pre e post interazione aumentava di 0.08. I partecipanti che mostravano un picco di distanza euclidea più elevato giudicavano più scuro il contesto incongruente nella fase post interazione (Figura 14.b). Il valore della statistica test era pari a $t(51) = 0.45, p .65, \beta_1 = 0.06, 95\% \text{ CI } [-0.29, 0.46]$.

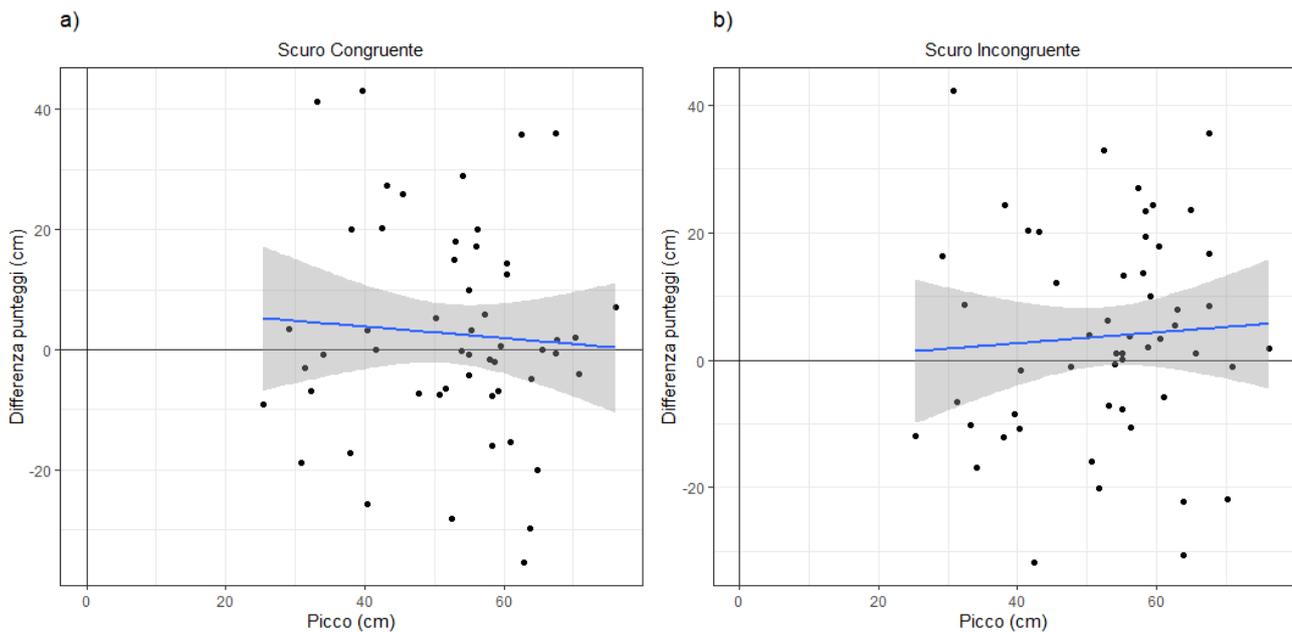


Figura 14. Effetto della variabile picco sulle differenze di punteggi: domanda scuro. Plot che rappresenta in x i valori di picco e in y le differenze di punteggi tra pre e post interazione. In a) le differenze di punteggi sono relative al contesto congruente, in b) al contesto incongruente. Le linee blu rappresentano le rette di fit ai dati. $CI\% = .95$. Grafico realizzato con R.

Effetto del picco sulle differenze di punteggi in condizione piace congruente (Figura 15.a): ad un aumento unitario dei valori di picco, la differenza di punteggi tra pre e post interazione diminuiva di 0.03. Il valore $t(53) = -0.23, p .81, \beta_1 = -0.03, 95\% \text{ CI } [-0.36, 0.29]$ mostrava infatti una relazione negativa non significativa.

Effetto del picco sulle differenze di punteggi in condizione piace incongruente (Figura 15.b): ad un aumento unitario dei valori di picco, la differenza di punteggi tra pre e post interazione aumentava di 0.04. La relazione tra le due variabili era di forza pari alla condizione congruente, sebbene di segno

opposto. Il valore della relazione positiva era non significativo, come confermato da $t(53) = 0.25$, $p = .79$, $\beta_1 = 0.03$, 95% CI [-0.28, 0.36].

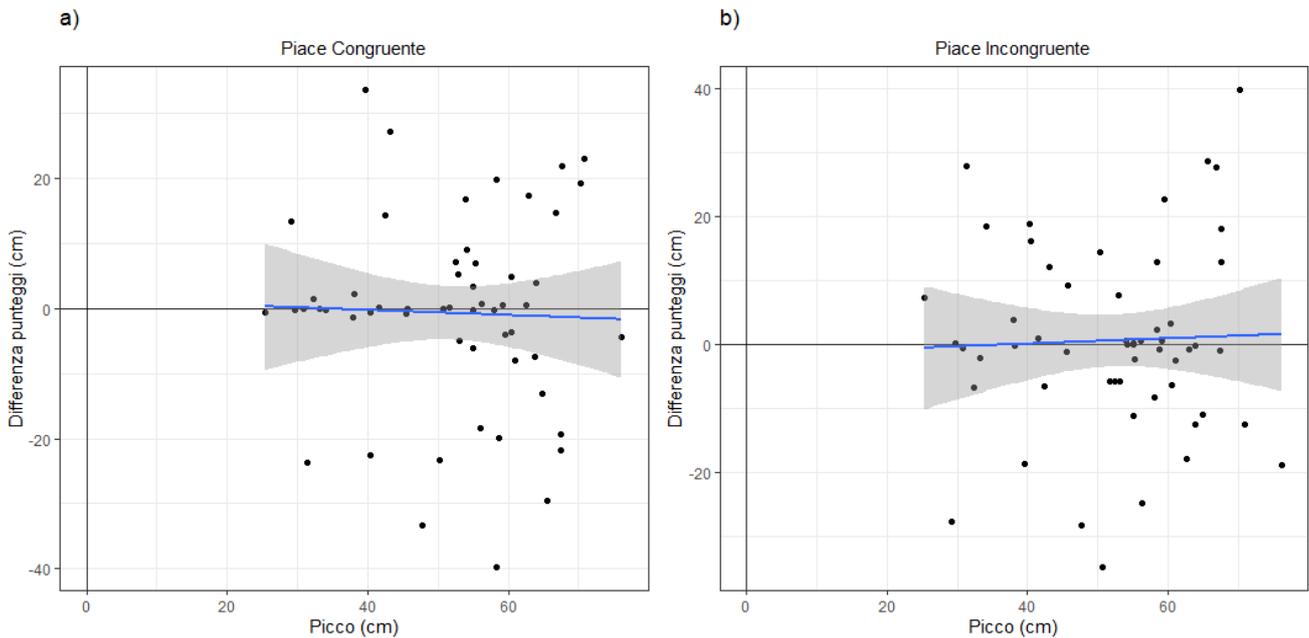


Figura 15. Effetto della variabile picco sulle differenze di punteggi: domanda piace. Plot che rappresenta in x i valori di picco e in y le differenze di punteggi tra pre e post interazione. In a) le differenze di punteggi si riferiscono ai giudizi relativi al contesto congruente, in b) al contesto incongruente. Le linee blu rappresentano le rette di fit ai dati. $CI\% = .95$. Grafico realizzato con R.

4.2.4 Effetto della variabile media sulle differenze di punteggi

Effetto della media di distanza euclidea sulle differenze di punteggi in condizione liscio congruente (Figura 16.a): ad un aumento unitario di media di distanza euclidea corrispondeva una diminuzione di 0.17 nelle differenze di punteggi tra pre e post interazione; tuttavia, la relazione non era significativa ($t(54) = -0.95$, $p = .34$, $\beta_1 = -0.12$, 95% CI [-0.55, 0.19]).

Effetto della media di distanza euclidea sulle differenze di punteggi in condizione liscio incongruente (Figura 16.b): un aumento unitario di media corrispondeva ad un aumento di 0.01 nella differenza di

punteggi pre-post interazione; tuttavia, la relazione non era significativa come si nota dal grafico e come confermato da $t(54) = 0.06, p .95, \beta_1 = 0.01, 95\% \text{ CI } [-0.35, 0.37]$.

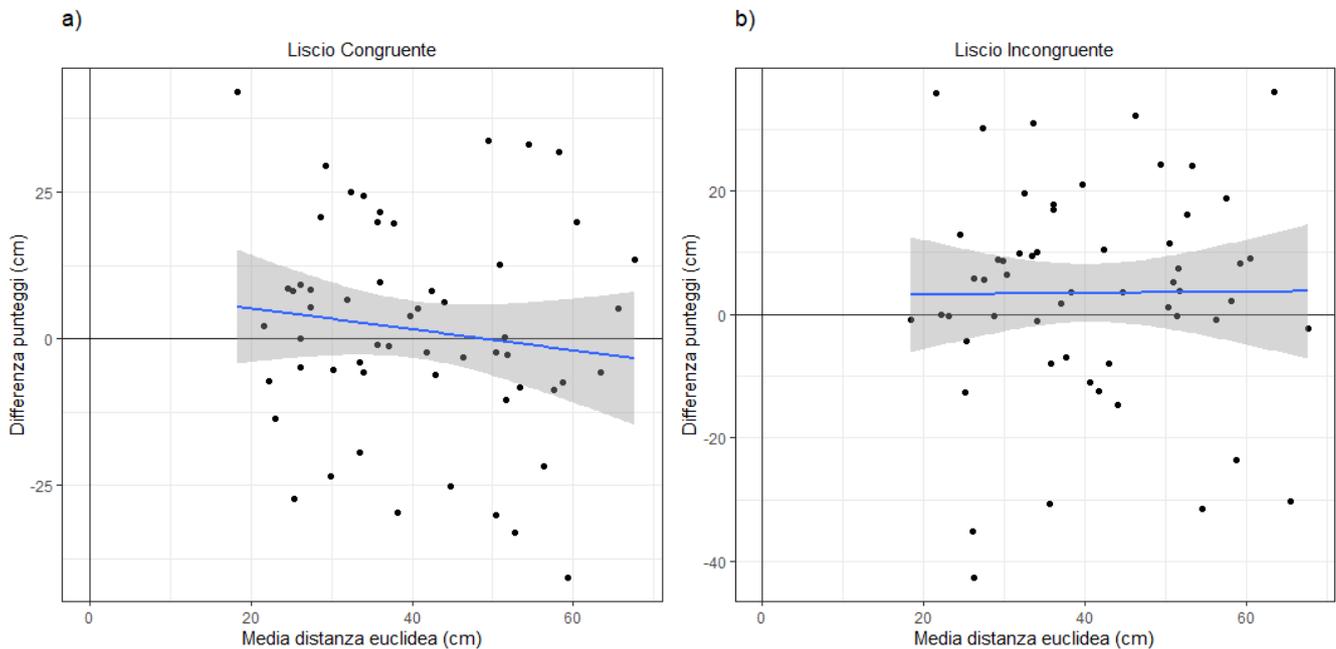


Figura 16. Effetto della variabile media di distanza euclidea sulle differenze di punteggi: domanda liscio. Plot che rappresenta in x i valori di media e in y le differenze di punteggi tra pre e post interazione. In a) le differenze di punteggi si riferiscono ai giudizi sul contesto congruente, in b) al contesto incongruente. Le linee blu rappresentano le rette di fit ai dati. $CI\% = .95$. Grafico realizzato con R.

Effetto della media di distanza euclidea sulle differenze di punteggi in condizione scuro congruente (Figura 17.a): ad un aumento unitario di media di distanza euclidea corrispondeva una diminuzione di 0.17 nella differenza di punteggi pre e post interazione. La relazione negativa non risultava statisticamente significativa ($t(51) = -0.89, p .37, \beta_1 = -0.12, 95\% \text{ CI } [-0.55, 0.21]$).

Effetto della media di distanza euclidea sulle differenze di punteggi in condizione scuro incongruente (Figura 17.b): ad un aumento unitario di media corrispondeva un aumento di 0.08 nella differenza di punteggi tra pre e post interazione. Il valore di t associato ha mostrato tuttavia la non significatività della relazione ($t(51) = 0.49, p .62, \beta_1 = 0.06, 95\% \text{ CI } [-0.26, 0.44]$).

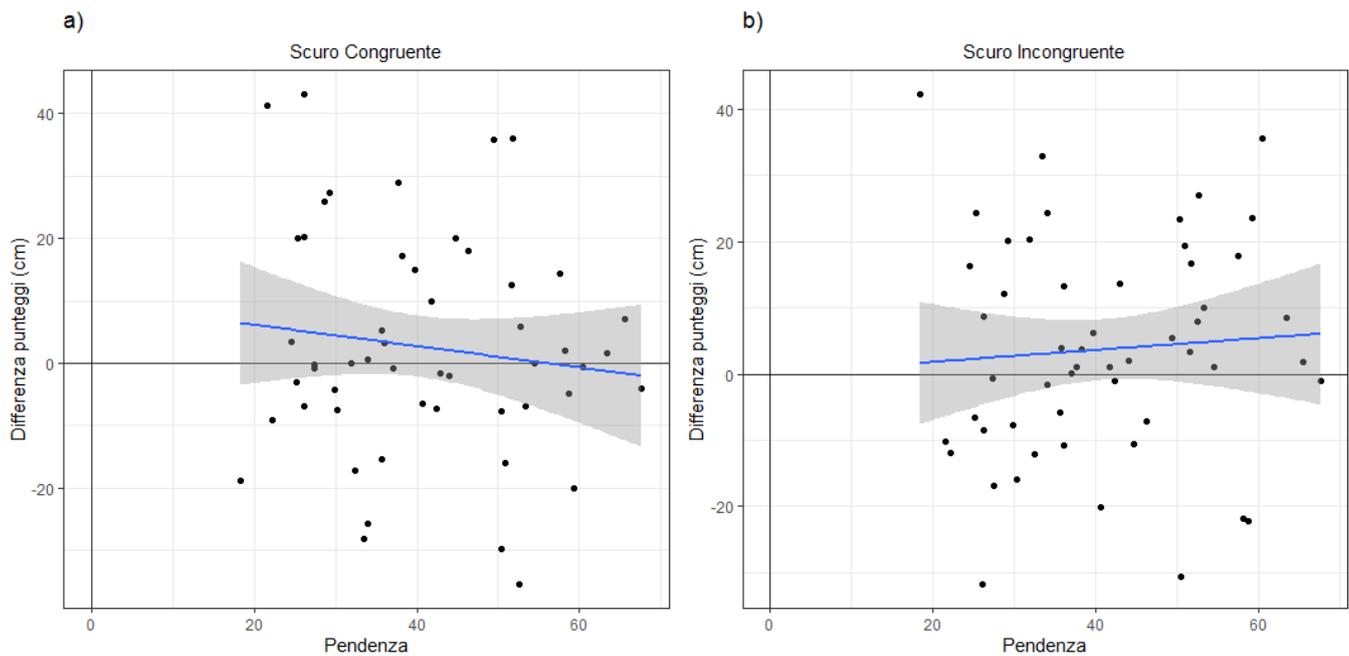


Figura 17 . Effetto della variabile media di distanza euclidea sulle differenze di punteggi: domanda scuro. Plot che rappresenta in x i valori di media e in y le differenze di punteggi tra pre e post interazione. In a) le differenze di punteggi si riferiscono al contesto congruente, in b) al contesto incongruente. Le linee blu rappresentano le rette di fit ai dati. CI% = .95. *Grafico realizzato con R.*

Effetto della media di distanza euclidea sulle differenze di punteggi in condizione piace congruente (Figura 18.a): per ogni aumento unitario della media di distanza euclidea, la differenza di punteggi tra pre e post interazione diminuiva di 0.07. La relazione negativa non risultava significativa ($t(53) = 0.49, p .64, \beta_1 = -0.06, 95\% \text{ CI } [-0.39, 0.24]$).

Effetto della media di distanza euclidea sulle differenze di punteggi in condizione piace incongruente (Figura 18.b): per ogni aumento unitario della media di distanza euclidea, la differenza di punteggi tra pre e post interazione aumentava di 0.06 cm. Tale incremento risultava dalla statistica test $t(53) = 0.41, p .67, \beta_1 = 0.05, 95\% \text{ CI } [-0.24, 0.37]$ non significativo.

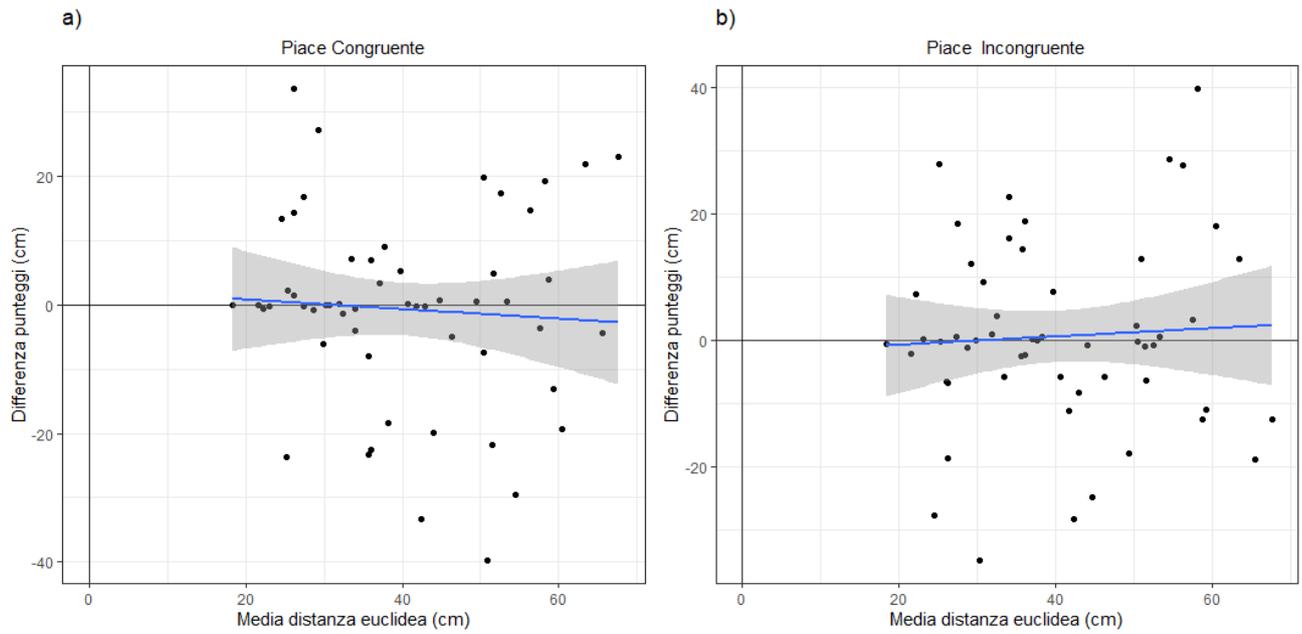


Figura 18. Effetto della variabile media di distanza euclidea sulle differenze di punteggi: domanda piace. Plot che rappresenta in x i valori di media e in y le differenze di punteggi tra pre e post interazione. In a) le differenze di punteggi si riferiscono al contesto congruente, in b) al contesto incongruente. Le linee blu rappresentano le rette di fit ai dati. $CI\% = .95$. Grafico realizzato con R.

5. DISCUSSIONE

Saranno discussi ed esaminati i risultati procedendo in ordine di ipotesi, considerando primariamente i risultati comportamentali e successivamente le evidenze emerse dall'analisi cinematico-comportamentale.

La prima ipotesi postulava che, per effetto della familiarità motoria con il contesto esplorato, i giudizi di piacevolezza verso il contesto congruente fossero significativamente maggiori post interazione rispetto ai giudizi verso il contesto incongruente e che tale modulazione avvenisse in misura significativa per la domanda di valutazione estetica rispetto alle due domande sensoriali. L'assenza di un effetto di interazione significativo nella domanda relativa alla valutazione estetica ha mostrato che indipendentemente dal materiale considerato, l'interazione non ha provocato un aumento dei giudizi di piacevolezza in condizione congruente. Anzi, c'è stata una leggera tendenza a diminuire il giudizio di piacevolezza tra pre e post interazione verso il contesto di cui si era fatta esperienza. Nella condizione incongruente, la valutazione rimaneva invece pressoché costante. Nonostante l'effetto della covariata contesto non sia risultato statisticamente significativo, questa tendenza potrebbe essere spiegata come un effetto di familiarità con i contesti presentati e anche con un effetto di preferenza personale di ciascun bambino legato ad uno dei due materiali. I due contesti infatti erano entrambi conosciuti dai bambini, come emerso durante la procedura sperimentale e legati a momenti emotivamente salienti: molti di loro raccontavano vicende personali legate ad attività svolte con gli amici o con la famiglia in cui avevano fatto esperienza dei due contesti, specialmente la sabbia. L'aspetto legato ai vissuti personali del bambino già messo in luce in letteratura (Parsons et al., 1987; Savva et al., 2003; 2005) ha giocato un ruolo importante anche nel nostro lavoro. Basti pensare, che per quanto gli atelieristi e gli insegnanti cercassero di non dare mai consigli o influenzare i partecipanti durante i giudizi, il contesto creta veniva associato dai bambini alle attività educative svolte a scuola, rimarcando la valenza sociale del contesto d'interazione, che era associato alle figure e alle situazioni interattive attraverso le quali se ne era appreso l'utilizzo. Il fatto che non ci sia stato

un effetto significativo di interazione per i giudizi scuro e liscio sarebbe un dato a favore della prima ipotesi, se non fosse per l'assenza di modulazione riscontrata anche del giudizio estetico e per una lieve, seppur non significativa, modulazione sensoriale. Infatti, per quanto riguarda le due domande sensoriali, si è osservato un leggero aumento sia in condizione congruente che incongruente. Tuttavia, l'assenza di una differenza significativa per la domanda relativa al gradimento estetico, e allo stesso tempo la tendenza all'aumento, sebbene non significativa, nei giudizi sensoriali ha fornito lo spunto per indagare, attraverso l'ipotesi cinematico-comportamentale, la relazione esistente tra parametri cinematici del movimento esplorativo e la modulazione dei giudizi riguardo le proprietà sensoriali ed estetiche dei contesti. Questa ipotesi era volta ad indagare la natura aptica del processo valutativo di un contesto derivante dall'interazione sensorimotoria con esso che non sarebbe la semplice conseguenza di un movimento, ma sarebbe influenzata dalle proprietà tattili, di dettaglio e di conoscenza materica delle superfici in grado di modulare la percezione sensoriale ed estetica (Calbi et al., 2019).

Interessante e controverso è stato l'aumento anche per la domanda scuro, il che potrebbe risultare controintuitivo in quanto proprietà esclusivamente visiva, per cui non ci si aspettava alcun tipo di modulazione; i risultati invece hanno mostrato che anche una caratteristica prettamente visiva era influenzata dall'interazione con il contesto, rafforzando ulteriormente il concetto di visione aptica (Keysers et al., 2004) attraverso la quale esploriamo ciò che ci circonda. Una riflessione a parte merita l'effetto principale del fattore domanda, che può aver contribuito all'assenza di significatività dei risultati comportamentali. È emerso infatti un effetto significativo della domanda a prescindere dall'interazione con i fattori congruenza e tempo. In particolare, la differenza significativa si è osservata proprio nella condizione di valutazione estetica rispetto alle due domande sensoriali, mostrando giudizi estetici nettamente più alti già prima dell'interazione rispetto ai giudizi assegnati alla domanda visiva e a quella tattile. Per tale evidenza esiste più di un'interpretazione. Da un lato si può spiegare come attribuibile ad una maggior familiarità che i bambini hanno con la domanda

relativa alla piacevolezza, come se fossero abituati ed esposti in misura maggiore ad esprimere opinioni personali relative alla piacevolezza di un oggetto esplorato rispetto ad opinioni relative a caratteristiche sensoriali. I bambini, nelle interazioni con le figure di riferimento e con i coetanei dicono spesso di gradire qualcosa e altrettanto spesso gli viene chiesto di fare questo tipo di valutazione di gradimento. È possibile anche, sebbene con molta cautela, interpretare tale risultato facendo riferimento alla desiderabilità sociale: evidenze in letteratura (Xu et al., 2010) hanno messo in luce la tendenza da parte dei bambini a mentire per assecondare quelle che immaginano essere le aspettative degli adulti a partire dai 7-9 anni quando si trovano in situazioni di cortesia, e a giudicare il comportamento falso altrui meno negativo se giustificato dal non voler deludere l'altro. Qualsiasi fosse la ragione tale effetto è risultato per alcuni aspetti positivo, in quanto ha confermato che i bambini distinguevano i tipi di giudizi che veniva loro chiesto di fornire e mostravano una buona padronanza nell'utilizzo dello strumento in relazione ai quesiti posti. Tuttavia, questo risultato è di difficile interpretazione in quanto non è chiaro se il mancato effetto di interazione ipotizzato non sia stato ottenuto perché mascherato da una saturazione dei giudizi nella domanda piace evidente già prima dell'interazione con i contesti.

La seconda ipotesi si addentrava maggiormente nell'aspetto cinematico dell'esplorazione libera. In questo caso, la domanda di controllo scuro, in quanto domanda puramente visiva, si supposeva che non avrebbe subito alcun tipo di modulazione (Calbi et al., 2019) a seguito dell'interazione. Diversamente, si era ipotizzato che il giudizio tattile relativo a quanto liscio fosse percepito un contesto avrebbe subito una modulazione aumentando proporzionalmente all'ampiezza dei movimenti esplorativi. Il contributo dato dalle informazioni sensoriali acquisite durante l'interazione, avrebbe influenzato il giudizio estetico che si supposeva sarebbe stato maggiore verso il contesto esplorato ma non verso quello incongruente. I risultati relativi ai t-test preliminari hanno evidenziato l'assenza di un effetto del materiale sull'andamento della distanza euclidea nel tempo così come sul picco e sul valore di media di distanza euclidea. Il fatto che l'interazione sensorimotoria avvenisse

con la creta o con la sabbia non aveva influenzato la distanza percorsa durante l'esplorazione, fattore positivo e parzialmente in contrasto con le evidenze in letteratura (Callier et al., 2015) che avevano messo in luce una modulazione nella velocità di esplorazione e nelle tipologie di movimenti conseguenti all'interazione con materiali diversi.

L'analisi dell'effetto del contesto ha verificato se la cinematica del movimento influenzava i giudizi, a prescindere da quale materiale venisse considerato e in assenza di ipotesi a priori su quali dei due contesti avesse caratteristiche tali da generare movimenti più ampi in termini di distanza percorsa rispetto al centro del tavolo. Nessuno dei tre parametri cinematici indagati (pendenza, picco e media) ha mostrato una relazione significativa con le differenze nei punteggi nella condizione congruente. Sono rintracciabili tuttavia delle tendenze che, se approfondite in futuri studi, potranno meglio indagare le ipotesi formulate. Se consideriamo l'andamento della distanza nel tempo (la variabile pendenza), per il giudizio tattile si è notata una tendenza positiva: tanto maggiore era la distanza esplorata, tanto più vi era la tendenza a modulare il giudizio verso il materiale congruente, che veniva giudicato più liscio; la stessa evidenza non era presente per il contesto incongruente. Questo dimostrerebbe che effettivamente, considerando aspetti prettamente cinematici, vi sia un'influenza dell'esplorazione sulla percezione di una qualità tattile. Nel caso della domanda visiva, non vi era una tendenza né positiva né negativa, sia per il contesto congruente che per quello incongruente sia pre che post interazione. Nel caso del giudizio di piacevolezza, la tendenza nella condizione congruente era anch'essa positiva: più distanza era percorsa, più veniva giudicato piacevole il contesto post interazione; in condizione incongruente la tendenza era anch'essa positiva ma minore rispetto alla condizione congruente. Se consideriamo il picco, una misura unitaria del valore massimo di distanza euclidea raggiunto, evidenziamo tendenze analoghe fatta eccezione per il giudizio di gradevolezza: ad un valore di picco maggiore, vi era una modulazione nel giudizio relativo a quanto il contesto veniva percepito liscio, con una tendenza in questo caso negativa; tendenza non presente nella condizione incongruente. Per la domanda scuro, nuovamente la relazione era trascurabile, sia nella

condizione congruente che in quella congruente. Riguardo il giudizio di gradevolezza, in questo caso il picco di distanza euclidea sembrava non mostrare alcun tipo di relazione con i giudizi, né nella condizione congruente né in quella incongruente. Esaminando infine la media di distanza euclidea, che era una misura di quanto i partecipanti avevano esplorato il contesto, si evidenziava nella domanda liscio in condizione congruente una tendenza ad una modulazione negativa dei giudizi, non presente in condizione incongruente. Per la domanda scuro vi era una tendenza lievemente superiore a quelle emerse nelle altre analisi, ma solo per la condizione congruente, mentre non si osservava alcun tipo di tendenza nella condizione incongruente. Infine, l'effetto del valore medio di distanza euclidea non sembrava aver alcun tipo di relazione con le differenze di punteggi di gradevolezza, né nella condizione congruente né in quella incongruente.

Sebbene non significative, queste evidenze si sono mostrate in linea con la nostra ipotesi e con le evidenze di Calbi et al., (2018); Siri et al., (2019): fare esperienza sensorimotoria e aptica di un contesto, aumenta la modulazione del giudizio tattile, e a sua volta aumenta anche il giudizio di piacevolezza. La distanza euclidea nel tempo si è rivelato un parametro esplicativo circa l'esplorazione dei bambini, come già evidenziato da Rémi et al., (2015), tuttavia è necessario tenere conto che per limiti metodologici, la distanza euclidea da noi considerata era relativa al centro e si configurava quindi come quantità di spazio percorsa in termini assoluti. È ipotizzabile pensare che utilizzare una misura di distanza euclidea sequenziale nel tempo, indicativa dei reali movimenti dei bambini, possa condurre a risultati più incisivi. Inoltre, è sempre bene ricordare che la distanza euclidea è stato un parametro scelto da noi per un'indagine esplorativa: in letteratura le evidenze si sono concentrate sulle tipologie di movimenti o sulla velocità di scanning; perciò, ulteriori studi potranno approfondire le tendenze emerse relative alla distanza di spazio percorsa. Una considerazione interessante riguarda le differenze emerse tra i tre parametri cinematici scelti di cui si compone la distanza euclidea da noi presi in esame: pendenza picco e media. Le ultime due misure riguardavano infatti valori unitari di distanza euclidea: uno è il valore massimo raggiunto durante

l'esplorazione, l'altro un valore medio che riassume l'esplorazione nel tempo. Il parametro pendenza invece, esprimeva per sua natura un andamento continuo nel tempo ed era indicativo della quantità di spazio esplorata per tutta la durata dell'interazione. Il fatto che siano emerse delle modulazioni, sebbene non significative, in linea con la nostra ipotesi considerando il parametro pendenza e non gli altri due potrebbe indicare che sia un valore continuo, che considera l'andamento nel tempo, il più indicato a rappresentare la cinematica dell'interazione sensorimotoria. È intuitivo pensare, infatti, che l'esplorazione di un bambino sia meglio descritta dal suo andamento nel tempo comprensivo anche di variabilità, piuttosto che da un valore unico, sia esso picco o valore medio.

6. CONCLUSIONI E LIMITI

In conclusione, il nostro studio si è mostrato in linea con i risultati precedentemente ottenuti da studi comportamentali che consideravano i giudizi estetici strettamente connessi e inscindibili da quelli sensorimotori (Calbi et al., 2019; Siri et al., 2018). La mancanza di risultati significativi ha mostrato la necessità di approfondire lo studio di aspetti legati alla cinematica del movimento di esplorazione sensorimotoria e alla valutazione delle proprietà aptiche sensoriali. Il presente studio ha presentato però limiti importanti. Innanzi tutto, è necessario evidenziare l'ambiguità che può aver presentato la domanda scuro: nei risultati comportamentali ha mostrato delle variazioni, sebbene minime, tra pre e post interazione similmente alle altre due domande; tuttavia, la modulazione è avvenuta sia per il contesto congruente che incongruente rendendo il risultato poco esplicativo. La stessa domanda è risultata invece effettivamente di controllo nel momento in cui si sono indagati aspetti più specifici della cinematica di esplorazione. Per il futuro forse sarebbe necessario bilanciare presentando domande ancora più neutre riferite alla vicinanza o lontananza rispetto al proprio corpo, al senso di presenza di un materiale (Calbi et al., 2019). Inoltre, per citare un limite già emerso in fase di Discussione, sarebbe utile indagare ulteriormente l'effetto domanda, per capire in che modo poter ridurre l'effetto di desiderabilità sociale. Per quanto riguarda i due contesti, il fatto che non si sia verificato un effetto del materiale è un risultato atteso ma forse sarebbe opportuno ridurre ancora di più l'effetto di familiarità del contesto, cercando di utilizzare due materiali che evocano movimenti differenti ma che siano poco legati a memorie emotive, ai vissuti personali o a conoscenze dei bambini. Ad esempio, si potrebbe considerare la plastilina o materiali non usati abitualmente a scopo ludico e solitamente associati ad altri scopi, ma che con la creatività possono evocare movimenti peculiari e assumere una valenza artistica. Lo strumento di misurazione si è rivelato adeguato allo sviluppo cognitivo dei bambini, dando loro la possibilità di validarlo anche in contesto educativo e scolastico come fosse un gioco, coniugando le necessità ludiche e di apprendimento data la costruzione congiunta insieme ad insegnanti e atelieristi; l'estensione di tale strumento ad altre aree

disciplinari potrebbe favorire la comprensione dei concetti unendo gioco e apprendimento (Carlsson, 2008) anche in presenza di difficoltà linguistiche, data la natura visuo-analogica dello strumento. Inoltre, anche il processo valutativo stesso è stato effettuato attraverso un movimento attivo dal bambino, conferendo allo strumento stesso una natura sensorimotoria rilevante, caratteristica che potrà essere tenuta in considerazione nell'impiego dello strumento in ricerche future.

Altri limiti emersi sono stati legati alla metodologia di analisi dei dati cinematici: la perdita dei momenti in cui i bambini interagivano con il contesto ha infatti reso impossibile il recupero dei frames e di conseguenza l'analisi della distanza euclidea dei movimenti reali dati dalle coordinate xy dei bambini, potendo focalizzarsi solo sulla quantità assoluta di spazio percorsa rispetto al centro del tavolo. In lavori futuri sarebbe opportuno confrontare i risultati ottenuti nel presente lavoro quelli ottenuti considerando la distanza euclidea sequenziale nel tempo. Ciononostante, il parametro preso in considerazione si è rivelato potenzialmente molto esplicativo: in futuro potrebbe essere coniugata l'indagine dell'andamento di distanza euclidea ad un'analisi accurata di altri parametri, quali ad esempio le traiettorie di movimento (Rémi et al., 2015) la velocità di esplorazione (Boundy-Singer et al., 2017; Callier et al., 2015) o l'accelerazione. Una difficoltà riscontrata relativa all'interazione è stata la durata del momento di esplorazione attiva: era facile che i bambini si deconcentrassero in tre minuti, motivo per cui ridurre lo span temporale di interazione potrebbe essere di giovamento ai risultati futuri. Anche sul piano metodologico, analizzare video più brevi, potrebbe consentire di analizzare la cinematica di interesse con risultati più precisi, consentendo ad esempio di classificare i movimenti dei bambini in varie tipologie (Callier et al., 2015). Questi autori avevano infatti fatto esplorare per pochi secondi superfici tra loro diverse, categorizzando i tipi di movimenti evocati dai materiali in maniera estremamente precisa.

In ultimo, ma non meno importante, il presente studio ha preso in considerazione un campione limitato, anche a seguito dell'impossibilità di effettuare numerosi incontri nelle scuole dell'Infanzia causa Covid 19, che potrebbe aver influito sulla mancanza di significatività dei risultati. In futuro,

considerando un campione più numeroso, unitamente agli accorgimenti sopra citati, le tendenze non significative potrebbero dare origine a risultati significativi che permettano progressi nello studio della cinematica di esplorazione e del suo impatto sul giudizio estetico in bambini in età prescolare.

BIBLIOGRAFIA

- Ardizzi, M., Ferroni, F., Siri, F., Umiltà, A. M., Cotti, A., Calbi, M., . . . Gallese, V. (2018). Beholders' sensorimotor engagement enhances aesthetic rating of pictorial facial expressions of pain. *Psychological Research*, 84, 370-379. doi:10.1007/s00426-018-1067-7
- Auguie, B. (2017). gridExtra: Miscellaneous Functions for "Grid" Graphics. R package version 2.3. Tratto da <https://CRAN.R-project.org/package=gridExtra>
- Bartlett, M. (1937). Proprietà di sufficienza e test statistici. *Proceeding of the Royal Society of London*, 160, 268-282.
- Barton, K. (2020). MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.43.17. Tratto da <https://CRAN.R-project.org/package=MumIn>
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. doi:10.18637/jss.v067.i01.
- Battaglia, F., Lisanby, S. H., & Freedberg, D. (2011). Corticomotor excitability during observation and imagination of a work of art. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5(79), 1-6. doi:10.3389/fnhum.2011.00079
- Boundy-Singer, M. S. (2017). Speed invariance of tactile texture perception. *Journal of Neurophysiology*, 118, 2371-2377. doi:10.1152/jn.00161.2017.
- Bredenkamp, H. (2015). *Immagini che ci guardano. Teoria dell'Atto Iconico*. (F. Vercellone, A cura di) Cortina Raffaello.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroskedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47(5), 1287-1294. doi:10.2307/2F1911963

- Brown, R. H., & Christian, W. (2022). Computer Program TRACKER VIDEO ANALYSIS AND MODELING TOOL. Version 6.0. 8. Tratto da WWW Document, (<https://physlets.org/tracker/>)
- Calbi, M., Aldouby, H., Gersht, O., Langiulli, N., Gallese, V., & Umiltà, A. M. (2019). Haptic Aesthetics and Bodily Properties of Ori Gersht's Digital Art: a Behavioral and eye-tracking study. *frontiers in Psychology*, *10*(2520), 1-11. Doi:10.3389/fpsyg.2019.02520
- Callier, T. (2015). Kinematics of unconstrained tactile texture exploration. *Journal of Neurophysiology*, *113*, 3013-3020. doi:10.1152/jn.00703.2014.
- Callier, T., Saal, H. P., Davis-Berg, E. C., & Bensmaia, S. J. (2015). Kinematics of unconstrained tactile texture exploration. *Journal of Neurophysiology*, *113*, 3013-3020. doi:10.1152/jn.00703.2014.
- Carlsson, M. A., & Samuelsson, I. P. (2008). The Playing Learning Child: Towards a pedagogy of early childhood. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *52*(6), 623-641. doi:10.1080/00313830802497265
- Danko-McGhee, K. (2006). Nurturing aesthetic awareness in young children: Developmentally appropriate art viewing experiences. *Art Education*, *59*(3), 20-35.
- Danko-McGhee, K., & Slutsky, R. (2011). Judging a book by its cover: Preschool children's aesthetic preferences for picture books. *International Journal of Education through Art*, *7*(2), 171-185. doi:10.1386/eta.7.2.171_1
- Di Dio, C., Ardizzi, M., Massaro, D., Di Cesare, G., Gilli, G., Marchetti, A., & Gallese, V. (2016). Human, Nature, Dynamism: The Effects of Content and Movement Perception on Brain Activation during the Aesthetic Judgment of Representational Paintings. *frontiers in Human Neuroscience*, *9*(705), 1-19. doi:10.3389/fnhum.2015.00705

- Durbin, J., & Watson, G. S. (1951). Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression. II. *Biometrika*, 38(1/2), 159-177. doi:10.2307/2332325
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191. doi:10.3758/BF03193146
- Fox, J., & Bouchet-Valat, M. (2020). Rcmdr: R Commander. R package version 2.7-1.
- Fox, J., & Weisberg, S. (2019). *An {R} Companion to Applied Regression*. SAGE. Tratto da [//socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/](https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/)
- Freedberg, D., & Gallese, V. (2007). Motion, Emotion and Empathy in Aesthetic Experience. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(5), 197-203.
- Gallese, V. (2001). The 'shared manifold' hypothesis. From mirror neurons to empathy. *Journal of Consciousness Studies*, 8(5-7), 33-50.
- Gallese, V. (2005). Embodied Simulation: From Neurons to Phenomenal Experience. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 4, 23-48.
- Gallese, V. (2019-2020). *Dispensa "Arte media e cervello: le basi neurobiologiche dell'esperienza estetica"*.
- Gallese, V., & Guerra, M. (2015). *Lo schermo empatico. Cinema e neuroscienze*. Cortina Raffaello.
- Gosset, W. (1908). The probable error of a mean. *Biometrika*, 6(1), 1-25. doi:10.1093/biomet/6.1.1
- Hildebrandt, A. (2001). *Il problema della forma nell'arte figurativa*. (A. Pinotti, & F. Scrivano, A cura di) Palermo, Aesthetica Edizioni.

- Højsgaard, S., & Halekoh, U. (2021). doBy: Groupwise Statistics, LSmeans, Linear Contrasts, Utilities. R package version 4.6.11. Tratto da <https://CRAN.R-project.org/package=doBy>
- Ishizu, T., & Zeki, S. (2014). A neurobiological enquiry into the origins of our experience of the sublime and beautiful. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 1-33. doi:10.3389/fnhum.2014.00891
- Kawabata, H., & Zeki, S. (2004). Neural correlates of beauty. *Journal of Neurophysiology*, 91(4), 1699-1705. doi:10.1152/jn.00696.2003.
- Keysers, C., Wicker, B., Gazzola, V., Anton, J.-L., Fogassi, L., & Gallese, V. (2004). A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch. *Neuron*, 42(2), 335-346. doi:10.1016/s0896-6273(04)00156-4.
- Krämer, S., & Bredekamp, H. (2013). Culture, Technology, Cultural Techniques- Moving beyond Text. *Theory, Culture & Society*, 30(6), 20-29. doi:10.1177/0263276413496287
- Leder, H., Bär, S., & Topolinski, S. (2012). Covert Painting Simulations Influence Aesthetic Appreciation of Artworks. *Psychological Science*, 23(12), 1479-1481. doi:<https://www.jstor.org/stable/23409317>
- Leder, H., Belke, B., Oeberst, A., & Augustin, D. (2004). A Model of Aesthetic Appreciation and Aesthetic Judgments. *British Journal of Psychology*, 95, 489-508. doi:10.1348/0007126042369811
- Lenth, R. (2021). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.7.0. Tratto da <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>
- Lipps, T. (1903). *Ästhetik: Psychologie des Schönen und der Kunst*. Hamburg: Leopold Voss Verlag.
- Liu, J., Lughofer, E., & Zeng, X. (2017). Toward Model Building for Visual Aesthetic Perception. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 1-36. doi:10.1155/2017/1292801

- Lüdecke, D. (2021). sjstats: Statistical Functions for Regression Models. Version 0.18.1. Tratto da <https://CRAN.R-project.org/package=sjstats>>
- Massaro, D., Savazzi, F., Di Dio, C., Freedberg, D., Gallese, V., Gilli, G., & Marchetti, A. (2012). When Art Moves the Eyes: A Behavioral and Eye-Tracking Study. *PLoS ONE*, 7(5), 1-16. doi:10.1371/journal.pone.0037285
- Merleau- Ponty, M. (2003). *Fenomenologia della Percezione*. Milano: Bompiani.
- Mill, J. (1996). *Sistemi di logica deduttiva e induttiva*. (M. Trincherò, A cura di) UTET.
- Parsons, M., Johnston, M., & Durham, R. (1978). Developmental Stages in Children's Aesthetic Responses. *Journal of Aesthetic Education*, 12(1), 83-104. doi:10.2307/3331850
- Pinotti, A. (2001). *Memorie del neutro. Morfologia dell'immagine in Aby Warburg*. Mimesis.
- Ramachandran, V., & Hirstein, W. (1999). The Science of Art: A Neurological Theory of Aesthetic Experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 15-51.
- Rémi, C., Vaillant, J., Plamondon, R., Prevost, L., & Duval, T. (2015). Exploring the Kinematic Dimensions of Kindergarten Children's Scribbles. *17th Biennial Conference of the International Graphonomics Society, International Graphonomics Society (IGS)* (p. 79-82). Pointe-à-Pitre, Guadeloupe: Université des Antilles (UAG), .
- Rodway, P., Kirkham, J., Schepman, A., Lambert, J., & Locke, A. (2016). The Development of Shared Liking of Representational but not Abstract Art in Primary School Children and Their Justifications for Liking. *frontiers in Human Neuroscience*, 10, 1-15.
- Savazzi, F., Massaro, D., Di Dio, C., Gallese, V., Gilli, G., & Marchetti, A. (2014). Exploring Responses to Art in Adolescence: A Behavioral and Eye-Tracking Study. *PLoS ONE*, 9(7), 1-12. doi:10.1371/journal.pone.0102888

- Savva, A. (2003). Young Pupils' Responses to Adult Works of Art. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 4(3), 300-313. doi:10.2304/ciec.2003.4.3.6
- Savva, A. (2005). Responses of Young Children to Contemporary Art Exhibits: The Role of Artistic Experiences. *International Journal of Education & the Arts*, 6(13), 1-23.
- Sbriscia-Fioretti, B., Berchio, C., Freedberg, D., Gallese, V., & Umiltà, A. M. (2013). ERP Modulation during Observation of Abstract Paintings by Franz Kline. *PLOS ONE*, 8(10), 1-12. doi:10.1371/journal.pone.0075241
- Schabmann, A., Gerger, G., Schmidt, B. M., Wogerer, E., Osipov, I., & Leder, H. (2015). Where Does It Come From? Developmental Aspects of Art Appreciation. *International Journal of Behavioral Development*, 1-11. doi:10.1177/0165025415573642
- Sella, F., Berteletti, I., Lucangeli, D., & Zorzi, M. (2015). Varieties of quantity estimation in children. *Developmental Psychology*, 51(6), 758 –770. doi:10.1037/a0039183
- Siegel, S., & Tukey, J. W. (1960). A Nonparametric Sum of Ranks Procedure for Relative Spread in Unpaired Samples. *Journal of the American Statistical Association*, 55(291), 429-445. doi:10.2307/2281906
- Siri, F., Ferroni, F., Ardizzi, M., Kolesnikova, A., Beccaria, M., Rocci, B., . . . Gallese, V. (2018). Behavioral and autonomic responses to real and digital reproductions of works of art. *Progress in brain research*, 237, 201-221. doi:10.1016/bs.pbr.2018.03.020
- Stein, E. (1998). *Il problema dell'Empatia*. (E. Costantini, A cura di) Studium.
- Thakral, P., Moo, L., & Slotnick, S. (2012). A neural mechanism for aesthetic experience. *Neuroreport*, 23, 310-313. doi:10.1097/WNR.0b013e328351759f

- Umiltà, A. M., Berchio, C., Sestito, M., Freedberg, D., & Gallese, V. (2012). Abstract art and Cortical Motor Activation: an EEG study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(311), 1-9. doi:10.3389/fnhum.2012.00311
- Viarouge, A., Houdé, O., & Borst, G. (2019). The progressive 6-year-old conserver: Numerical saliency and sensitivity as core mechanism of numerical abstraction in a Piaget-like aestimation task. *Cognition*, 190, 137-142. doi:10.1016/j.cognition.2019.05.005
- Weber, A. I., Saal, H. P., Lieber, J. D., Cheng, J.-W., Manfredi, L. R., Dammann III, J. F., & Bensmaia, S. J. (2013). Spatial and temporal codes mediate the tactile perception of natural textures. *PNAS*, 110(42), 17107-17112. doi:10.1073/pnas.1305509110
- Welch, B. (1947). La generalizzazione del problema" Student "quando sono coinvolte diverse varianze di popolazione. *Biometrika*, 34(1/2), 28-35. doi:10.1093/biomet/34.1-2.28
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. Tratto da <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html>
- Wickham, H., & Bryan, J. (2019). readxl: Read Excel Files. Tratto da <https://readxl.tidyverse.org>
- Wickham, H., François, R., Henry, L., & Müller, K. (2021). dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.0.7. Tratto da <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>
- Xu, F., Bao, X., Talwar, V., & Lee, K. (2010). Lying and Truth-Telling in Children: From Concept to Action. *Society for Research in Child Development*, 81(2), 581-596. doi:10.1111/j.1467-8624.2009.01417.x
- Zeileis, A., & Hothorn, T. (2022). Diagnostic Checking in Regression Relationships. *R News*, 2(3), 7-10. Tratto da <https://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>

APPENDICE A

In questa sezione si approfondiranno i 3 parametri cinematici estratti e successivamente utilizzati nelle analisi cinematico-comportamentali. Ai fini dell'ipotesi cinematico-comportamentale, non furono condotte analisi sulle variabili cinematiche, ma può risultare esplicitiva una loro descrizione numerica e grafica.

Il primo parametro cinematico estratto fu la variabile pendenza, composta dai valori di tutti i 58 bambini; ciascun valore esprimeva il coefficiente di regressione lineare della retta che meglio descriveva l'andamento della distanza euclidea media lungo i 10 bins di interazione del partecipante. La variabile era numerica e continua, il valore minimo era pari a -2.56 e il valore massimo a 3.05 . I valori positivi esprimevano un aumento della distanza euclidea media nel tempo di esplorazione, valori prossimi allo zero indicavano un'esplorazione costante e valori negativi una diminuzione dello spazio percorso dall'inizio alla fine dell'esplorazione. La media era pari a -0.09 ($SD = \pm 1.35$): mediamente, vi era una tendenza a diminuire la distanza percorsa durante l'interazione. Per esemplificare: nel primo caso (Figura A.1) l'ID 14, valore di pendenza = 3.05 , dai primi bins agli ultimi ha aumentato la distanza euclidea media percorsa durante l'esplorazione. La retta di regressione che definisce l'andamento della distanza nel tempo risultava positiva. Nel secondo caso (Figura A.2) l'ID 58 aveva un valore di pendenza pari a 0.00 . La media di distanza percorsa rimaneva costante dall'inizio alla fine e la retta che ne descrive l'andamento aveva pendenza nulla. Infine, in Figura A.3 l'ID 46 mostrava un valore di pendenza negativo pari a -1.71 . Vi era una diminuzione di distanza media percorsa nei vari bins con conseguente pendenza negativa della retta che ne descrive l'andamento.

Il secondo parametro, il picco di distanza euclidea, esprimeva i valori massimi medi di distanza euclidea raggiunti dai partecipanti durante l'esplorazione, tra tutti i 10 valori medi calcolati nei 10 bins. La variabile era continua e numerica, il valore minimo era 25.36 cm, il valore massimo 76.10 cm. La media della variabile picco era pari a 52.30 cm ($SD = \pm 12.45$). In Figura A.1 osserviamo che

l'ID 14 raggiunge il suo picco di distanza euclidea al bin 9 verso la fine dell'esplorazione, in corrispondenza del pallino nero indicante il valore medio massimo (54.98 cm) di distanza euclidea tra tutti i 10 valori medi. In Figura A.2 vediamo il caso di un picco di distanza euclidea poco dopo l'inizio dell'interazione pari a 29.13 per l'ID 58; in Figura A.3 l'ID 46 mostra il picco di distanza euclidea già nei primissimi istanti di esplorazione, con un valore pari a 31.37 cm.

Il terzo parametro, la media totale di distanza euclidea, conteneva i valori medi di distanza euclidea calcolati a partire dai 10 valori medi di distanza euclidea nel tempo di esplorazione, per tutti i bambini. La variabile assumeva solo valori positivi, da un minimo di 18.36 cm a un massimo di 67.60 cm. Il valore medio di media di distanza euclidea per tutti i 58 bambini era di 40.62 cm (SD= ± 12.85). La variabile esprimeva un'informazione più statica, a differenza della pendenza che dava un'idea più continuativa nel tempo. A scopo esemplificativo, la media di distanza euclidea per l'ID 14, data dalla media di tutti i valori medi nei 10 bins, era pari a 41.74 cm; la media per l'ID 58 era di 24.55 cm e per l'ID 46 era di 25.14 cm.

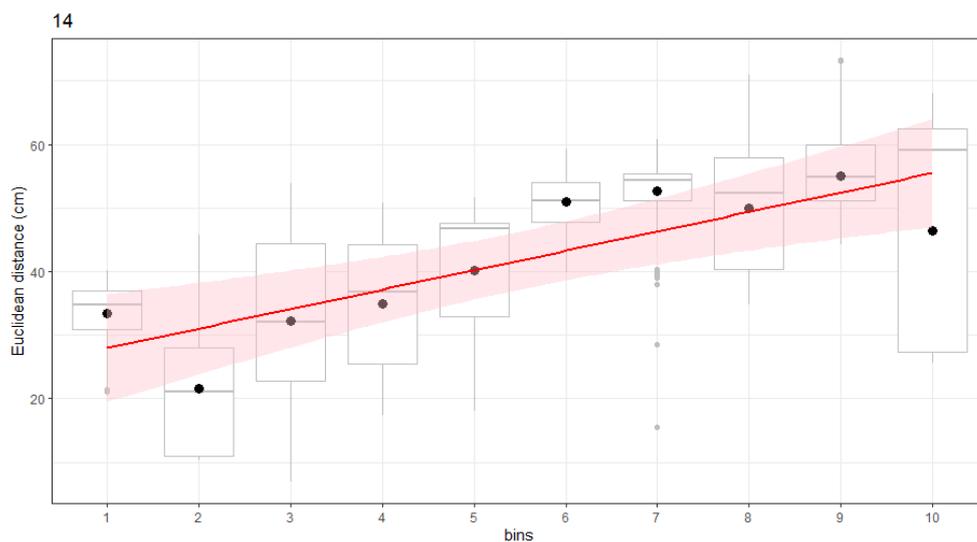


Figura A.1. Esempio di pendenza positiva: aumento di distanza euclidea esplorata. Sull'asse x sono rappresentati i bins che suddividono in parti uguali i frames di interazione, sull'asse y i valori di distanza euclidea relativa al centro. Sono rappresentati i valori medi di distanza euclidea in ciascun bin e la retta che definisce l'andamento della distanza euclidea media tra i bins. %CI= .95. Grafico realizzato con R.

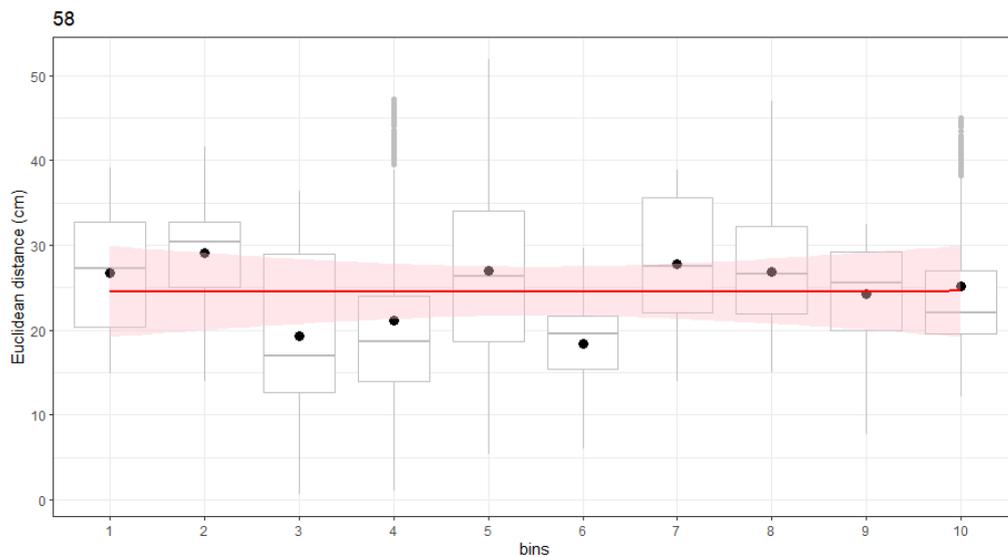


Figura A.2. Esempio di pendenza nulla: andamento costante della distanza euclidea. Sull'asse x sono rappresentati i bins che suddividono in parti uguali i frames di interazione, sull'asse y e i valori di distanza euclidea relativa al centro. Sono rappresentati i valori medi di distanza euclidea in ciascun bin e la retta che definisce l'andamento della distanza euclidea media tra i bins. %CI= .95. *Grafico realizzato con R.*

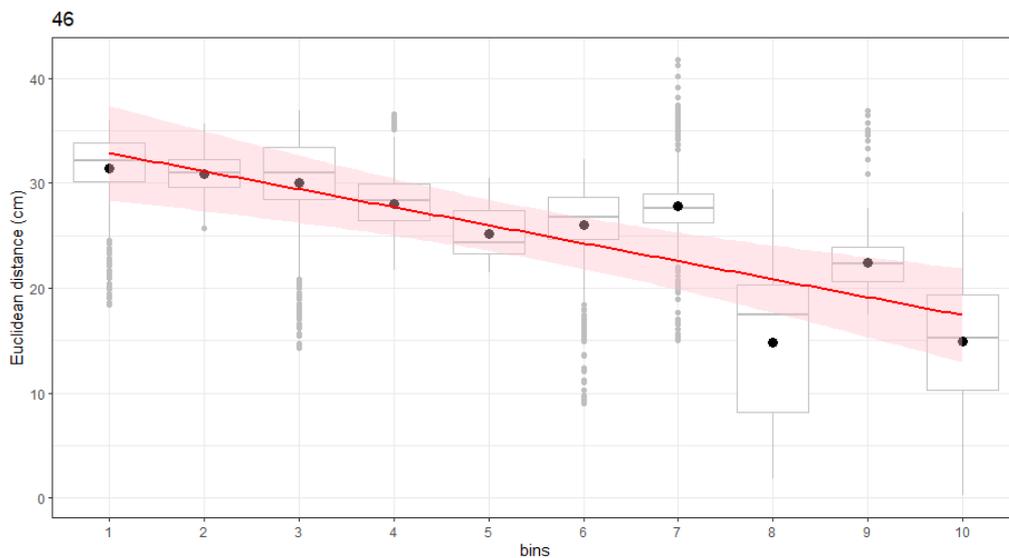


Figura A.3. Esempio di pendenza negativa: diminuzione della distanza euclidea esplorata. Sull'asse x sono rappresentati i bins che suddividono in parti uguali i frames di interazione, sull'asse y e i valori di distanza euclidea relativa al centro. Sono rappresentati i valori medi di distanza euclidea in ciascun bin e la retta che definisce l'andamento della distanza euclidea media tra i bins. %CI= .95. *Grafico realizzato con R.*

APPENDICE B

Per descrivere l'effetto di interazione, in 4.1 ci si è avvalsi di grafici che mostravano le medie degli effetti d'interazione dei fattori domanda, tempo e congruenza in cui i punteggi erano stati centrati rispetto alle dimensioni dello strumento reale di misurazione: il grafico ricreava il foglio reale su cui i partecipanti avevano espresso i loro giudizi. I dati che furono successivamente impiegati nelle analisi però, furono i punteggi grezzi non centrati; di questi ultimi, si considerò esclusivamente la componente y e non la x. In tale sezione viene allegata la tabella (Tabella B.1) contenente i dati grezzi esprimenti i punteggi medi di interazione dei fattori domanda, tempo e congruenza.

domanda	congruenza	tempo	M	SD
liscio	congruente	pre	25.68036	13.33702
liscio	congruente	post	26.76964	14.86807
liscio	incongruente	pre	24.89464	14.04275
liscio	incongruente	post	27.54286	13.67004
piace	congruente	pre	34.16909	11.59037
piace	congruente	post	34.00364	13.26365
piace	incongruente	pre	32.45091	11.39841
piace	incongruente	post	33.21818	12.13288
scuro	congruente	pre	22.56038	13.50291
scuro	congruente	post	24.80377	14.09101
scuro	incongruente	pre	22.89811	13.33497
scuro	incongruente	post	26.49623	13.32335

Tabella 1. Statistiche descrittive dei punteggi grezzi nell'interazione tra i livelli dei fattori domanda, congruenza e tempo. Vengono riportate: M, le medie e SD, le rispettive deviazioni standard. *Tabella realizzata con R.*

Anche dai dati grezzi è possibile notare le minime differenze tra le condizioni che erano state evidenziate graficamente con i punteggi centrati. Per la domanda piace, si evidenzia un punteggio medio nella condizione pre-interazione più alto rispetto alle domande scuro e liscio, sia nella condizione congruente che incongruente a riconferma dell'effetto principale del fattore domanda a favore del giudizio estetico rispetto ai due giudizi sensoriali.

RINGRAZIAMENTI

“Il dubbio è l’inizio della conoscenza”

Cartesio

Questo mio lavoro è soltanto il testimone di un percorso molto più impegnativo, intenso, sfidante e pieno di soddisfazioni, che lascio, e che a mia volta ho raccolto grazie all’esempio e all’aiuto di chi, prima di me, ha accettato la sfida.

Ringrazio,

I professori che mi hanno accompagnata e incuriosita, che con il loro esempio mi hanno fatto capire davvero che ogni grande scoperta e conoscenza inizia da grandi dubbi.

il Professor Gallese Vittorio che è stato un esempio costante di professionalità e amore per la ricerca, la Professoressa Umiltà Maria Alessandra che mi ha accompagnata nel percorso di realizzazione e stesura di questo lavoro sempre pronta con umanità e pazienza al confronto, all’aiuto e ai consigli. La professoressa Pelosi Annalisa, che mi ha fornito consigli statistici pratici e puntuali.

Le dottoresse Ardizzi Martina, Ferroni Francesca, Kolesnikova Anna, il dottor Langiulli Nunzio e il dottor Uccelli Stefano, per i molti preziosi confronti e suggerimenti.

La fondazione Reggio Children e le scuole dell’Infanzia Allende, Andersen e Munari, i loro insegnanti e i loro atelieristi e atelieriste che ci hanno dato la possibilità di portare avanti questo progetto collaborando con entusiasmo e disponibilità in ogni sua fase.

Mia madre e mio padre, i miei punti fermi a cui devo tutto, che mi sono stati accanto sempre, esame dopo esame, sfida dopo sfida.

Maria, Francesca, Jenny, Teresa, Emanuele, Andrea, Luca e tutti i miei amici e colleghi che mi hanno supportata e sopportata in questo lungo percorso universitario condividendo con me gioie e paure di questo viaggio.

Matteo, che non riuscirò mai a ringraziare abbastanza. Esempio, compagno di conoscenze, avventure e di vita, che mi ha sempre insegnato che i limiti esistono solo nella testa di chi se li vuole imporre, che mi ha aiutata, sollevata, spronata e che gioisce ogni giorno con me delle mie soddisfazioni, senza il quale questo percorso non sarebbe stato lo stesso.

Dedico questo lavoro a mio nonno, uomo di scienza, amante e ricercatore della conoscenza in tutte le sue forme. Che sebbene non sia più con me fisicamente, mi ha guidata per tutto questo tempo.